

SAGIM VƏ SÜDÜN EMALINDA
TEKNOLOGİYALAR VƏ INNOVASİYALAR



Q.B.MƏMMƏDOV

Q.B.MƏMMƏDOV



SAGIM VƏ SÜDÜN EMALINDA
TEKNOLOGİYALAR VƏ INNOVASİYALAR

Q.B.MƏMMƏDOV

**SAĞIM VƏ SÜDÜN EMALINDA
TEXNOLOGİYALAR VƏ İNNOVASIYALAR**
(monoqrafiya)

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin Elmi Şurasının
(20 may 2015-ci il tarixli 10 sayılı protokol) qərarı ilə dərc
olunmasına icazə verilmişdir.

Bakı-«Elm»-2015

Elmi redaktor: texnika üzrə fəlsəfə doktoru, ADAU-nun professoru **R.T.Xəlilov** və texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent **Q.M.Allahverdiyeva**

Rəy verənlər: texnika elmləri doktoru, professor **X.H.Qurbanov**; texnika elmləri doktoru, professor **B.M.Bağirov**; texnika elmləri doktoru, professor **R.Ə.Səidov**; texnika elmləri doktoru, professor **C.Ə.Məmmədov**

Məmmədov Q.B. Sağım və südün emalında texnologiyalar və innovasiyalar.– Bakı: Elm, 2015.– 532 s. (Monoqrafiya)

Kitabda aqrar sahədə sağım və südün emalında innovativ texnologiyaların tətbiqinin işlənməsi əsas yer tutur. Burada fermer təsərrüfatı şəraitində laktasiya dövrünün bütün mərhələlərini nəzərə almaqla sağım texnologiyası, birinci növ südün alınması texnologiyası, südün pasterizasiyası, normallaşdırılması və yağ alınması üçün səmərəli texnologiyaların tədqiqi və işlənməsi geniş izah olunur. Sağım və südün emalı texnologiyalarının müasir vəziyyəti öyrənilməklə onların nəzəri tədqiqi verilmişdir. Nəzəri tədqiqatlarla əsaslandırılmış innovativ işçi hipotezaların təsərrüfat sınaqları üçün yeni proqram və metodika işlənmiş, təcrübələrin nəticələri geniş təhlil olunur.

Monoqrafiyadan aqrar mühəndislik və qida məhsullarının emalı texnologiyası istiqamətində təhsil alan tələbələr, magistrlər, doktorantlar, dissertantlar, eləcə də bu sahədə çalışan mühəndislər, texnoloqlar və elmi işçilər istifadə edə bilərlər.

GİRİŞ

Süd yeganə ərzaq məhsuludur ki, insan orqanizmini bütün tələb olunan qidalı maddələrlə təmin edir. Demək olar ki, süd təbiətin yaratdığı ecazkar qidadır. Bir qida məhsulu kimi südün üç xassəsi xüsusi ilə qeyd edilməlidir – onun orqanizm tərəfindən asan mənimsənilməsi, həzm orqanlarını aktivləşdirmə qabiliyyətinə malik olması və digər məhsulların azotundan fərqli olaraq süd azotunun daha yaxşı mənimsənilməsi. Süd və süd məhsullarının həzm olunması 95...98% - dir. Bütün bunlar əsaslı olaraq hər il ölkədə süd və süd məhsullarının istehsal həcminin artırılmasına diqqətin gücləndirilməsində özünü göstərməkdədir.

Ancaq məsələ daha çox miqdarda süd və süd məhsulları istehsal etməklə bitmir, burada istehsalın damlılığı, alınan məhsulun yüksək keyfiyyətliliyi və qidalılığı, itkilərə yol verilməməsi və yüksək sanitariya şərait təmin edilməlidir. Bütün bunlar maşınlı sağımdan başlayaraq südün ilkin emalı və emalında müasir elmi-texniki nailiyyətlərə əsaslanaraq texnoloji proseslərin təkmilləşdirilməsi əsasında həyata keçirilir.

Xüsusi ilə təsərrüfatlarda süd istehsalının davamlılığının, əmək məhsuldarlığının artırılması və sanitariya şəraitin yaxşılaşdırılmasında maşınlı sağımın tətbiqi, sağım aparatlarının təkmilləşdirilməsi böyük aktuallıq qazanmışdır.

İkinci mühüm məsələ kəndli təsərrüfatları və daha iri süd əmtəə təsərrüfatlarında istehsal olunmuş südün keyfiyyət göstəricilərinin qorunması, itkiyə yol verilməməsi, daha doğrusu südün təmizlənməsi, pasteurizə edilməsi, soyudulması və emal müəssisəsinə yüksək keyfiyyətdə təhvil verilməsinin təmin olunmasıdır.

Yerli xüsusiyyətlər nəzərə alınmaqla istehsalçı arasında birbaşa əlaqə mövcud olan variantda südün normallaşdırılması, pasteurizə olunması və soyudulması qaçınılmaz tədbirlər içərisindədir.

Südcülük işinə aid ədəbiyyatlarda yuxarıda qeyd olunan texnoloji proseslər və texniki vasitələr barədə geniş məlumatlara rast gəlinməsinə baxmayaraq bu sahədə elmi fikrin inkişaf istiqamətlə-

ri, elmi-tədqiqat işlərinin metodiki xüsusiyyətləri kifayət qədər işıqlandırılmış deyildir. Buna baxmayaraq son onillikdə dünyada olduğu kimi bizim ölkədə də sağım aparatlarının təkmilləşdirilməsi, südün ilk emalı və hətta emalı üzrə bir sıra tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsi bu sahəyə marağın artması müşahidə olunur.

Təqdim olunan kitab, laktasiya dövrünün bütün mərhələlərini nəzərə almaqla sağım aparatının təkmilləşdirilməsi, fermer təsərrüfatlarında birinci növ süd alınmasının texnoloji və texniki təminatının işlənməsi, südün elektropasterizasiya, normallaşdırılmasının konstruktiv təminatı, vibrasiyalı yağ hazırlama texnologiyasının işlənməsi üzrə tədqiqatları özündə əks etdirmişdir.

Kitabda qeyd olunan tədqiqatların elmi-metodiki əsasları və innovativ işləmələri ilə tanış olmaq mümkündür.

•

1. LAKTASIYA DÖVRÜNÜN BÜTÜN MƏRHƏLƏLƏRİNİ NƏZƏRƏ ALMAQLA SAĞIM APARATLARININ TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ

Ölkə əhalisinin rifah halının yaxşılaşdırılması daha çox kənd təsərrüfatı istehsalının inkişafından asılıdır. Belə ki, istehlak fondunun 75 %-i kənd təsərrüfatı məhsulları və kənd təsərrüfatının verdiyi xammaldan hazırlanmış sənaye məhsulları əsasında formalaşır. Bu mənada heyvandarlığın və xüsusi ilə də süd istehsalının inkişaf etdirilməsi xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Məhz bu sahəyə olan diqqətin nəticəsidir ki, son on ildə respublikada süd istehsalı 1,2 dəfə artırılaraq 1,168 mln. ton həddinə çatdırılmışdır [10]. İstehlaka gəlincə adam başına illik süd və süd məhsulları istehlakı 209 kq tələbatə qarşı 147 kq təşkil edir ki, bu da tələbatın 70,3 % ödənilməsi deməkdir. Göründüyü kimi süd və süd məhsulları çatışmazlığının böyük bir qismi xarici məhsulların hesabına doldurulmalı olur. Əslində isə daxili imkanlar hesabına süd istehsal həcminin xeyli artırılma imkanları olduqca böyükdür. İlk növbədə, təbii olaraq, südlük mal saxlayan təsərrüfatçı heyvanların məhsuldarlığının artırılmasına və bu məqsədlə yem bazasının möhkəmləndirilməsinə, cinsin yaxşılaşdırılmasına çalışır. Qeyd etmək lazımdır ki, bu tədbirlərlə yanaşı problemin həllində əl ilə sağımdan bütünlüklə maşınla sağıma keçilməsi və buna mane olan amillərin aradan qaldırılması istiqamətində sağım texnikası və texnologiyasının təkmilləşdirilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Sağım ən məsuliyyətli istehsal prosesi olmaqla burada əsas məqsəd müəyyən dövr ərzində inək tərəfindən hasil olunmuş bütün südün əldə olunması və məhsulun sonradan bərpa olma və artırılma imkanı üçün şəraitin yaradılmasından ibarətdir.

Məhz sağım vaxtı yelində toplanmış südün tam çıxarılması lazımdır ki, bu həm inəyin südəmələgətirmə potensialından maksi-

mum istifadəyə və həm də məhsuldarlığın artırılmasına imkan yaradır. Müəyyən edilmişdir ki, tam sağıma nail olunarsa laktasiya ərzində hər inəkdən 125 kq artıq süd sağmaq mümkündür [152].

Yüksək məhsuldar inəkləri əl ilə sağdıqda sağım vaxtı uzanır ki, bu da inəyin südvermə refleksinin daha tez sönməsi səbəbindən tam sağımın təmin edilməməsi və süd itkisinə gətirib çıxarır. Maşınla sağımda sağım sürəti böyük olmasına baxmayaraq, burada inəyin individual südvermə xarakteri ilə maşının sorma qabiliyyəti arasında uyğunsuzluq ehtimalının çox olması və sağımın sonuna yaxın yelinin stəkana sorulması yerində qalıq südün artmasına səbəb olur. Odur ki, müasir sağım maşınları ilə sağım yerinə yetirildikdə sağımın sonunda qalıq südün əl və yaxud maşınla çıxarılmasına çalışılır.

Süd tam sağılmadıqda süd vəzlərində böyük miqdarda süd qalması yelində böhran təzyiqin vaxtından tez əmələ gəlməsinə səbəb olur. Daim tam sağılmayan inəklərdə südəmələgəlmə sürəti zəifləyir və onların vaxtından qabaq südünü qurutması baş verir [107].

Süd vəzlərində toplanmış südün əsas hissəsi reflektor təsirlə [379, 432] xaric olunur. Odur ki, refleksin səviyyəsinə görə südvermə intensivliyi aktiv və zəif dövrlərə malikdir [231]. Təcrübə göstərmişdir ki, inəyin südvermə intensivliyi nəinki bir sağım müddəti ərzində, hətta laktasiyanın müxtəlif dövrlərində dəyişəbilən xarakterə malikdir. Məsələyə bu cəhətdən yanaşdıqda, stabil sağım qaydaya düşdüyü dövr üçün nəzərdə tutulmuş müasir sağım aparatlarının real şəraitə görə qiymətləndirilməsi heç də onların xeyrinə olmayacaqdır. Südvermə refleksinin birbaşa qana ifraz olunan oksitosin hormonu ilə əlaqəli olmasını nəzərə alaraq sağım aparatlarının təkmilləşdirilməsində məhdudlaşdırıcı faktor olaraq həmin hormonun qanda təsir müddəti (3...6 dəqiqə) qəbul olunmuşdur. Bu müddətə sağımı başa çatdırmaq üçün sağım aparatlarının işçi rejimlərini müəyyən edən parametrlərin (vakuunun qiyməti, döyüntülər tezliyi, taktlar nisbəti) sağım xarakterinə uyğun dəyişdirilə bilməsi sağım texnikasının təkmilləşdirilməsində əsas istiqamət kimi qəbul edilmişdir.

Bir sıra mütəxəssislər vakuum qiymətinin artırılması ilə sağım sürətinin artırılması arasında birbaşa əlaqənin olmasını qeyd etmişlər. Ancaq vakuumun qiymətinin artırılması inəyin canlı toxumasına patoloji təsirinin də artmasına səbəb olur [163, 266]. Odur ki, əksər müasir sağım aparatlarında əmcəkəlti kamerada vakuumun 39...53 kPa-dan artıq olması tövsiyə edilmir.

Sağım aparatlarında döyüntülər sayının sağım sürətinə təsiri cüzi olduğundan [80, 233] müasir sağım aparatlarında bu parametrin qiymətini dəqiqədə 50...60 döyüntü qəbul etmişlər. Bu qiymət 100-ü keçdikdə döyüntülər tezliyinin də yelinə patoloji təsirinin artması müşahidə edilmişdir.

Taktlar nisbətinin, yəni sorma taktının sıxılma taktına nisbətinin 3:1 qədər artırılması sağma sürətini maksimuma qədər artırmağa və ümumi sağım vaxtının azaldılmasına səbəb olmuşdur. Ancaq təcrübə göstərmişdir ki, sorma taktının uzadılma faizinə nəzərən sağım sürətinin artımı olduqca azdır [190, 191].

Taktlar nisbəti artırılmış aparatda sorma taktı nə qədər uzadılsa belə məhdud döyüntü daxilində olması, inəyin aktiv südvermə dövrünün isə daha çox çəkməsi səbəbindən sıxma taktı baş verərkən əmcəkdə hidravlik zərbə qaçılmaz olur. Bu isə südvermənin tormozlaşmasına, patoloji dəyişikliyə və süd itkisinə gətirib çıxara bilər. Məhz qeyd olunan səbəbdəndir ki, sağım aparatı istehsal edən Qərb şirkətləri öz aparatlarında taktlar nisbətini dəyişməz olaraq 50:50 təsbit etmişlər [78, 489, 491, 514].

Göründüyü kimi maşınlı sağım tətbiqinin uzun dövrü əhatə etməsinə baxmayaraq hələ də kifayət qədər həllini tapmamış məsələləri qalmaqdadır. Bu baxımdan sağım aparatlarının inəyin südvermə qabiliyyətinə uyğun olaraq texnoloji və konstruktiv cəhətdən təkmilləşdirilməsi, tam sağım səviyyəsinin artırılması, qalıq sağımın aradan götürülməsi, ilkin doğan və geniş sağımdakı inəklərin sağımının fizioloji vəziyyətə adekvat olaraq sağımının təmin edilməsi kimi aktual məsələ öz elmi və təcrübə həllini tələb edir.

Sağım aparatlarının fizioloji əsaslarının öyrənilmə səviyyəsi, onların təkmilləşmə dinamikası və müasir vəziyyəti göstərmişdir

ki, əksər mütəxəssislər sürətli sağımın təmin edilməsi, sağım sürətinin inəyin südvermə qabiliyyətinə və yelinin laktasiyanın bütün dövrlərdəki vəziyyətinə adekvat seçilməsinin gələcək təkmilləşdirilmə işlərində əsas kimi götürülməsində fikir birliyinə malikdirlər. Ancaq bu faktorun kompleks halında, məqsədyönlü şəkildə öyrənilməməsi hələlik məşinli sağım sahəsində bu günə kimi davam edən bir sıra qüsurları aradan götürməyə imkan verməmişdir. Bu cəhətdən inəklərin aktiv südvermə dövründə fasiləsiz sağım texnologiyası və bunu təmin edə biləcək parametrlər və konstruksiyanın işlənməsi qarşıda duran problem baxımından daha məqsəduyğun görünməklə, bu istiqamətdə xüsusi məqsədli tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsinə ehtiyacın olduğunu göstərir.

1.1. MAŞINLI SAĞIMIN ÖYRƏNİLMƏ VƏZİYYƏTİ

1.1.1. Maşınli sağım baxımından inəyin südvermə prosesinin öyrənilmə vəziyyəti

Süd əmələgətirən alveol vəzlər torbacığı olan əzələ toxumalarından ibarətdir ki, bunlar oksitosin hormonu təsirindən sıxılaraq südün oradan çıxmasına səbəb olur [84, 440]. Prosesin bu şəkildə aydınlaşması tədqiqatçıların əlində güclü silaha çevrilərək onlara inək orqanizminin kinetik proseslərini öyrənməkdə yeni imkanlar yaratmışdır.

Biotexnoloji tədqiqatlar inəyin südvermə aktının çox qısa olmasını [151, 152] üzə çıxarmışdır ki, bu da mövcud sağım maşınlarının konstruksiyasına yeni tərzdə baxılmasını və ümumilikdə maşınli sağımın fizioloji əsaslarının bu prizmadan yenidən gözdən keçirilməsini vacib edir.

Maşınli sağım sağıcının əmək məhsuldarlığını əhəmiyyətli dərəcədə artırır və o, əl ilə sağıma nəzərən yorucu deyil [132, 140]. Əl ilə sağımda hər kq südü sağmaq üçün sağıcı orta hesabla əmcəyi yüz dəfə sıxılmalı olur. Əmcəyi sıxdıqda 72...114 kPa təzyiq yara­dır. Uzun illərin müşahidələri göstərmişdir ki, ümumi sağıcılar arasında usta sağıcılara olduqca az təsadüf edilir. Dünya üzrə toplanmış təcrübədən məlumdur ki, sağıcıların yalnız 16 %-i yelində toplanmış südü tam çıxarmaq üçün inəyi sürətlə sağa bilirlər. Əl ilə sağımda sağıcıların 65 %-i sağıma 7...10 dəqiqə, 19 %-i isə 10 dəqiqədən də çox vaxt sərf edirlər. Ancaq maşınli sağımda əksər inəkləri əl ilə sağıma nəzərən 2 dəfə az müddətə sağmaq mümkündür [69]. Hətta düzgün nizamlanmış maşınla sağım apardıqda əmcək və yelin əl ilə sağımdakına nəzərən kəskin təsirlərə daha az məruz qalır.

Süd vəzlərinin normal fəaliyyəti üçün yelinin hər payından südün bərabər və intensiv şəkildə çıxarılması [45] böyük əhəmiyyət daşıyır. Bu xüsusiyyətə görə də maşınla sağım əl ilə sağıma nəzərən üstünlüyə malikdir. Yelinin ayrı – ayrı paylarının məhsuldarlığını və yağlılığını öyrənərkən müəyyən edilmişdir ki, yelinin

ayrı – ayrı payları eyni vaxtda sağıldıqda bunlar arasında məhsuldarlıq nisbəti sabit qalır [339, 340]. Demək olar ki, yelin paylarının tam və bərabər boşaldılması süd vəzlərinin süd yaratma fəaliyyətinə əlverişli şərait yaradır. Odur ki, südvermə refleksi oyandırılmış (yaxşı eydirilmiş) inəkdə aktiv südverməyə uyğun sağım sürəti təmin etmək, refleksi tormozlayıcı təsirlərin baş verməsinə yol verməmək yelinin, tam sağılmasına çalışmaq məşinli sağımın əsas şərtləri kimi nəzərə alınmalıdır.

Beləliklə, hər sağımda yelinin tam boşalması təmin edilməlidir. Əgər inək 10 gün sağılmasa o südünü qurudur [212]. Həmçinin yelin tam sağılmadıqda inək südünü yavaş – yavaş da olsa quruda bilər. İndiyə kimi bu fizioloji xüsusiyyətlərə diqqət yetirən mütəxəssislər əsasən fikri inəyin gün ərzində təkrar sağım miqdarına yönəlmişlər. Bu isə müxtəlif ölkələrdə inəyin sağımlararası müddətlərin müxtəlif qaydada müəyyənləşdirilməsinə gətirib çıxarmışdır [79]. Bir sıra ölkələrdə sağımlararası müddət 8-16 saat qəbul edilmişdir. Bu fermer əməyinin ciddi təşkilini tələb edir. Biz də 12 saatlıq sağımlararası müddət, yəni inəklərin gündə 2 dəfə sağılması ənənəvidir. Qeyd etmək lazımdır ki, bərabər müddətli sağımlararası interval olduqda, qeyri-bərabər müddətli sağımlararası intervala nəzərən süd məhsuldarlığının bir qədər artması müşahidə edilir. Hamann və Dodd [463] müəyyən etmişlər ki, son sağımdan 10 saat keçdikdən sonra süd əmələgəlmə prosesi zəifləməyə başlayır və 35 saatdan sonra dayanır. Sağımlararası interval 12 saat olduqda yelində təzyiq maksimum qiymətinə çatır. Göründüyü kimi 12 saatlıq intervaldan sonra sağıma hazırlanan inəyi yelində təzyiqin çox olmasını nəzərə alaraq daha sürətlə sağmaq tələb olunur. Məhz yelində təzyiqə adekvat olaraq südün çıxarılması südvermə refleksinin davamlılığına müsbət təsir göstərir. Bu zaman refleksin zəifləməsi və yaxud tormozlanmasına gətirən səbəblərdən biri, mövcud aparatlarda sıxma taktının tez – tez baş verməsi üzündən əmcəkdə yaranan hidravlik zərbənin sinir ucluqlarına ağrıdıcı təsir göstərməsidir.

Südvermə refleksinin sağımın sonuna qədər qorunması mövcud sağım aparatlarında konstruktiv və texnoloji cəhətdən ən çətin

görülən haldır. Südvermə refleksi qanda oksitosin hormonunun təsir müddəti ilə əlaqədar olduğundan və bunun yaranma və parçalanma qanunauyğunluğunun çətin idarə olunması məsələni daha da mürəkkəbləşdirir [84]. Oksitosinin qana ifrazı inəyin yaxşı eydirilməsi ilə başlayır. Ancaq oksitosinin təsiri dərhal deyil 20-30 saniyədən sonra başlayır. Təxminən bu sürətlə qan bütün orqanizmi dövr edir. Müxtəlif inəklərdə onların sağığa hazırlanmasından eydirilməsinə keçən vaxt 40-80 saniyə, orta olaraq isə 1 dəqiqə çəkir. Məhz bu müddətdən sonra sağım stəkanları əmcəklərə taxılır. Nəzərə almaq lazımdır ki, südvermə sıçrayışla deyil əvvəlcə yavaş sonra maksimum hüduduna qalxmış olur. Məhz bu başlanğıc anında sağım aparatının refleks söndürücü təsiri yolverilməz sayılmışdır. Stabil rejimlə işləyən aparatlar bu xüsusiyyəti nəzərə almadan əmcəyə taxılan andan nizamlanmış olduğu orta sürətlə sağığa təsir göstərdiyindən çox vaxt sağım intensivliyi dalğavari xarakterli olur ki, bu da sağım vaxtının uzanmasına və yelində qalıq süd miqdarının artmasına gətirib çıxarır. Buradan belə bir nəticəyə gəlmək mümkündür ki, ilk anda sağım aparatı yumşaq təsirə malik olmalı, südvermə refleksinə mənfi təsir etməməli, aktiv südvermə açılan kimi südün fasiləsiz sorulmasına şərait yaratmalıdır.

İnəyin eydirilməsi ilə sağım arasındakı vaxtı da uzatmaq olmaz [20, 327, 482]. Yadda saxlamaq lazımdır ki, oksitosin hormonu qana ifraz olunan andan da parçalanmağa başlayır. Təcrübələr göstərmişdir ki, inəyin sağımından qabaq 20 dəqiqə yelininin hazırlanması onun məhsuldarlığının 16 % azalmasına səbəb olmuşdur.

Bəzi tədqiqatçılar əmcəklərin növbə ilə (heç olmasa qabaq əmcəklər ilə arxa əmcəklər ayrı – ayrı növbə ilə) sağmaq prinsipini irəli sürərək "impuls" sağım aparatının yaranmasının əsasını qoymuşlar [270]. Buna əsas səbəb tam sağımı təmin etmək, qalıq südün miqdarını minimuma endirmək olmuşdur. "İmpuls" sağım aparatını təklif etmiş Almaniya mütəxəssisləri belə hesab edirlər ki, arxa və qabaq əmcəklərin növbə ilə sağımı zamanı sağım aparatının yelindən sallanan hissəsi rəqslər yaratdığına görə əmcək dibinin sağım stəkanına sorulmasının qarşısını almış olur. Bunun

la da yelində qalıq südə şərait yaranan amil aradan götürülmüş olur. Ancaq təcrübə bu təsirin çox cüzi olduğunu göstərdi. Əmcəklərin növbə ilə sağılma təcrübəsi göstərmişdir ki, sağımdan sonra qabaq əmcəklərdə 7 % arxa əmcəklərdə isə 15-30 % süd qalmışdır.

Südvermənin fizioloji xüsusiyyətlərindən biri də ondan ibarətdir ki, südvermə refleksindən əvvəl süd kisəsində 25 % süd olur. Südvermə başlayan zaman bəzi heyvanlarda ümumi sağım həcmi- nin 97 % -i süd kisəsinə atılır. Məhz bu şərti südvermə refleksi maşınli sağımda nəzərə alınmalıdır. Bu xüsusiyyət nəzərə alınarsa inəyi 2-3 dəqiqəyə narahat etmədən sağmaq mümkün ola bilər.

Bu gün inəklərin sağımının uzanması təsərrüfatlarda gec süd verən vərdişə malik inəklərin olmasına şərait yaratmışdır. Belə inəklər qalıq südə meyilli inəklərdir. Çox vaxt bu vərdişin əsası, ilk dəfə doğmuş inəklərin maşınli sağıma öyrənilməsi və yaxud geniş sağımın düzgün təşkil edilməməsi vaxtdan qoyulmuş olur.

Südvermə refleksinin tormozlanmasına qarşı mübarizə olduqca vacibdir. Məhz sağım zamanı südvermə refleksinin tormozlanması çətin sağılan inəklərin olmasına yol açır. Belə inəklər əvvəllər 3 dəqiqəyə sağılırdılarsa, sonradan 8 dəqiqəyə sağılırlar. Südvermə aktivliyi yaranmır. Yalnız süd kisəsindəki südü sağmaq mümkün olur. Bu halın qarşısının alınmasının yeganə yolu sağım prosesində mənfi təsirlərə səbəb olacaq ehtimalların aradan götürülməsinə nail olmaqdır.

Südvermə refleksinin tormozlanması rus alimləri İ.A. Barışnikov [117], E.P. Kokorina, S. İsrailcanov [275] tərəfindən geniş şəkildə öyrənilmişdir. Bu əsasən heyvanın əsəb sisteminin süd axan kanallarının əzələsinə təsiri ilə baş verir. Burada adrenalin əsas rol oynayır. Adrenalin oksitosinin parçalanmasına səbəb olur. Kanallarda axın normal olduqda müsbət, normal olmadıqda isə mənfi qıcıqlanma baş verir. Məhz ikinci halda adrenalinin qanda artması baş verir. Adrenalin kanal əzələlərinin sıxılmasına birbaşa deyil dolayısı ilə – süd vəzilərinin qan damarlarını sıxmaq vasitəsilə səbəb olur [476]. Bu isə bir daha sübut edir ki, sağım zamanı əmcək daxili kamera [213], süd kisəsindən südün axması asanlaşmalı-

dır ki, süd axıdan kanalcıqlarda adrenalın yaranmasına səbəb olan qıcıqlanmalar baş verməsin.

Südvərmə refleksinin tormozlaşması ilə mübarizə məhsuldarlığın artırılması şərtlərindən olduğu üçün bu faktor maşınların konstruktiv və texnoloji cəhətdən təkmilləşdirilməsində yeni şərtlər formalaşdırır.

1.1.2. Maşınla yelinin qarşılıqlı təsirinin təhlili

Bəzi inəklərdə sağım aparatının təsiri qənaətbəxş olmadıqda südvərmə prosesində fasilələr baş verir. Bunları nəzərə aldıqda demək olar ki, maşınla sağımda mastitdən çox yelinin südvərmə imkanlarının sağım aparatının təsir xarakterinə adekvat olmaması təhlükə təşkil edir. Əgər bu qayda uzun müddət davam edərsə, inəyin mərkəzi sinir sisteminə mənfi qıcıqlanmalar sistematik hal aldığından məhsuldarlıq olduqca aşağı düşmüş olur. Nəhayətdə təsərrüfatlarda il ərzində külli miqdarda süd itkisi baş verir [185, 186, 188].

Hər sağımda inəyin südvərmə qabiliyyəti ilə sağım maşınının işi arasındakı uyğunsuzluq halları sistematik şəkildə alındıqda inəklərin laktasiyanın 4..4,5 aylığında südünü kəskin şəkildə azaltması və hətta qurutması hadisəsi məlumdur. Bu servis dövrünün uzanmasına, qısırlığa və mastit olmamış inəklərin belə öz cinsi keyfiyyətlərini itirmələri səbəbindən çıxdaş edilməsinə gətirib çıxarır.

Hazırda sağım maşınlarının zootexniki, fizioloji, baytar, sanitari tələblər istiqamətində təkmilləşdirilməsi üzrə bir sıra elmi kollektivlərdə iş aparılması patent və elmi – texniki ədəbiyyatlardan [81, 82, 85, 97-99, 217, 237, 372, 386, 485] məlumdur. Bu işləri dəyərləndirmək üçün onların irəli sürdüyü tələbləri araşdırmaq kifayətdir. Bunlar aşağıdakılardan ibarətdir. Mastit nöqtəyi nəzərdən sağım təhlükəsizliyinə nail olmaq; inəyin südvərmə məhsuldarlığını qorumaq, yaxşı halda isə artırmaq; sağıcının əmək məhsuldarlığını 5-10 dəfə artırmaq; əl ilə sağıma nəzərən istehsal olunan südün yüksək keyfiyyətini təmin etmək.

Sağım aparatının əmcəyə və yelinə göstərdiyi təsirlər əmcək

ucundakı və yelinin dərisindəki sinirlər vasitəsi ilə onurğa beyninə siqnallar ötürülür [210, 213, 214]. Buradan süd vəzilərinə cavab impulsları qayıdır. Əgər siqnallar müsbət qıcıqlandırılmalardırsa (təsirlər fizioloji tələblərə adekvat olarsa), o zaman əmcək ucunda sfinkter əzələsinin müqaviməti 39-65 kPa-dan 6,5-19,7 kPa-a qədər azalır. Bu isə 4...6 saniyə ərzində baş verir. Əgər siqnallar mənfəi olarsa bu sfinkterin əzələ müqavimətinin artmasına, südvermənin tormozlanmasına gətirib çıxarır. Göründüyü kimi sağım aparatlarında aktiv südvermə zamanı sağım sürətini artırmaq məqsədi ilə vakuumin qiymətini artırmağı [215, 216, 278](ən yeni aparat "Nurlat"-da olduğu kimi) o qədər də düzgün çıxış yolu kimi qəbul etmək olmaz. Nəzərə almaq lazımdır ki, sfinkterin açıq qalması üçün 33 kPa vakuüm kifayət edə bilər ki, bu da südün böyük hissəsinin sağılması üçün təhlükəli sorma hüdudundan aşağıdır.

Sağım maşınları istehsal edən müxtəlif ölkələrin konstruktor büroları və şirkətləri əsasən ikitəktli iş prinsipinə (sorma və sıxma) üstünlük vermişlər[81, 82, 187, 332, 353, 435, 451, 527, 538]. Üçtəktli sağım aparatlarında əlavə "istirahət" taktının olması sağım stəkanının əmcəkaltı kamerasına hava verilməsi ilə əmələ gəldiyindən sağım prosesi uzanmış olur. Bu sağım aparatının yaranma tələbi naxırda kütləvi şəkildə eyni məhsuldarlıqda, yelini inkişaf etdirilmiş, yaxşı südvermə qabiliyyətli inəklərin olmasını təmin edə bilməməkdən irəli gəlmişdir [279]. Hazırda bu cür təsərrüfatçılıq sahibkarlar üçün qəbul edilməz olduğundan, maşınlı sağım baxımından da perspektivli sayıla bilməz. Yalnız məhsuldarlığı az (2500 litrə qədər) və gündə üç dəfə sağılan inəklərdə üçtəktli sağım aparatlarının istifadəsi yer ala bilər. Hətta belə təsərrüfatlarda yeni formalaşan sağmal naxır üçün ikitəktli aparatlara keçmək lazım gələcəkdir.

Sağım stəkanının əmcəkətrafi kamerası dərinləşdirilmiş sağım rezinləri əmcək dibinin stəkana sorulmasının nisbətən qarşısını almış olur. Ancaq əslində sağım qısa müddətli olarsa bu vəziyyətin yaranma təhlükəsi aradan çıxmış olur. Əmcək dibinin stəkana sorulması əsasən sağımın 7-8 dəqiqəyə qədər uzanması halında baş verir.

Sağım zamanı gizli qansağma artıq yelinin daxili boşluqlarında epitel divarların bütünlüyünün pozulmasının ilkin işarəsi sayılmalıdır. Bu əsasən vakuunun və yaxud yelinə düşən ağırlığın təsirinə baş verir. Odur ki, sağımın sürətini vakuunun artması hesabına nizamlamaq olduqca yanlış qərardır. Sağım aparatının yelindən asılan hissəsinin ağırlığına gəldikdə isə hazırda bunu bir səbəbə görə azaltmırlar. O da ondan ibarətdir ki, sağım aparatının yelindən asılan hissəsi yüngül olduqda əmcək dibi sağım stəkanlarına sorulur və prosesi çətinləşdirmiş olur. Əslində sağım sürətli gedərsə bu təhlükə zəifləyər və sağım aparatının yelindən asılan hissəsinin kütləsini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq olar.

Südvermə əyrisi funksional olaraq bir faktorlu deyildir. O, həm sinir yolları həm də hormonal (qan vasitəsi ilə) faktorlardan asılıdır. Məhz bu faktorlar südvermə refleksinin vəziyyətini müəyyənləşdirir [80]. İneklərdə südvermə əmcəyin reseptorlarının sağım qıcıqlanmaları ilə əmələ gəlsə buna qeyri şərti refleks deyilir. Odur ki, sağım aparatının konstruksiyasında şərti refleks doğuracaq amillərin axtarışı olduqca çətin məsələdir. Ancaq maşınla sağımı gücləndirəcək şərti reflektor təsirlərin axtarışının davam etdirilməsi öz aktuallığını hələ də itirməmişdir.

Maşınla sağım təcrübəsi göstərmişdir ki, hətta südvermənin qismən tormozlanması halında yelində ümumi məhsulun 25 %-i ləngiyir və qalıq süd təşkil edir. Belə vəziyyət yelin həcmindən istifadəni azaldır və xüsusi ilə geniş sağımın maşınla yerinə yetirilməsinə mane olur. Bir çox tədqiqatlarla [273, 274] inəyin məhsuldarlığı ilə qalıq süd arasında əks korrelyasiya əlaqəsinin olduğu müəyyən edilmişdir. Məhsuldarlığın artması qalıq südün azalmasına və əksinə qalıq südün artması məhsuldarlığın aşağı düşməsinə səbəb olur. Demək olar ki, qalıq süd hadisəsi bütün inəklərə aiddir. Bu həm də laktasiyanın müxtəlif dövrlərində özünü müxtəlif səviyyədə göstərə bilir. Odur ki, qalıq süd məhfumuna inək yelinin funksional vəziyyətinin komponenti kimi baxılmalıdır. Buna baxmayaraq sağım aparatlarının texnoloji və konstruktiv yaxşılaşdırılmasında bu cəhətə o qədər də diqqət yetirilməmişdir. Sağım aparatlarına sağımı stimullaşdırıcı konstruktiv elementlər

(massajorlar) reflektor mahiyyəti daşısalar da problemin əsaslı həllini təmin edə bilməmişlər. Odur ki, müasir maşınla sağım təcrübəsində qalıq südün əl və yaxud maşınla çıxardılması əməliyyatı hələ də qalmaqdadır. Maşınla sağımdan sonra qalıq südün əl ilə çıxarılmasını isə fizioloji cəhətdən əsaslandırmaq mümkün deyil [16]. Bu əməliyyatın qalmaqda davam etməsi maşınla sağım səmərəliliyini və əmək məhsuldarlığını azaldır, südün sanitar keyfiyyətini pisləşdirir, əmcəkdaxili epitel divarların bütünlüyünü pozur, gizli qansağmaya yol açır ki, bu da heyvanın mastitlə xəstələnməsi təhlükəsini artırır.

Qeyd olunanlardan başqa maşınla sağım təcrübəsi məhz maşınla sağım baxımından inəklərdə fərdi oxşar xüsusiyyətləri ortaya çıxarmışdır [85]. Bu cəhətdən onlar zəif sağılan, asan sağılan, tez sağılan və çətin sağılan ola bilər. Xüsusi ilə sonuncular südünü yavaş verir və bunların sfinkterləri bərk olur. Orta çətinlikdə sağılan inəkləri maşınla sağmaq mümkün olur. Bu cür xüsusiyyətlərə görə sağım aparatlarının müxtəlif variantlarının yaradılması məqsəddüüğun sayıla bilməz. Bu sağım maşınlarının marka çoxluğuna və sağımın mexanikləşdirilməsində müəyyən çətinliyə gətirib çıxara bilər. Əgər iri naxırın maşınla sağımı təşkil ediləcəksə, o zaman südvermə xüsusiyyətlərinə görə heyvanların qruplaşdırılması düzgün olardı.

Ümumilikdə sağım texnikası südün tərkibinə təsir göstərmir. Əl ilə sağımdan fərqli olaraq südün mexaniki və hətta bakteroloji çirklənmə ehtimalı azalmış olur [281]. Ancaq o da var ki, yuxarıda qeyd edildiyi kimi qalıq süd miqdarının artması və onun yelindən çıxarılmaması südün ümumi yağlılığının aşağı düşməsinə səbəb ola bilər.

Qeyd olunanlardan belə bir nəticə çıxarmaq olar ki, sağım aparatının əsas funksiyası əmcək və yelinə zərər yetirmədən, heyvanda narahatçılığa səbəb olan təsirlər doğurmadan, südvermə refleksi yaranan kimi südü tez sağmaqdan ibarətdir. Ancaq sağım maşınlarının bir çox yeni variantlarının yaranmasına baxmayaraq onlar hələ də inəklərdə narahatçılığa səbəb ola bilər. Bu da onların südvermə refleksini qoruya bilmək cəhətdən kifayət dərəcədə ef-

fektiv olmamasını göstərir. Xüsusi ilə yelinin əmcəkətrafi kamerasına sorulması, quru sağım, vakuunun əmcəkdaxili və yelin kisəsinə keçməsi, hidravlik zərbə kimi əmcəkdə mexaniki zədələrin yaranmasına yol açan səbəblər aradan götürülməlidir.

1.1.3. Sağım maşınlarının təkmilləşmə dinamikası və onun müasir vəziyyəti

Məlumdur ki, sutka ərzində sağmal inəyə xidmət göstərmək üçün ağır əl əməyi tələb olunur. Həm də bu əməyin məhdudlaşmış iş vaxtı yoxdur. Süd istehsalı texnologiyası nə qədər də təkmilləşsə belə, yenə də ən azı gündə 2-3 dəfə hər inəyi sağmaq lazım gəlir. Təsərrüfatda əmək prosesinin bu aktiv dövrləri səhər ertə və axşamdan keçmiş vaxtlarda, başqa sözlə insanın adətən istirahət üçün ayrılmış vaxtlarına təsadüf edir.

Hələ bir əsr bundan qabaq Böyük Britaniyada və Yeni Zelandiyada bu prosesin mexanikləşdirilməsi üzərində çalışmışlar [279, 280, 447, 527, 538]. Əslində isə maşınlı texnologiyanın nüvəsini təşkil edən maşınlı sağım və sağım aparatlarının inkişaf etdirilməsi ilə təkmilləşdirilməsinə demək olar ki, nisbətən yaxın zamanlarda başlanılmışdır.

Əgər ilk sağım maşınları əl ilə sağımı, yəni əmcəkdən südün sıxılıb çıxarılması prinsipinə əsaslanırlarsa, sonralar bu üsul mastitin inkişaf etməsi ilə baytar həkimlərin müqaviməti ilə rastlaşdı. Bundan sonra yaradılan və bu gün geniş tətbiq tapmış sağım maşınları buzovun əmcəyi əmmə yəni südün əmcəkdən sorulması prinsipinə əsaslanmışlar [259, 260, 505, 528].

Sorma prinsipinə əsaslanan ilk sağım aparatlarında inəyin yelini, əmcəklərin dördünü də içnə alan örtüklə əhatə olunurdu. Bu aparat sabit vakuumla işləyirdi. Ancaq sabit vakuum əmcəklərin kəskin hiperemiyasına səbəb olduğundan həmin aparatların istifadəsi dayandırıldı.

Bundan sonra dəyişən vakuumla işləyən sağım aparatı yaradıldı ki, burada mənfi təzyiqlik 14,5-dən 50 kPa-a qədər dəyişirdi. Təzyiqlik döyüntüləri xüsusi vakuum-nasos vəsaiti ilə yerinə yetirir.

lirdi. Burada yelini bürüyən ümumi örtük deyil, hər əmcək üçün örtük tətbiq edilmişdir. Məhz bu prinsip sağım aparatlarının konstruktiv təkmilləşməsində dönüş nöqtəsi oldu. Bundan sonra yaranan konstruksiyalar məhz hər əmcəyin döyüntülü vakuumla sağılması prinsipinə əsaslanmışlar.

Sonrakı təkmilləşdirmə sabit vakuumun döyüntülü vakuuma çevrilməsi üçün pulsatorların yaranmasına yönəldi.

Bizim respublikaya sağım maşınları ilk dəfə 1950-ci ilə Rusiyadan [37], Rusiyaya isə 1938-ci ildə Almaniyadan gətirilmişdir. Ancaq bir yandan həmin maşınların konstruktiv qüsurlarının olması, digər tərəfdən isə texnoloji biliyin çatışmaması üzündən maşınla sağım o vaxt geniş miqyasda tətbiq tapa bilmədi. Sonralar Sovet İttifaqının özündə "Temp" markalı sağım maşınının istehsalına başlandı. Ümumittifaq Kənd Təsərrüfatının Elektirikləşdirilməsi İnstitutuna dövlət tərəfindən tapşırıq verilmişdi ki, xarici sağım aparatlarında olan qüsurların aradan götürülməsi üzrə təkliflər "Temp" sağım aparatının konstruksiyasında nəzərə alınsın. Bu dövrdə Sovet İttifaqında fizioloq və konstruktorlardan ibarət iki qrup tədqiqatçılar işə başladılar ki, bunların birincisinə akademik A.Leontiyeviç, ikincisinə isə mühəndis Aronoviç rəhbərlik edirdi.

Odur ki, fizioloqlar mühəndislər qarşısında belə bir vəzifə qoydular ki, sağım aparatları üçün vakuum tənzimləyici yaratsınlar. Bunun vasitəsi ilə inəyin çətin sağılmasından asılı olaraq, onlara sağım üçün fərdi şəkildə vakuum ölçüsü nizamlanırdı.

V.F.Korolyovun [279] qeyd etdiyi kimi prinsipcə belə vakuum tənzimləyicisi yaradılmışdır. Ancaq həmin tənzimləyicinin konstruksiyası o qədər mürəkkəb olmuşdur ki, o, sağım maşınının istismarını çətinləşdirirdi. Bundan sonra vakuumun ümumi olaraq 39,5 kPa götürülməsinə cəhd edilmişdir. Ancaq bu da sağım sürətinin azalmasına səbəb olmuşdur. Hər sağım stəkanını, onu əmcəkdən avtomatik ayıran cihazla təmin etmək təşəbbüsü də müvəffəqiyyətli olmamışdır.

İkikameralı sağım stəkanının işi öyrənilərkən müəyyən edilmişdir ki, sıxma taktında əmcək altındakı vakuum tamamilə yox

olmur. İkitaxtlı sağım aparatının (sorma və sıxma taktları) işi zamanı inəyin əmcəyinin rezinlə təmasda olan zonasının qırılması və qansızlaşması digər hissəsində isə açıq bilinən hipermiya müşahidə edilmişdir [131, 132]. Bu fakt sübut edir ki, əmcəkdə qan dövranını bərpa etməyə yönəldilmiş sıxma taktı öz məqsədinə nail olmur. Sıxma taktlarında əmcək rezininin sıxılması olduqca sürətlə (bütün döyüntü vaxtının 10 % qədər müddətdə) baş verir və bu vəziyyətdə rezin ümumi döyüntü vaxtının 40 %-i qədər müddətdə qalmağa davam edir. Əmcəyin deformasiya olunmuş vəziyyətdə uzun müddət qalması qan dövranının pozulmasına və yelinin xəstələnməsinə səbəb olur.

Məhz bu məlumatlar , ikitaxtlı aparatların qeyd olunan qüsurlarının aradan götürülmə fikri V.F.Korolyov, V.S.Krasnov və D.D.Martyuqini üçtəxtli sağım aparatının konstruksiyasının işlənməsinə sövq etdi.

Əmcəyin massajının rezinin deformasiyası vaxtı (döyüntü vaxtının 10 % - i) baş verməsi və qalan vaxtın (döyüntü vaxtının 40 % - i) isə qan dövranını pozması faktı nəzərə alınaraq döyüntünün həmə 40 % vaxtını istirahət taktı etmək fikri irəli sürüldü. Bu takt massaja yaxşı əlavə kimi verilirdi ki, sorma zamanı pozulmuş qan dövranı tam bərpa olunsun.

Beləliklə üçtəxtli sağım üsulu yaranmış oldu. Bu zaman sorma taktı dəyişməz olaraq qalır, sıxma taktı qısaldılır və artıq qalan vaxt istirahət vaxtına verilir. ДА-3 üçtəxtli sağım aparatında taktlar nisbəti aşağıdakı kimi bölünmüşdür: sorma-45 %, sıxma-15 %, istirahət-40 %. Boru kəmərinə vakuumin qiyməti- 46 kPa, dəqiqədə döyüntü miqdarı isə 40-50 qəbul edilmişdir [325]. Üçtəxtli sağım aparatının mexanizmləri aşağıdakı funksiyaları həyata keçirirlər: nasos-sabit vakuum yaradır, pulsator sabit vakuumu döyüntülü vakuuma çevrilir, kollektor sıxma taktını qısaldıb istirahət taktı yaradır.

Ancaq əvvəllər cazibəli görünən bu sağım üsulu sağım müddətinin 8, hətta 13 dəqiqəyə qədər uzanmasına gətirib çıxardı ki, bu da həm fizioloji həm də istehsalat tələbləri baxımından məqbul sayıla bilməzdi. Burada mastit halları əl ilə sağımda olduğu qədər

- 4-6 % olurdu. Çexiyada Vlabek üçtaktlı sağım aparatları ilə ikitaktlı sağım aparatlarının səmərəliliyini müqayisəli şəkildə öyrənmişdir [510, 515, 533]. Təcrübələr göstərmişdir ki, üçtaktlı sağım aparatları ilə sağım apardığında südvermə refleksinin latent (gizli) dövrü, sağım vaxtı və qalıq südün miqdarı ikitaktlı sağım aparatlarında olduğundan xeyli çoxdur. Üçtaktlı sağım aparatı ilə 1 dəqiqədə sağılan südün miqdarı 0,2-1 kq olmuşdursa, bu göstərici ikitaktlı aparat üçün 1,5 kq olmuşdur.

Üçtaktlı sağım aparatının Almaniyanın "Elfa" və İsveçin "Alfa-Laval" ikitaktlı sağım aparatları ilə müqayisəli sınaqları Rusiya Federasiyasının Podolski maşın sınaq stansiyasında aparılmışdır.

Sınaqların nəticələri göstərmişdir ki, üçtaktlı DA-3 sağım aparatı həm sağma sürətinə və həm də tam sağma qabiliyyətinə görə ikitaktlı aparatlardan geri qalır. "Elfa" aparatı ilə 1 litr süd sağılmasına 56 saniyə, DA-3-lə isə 25 % çox 70 saniyə vaxt sərf edilmişdir. "Elfa" aparatı ilə sağılmış inəkdə qalıq südün miqdarı 1,2-3 kq, DA-3-də isə 2-3,5 kq təşkil etmişdir.

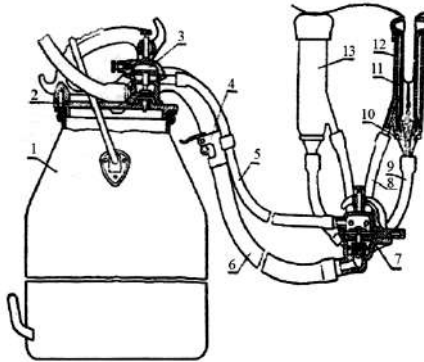
Aparatların sökülməsi, yuyulması və yığılmasına vaxt sərfi ikitaktlı aparatlarda 22 dəqiqə 58 saniyə, üçtaktlı aparatda isə 23,6 dəqiqə çox 46 dəqiqə 35 saniyə olmuşdur.

Südü bakterioloji çirklənməyə yoxlayan zaman müəyyən edilmişdir ki, üçtaktlı sağım aparatı ilə sağılan süd daha çox çirklənmişdir. Bu onunla izah edilir ki, DA-3 sağım aparatının detalları mürəkkəb quruluşa malik olduğundan çətin yuyulurlar. Bundan başqa üçtaktlı sağım aparatının konstruksiyası südün tövlənin çirкли havasından izolyasiyasını təmin edə bilmir.

Üçtaktlı sağım aparatları barədə toplanmış bu məlumatlar DA-3-ün təkmilləşdirilmiş variantının DA-3M və "Volqa" sağım aparatının yaradılmasına gətirib çıxardı. Üçtaktlı aparatların son variantlarında sağım sürətini artırmağa cəhd göstərilmişdir. Sorma taktı istirahət taktı hesabına DA – 3M - də 64% - ə, "Volqa"- da isə 60%-ə çatdırılmışdır [139]. Sıxma və istirahət taktları müvafiq olaraq DA-3M-də 11; 25 %, "Volqa"-da isə 10; 30 % - dir. Bu zaman sistemdə vakuunun qiyməti nisbətən yüksək olmaqla 50-52,6 kPa olur.

ДА-3-dən fərqli olaraq ДА-3М-də aparatın həm üçtaktlı, həm də ikitaktlı rejimdə işləməsi nəzərdə tutulmuşdur. İkitaktlı rejimdə taktlar nisbəti sormanın sıxmaya olmaqla 64:36 götürülmüşdür. Üçtaktlı rejimə keçdikdə sorma taktı olduğu kimi qalır, yalnız sıxma taktı hesabına 11% sıxmaya və 25% istirahətə verilir. İstirahət taktlarında sağım stəkanının əmcəkaltı və divarlararası kamerasında atmosfer təzyiqi təsir göstərir. Üçtaktlı sağım aparatlarında döyüntülər tezliyi adətən dəqiqədə 60-a bərabər götürülür.

ДА-3М sağım aparatından “Volqa” aparatı onunla fərqlənir ki, burada sağım sürətini sorma taktını artırmaq (64 %) hesabına deyil, istirahət taktlarında əmcəkaltı kamerada bir qədər vakuum (10,5-13,2 kPa) saxlamaqla həyata keçirilir. Göründüyü kimi burada aktiv südvermə halı üçün özünəməxsus şəkildə fasiləsiz sorma vəziyyətinin yaranmasına cəhd edilmişdir. “Volqa” sağım aparatının (şək.1.1) bir xüsusiyyəti də ondan ibarətdir ki, əmcəkaltı kamerada azaldılmış vakuum saxlandığı halda sağım stəkanının divarlararası kamerasına atmosfer təzyiqi verilir.



Şək.1.1. “Volqa” sağım aparatı:

- 1-vedrə; 2-vedrənin qapağı; 3-pulsator; 4-süd şlanqının sıxıcısı;
- 5-hava şlanqı; 6-süd şlanqı; 7-kollektor; 8-vakuum borucuğu;
- 9-süd borucuğu; 10-birləşdirici həlqə; 11-əmcək rezini; 12-stəkan gövdəsi; 13-sağım stəkanları.

Aparatın bu xüsusiyyəti istirahət taktında əmcək rezininin əməyə yapışmasına, onu vakuum təsirindən qorunmasına və stəkan-

ların əmcəkdə daha yaxşı tutulmasına kömək edir. İstirahət taktında əmcək altında vakuumin az miqdarda qalması kollektorda membrana altı həlqədəki dəşiklərin sayını azaltmaq hesabına olmuşdur.

Qeyd olunan müsbət texnoloji əlamətlərin olmasına baxmayaraq bu aparatlar inəyin südvermə xüsusiyyətinə adekvat təsirə malik olmamaqla geniş sağımı effektiv təşkil etməyə imkan vermir. Sağım ikitaktlı aparatlarla müqayisədə daha ləng gedir. Sonralar keçmiş Sovet İttifaqında ikitaktlı aparatların da müxtəlif variantları ДА-2М "Mayqa" (Q.Zaltsmanis), ДПП-2 (A.Skromanis, E.Kelps), "Stimul", "Temp" (V.F.Korolyov), АДУ-1 yaradılmışdır [264, 279, 358, 418].

ДА-2М "Mayqa" ikitaktlı sağım aparatı ДА-3М və "Volqa" sağım aparatları ilə müqayisədə daha yüksək məhsuldarlığa malikdir [41]. Bu sağım aparatlarının sınaq məlumatlarında onların baytar, texniki və gigiyena tələblərinə cavab verməsi qeyd olunur. "Mayqa" sağım aparatları ilə sağılmış süd mexaniki çirklənməyə görə yoxlanarkən o birinci növ təmizliyə aid edilib. Süddə bakteriyaların miqdarı isə əla keyfiyyətli süddə buraxılan miqdardan 3-5 dəfə az olmuşdur.

Qeyd olunanlara baxmayaraq "Mayqa" sağım aparatları sağımın əvvəlindən axırına qədər güclü rejimdə işləyir, kəskin təsirə malik olduğu üçün südvermənin latent dövrü uzana bilər. Qalıq süddün miqdarı qənaətbəxş hədudunda deyildir. Bu aparatlar hamar südvermə əyrisinə malik olan inəkləri sağmaqda nisbətən əlverişli sayıla bilər.

"Stimul" sağım aparatı ДА-3М bazasında yaradılmışdır. Bu sağım aparatının stəkanları birkameralı, konus şəkilli olub, şəffaf materialdan hazırlanmışlar. Stəkanların şəffaf olması hər əmcəkdən süd sağımını müşahidə etməyə imkan verir. Stəkanların aşağı hissəsi şlanqlarla kollektora birləşdirilmişlər. Stəkanların yuxarı hissəsinə isə qofrlu əmcəkaltı rezin geydirilmişdir. Məhz bu əmcəkaltı rezinlərin hesabına stəkanlar əmcəklərdə saxlana bilər.

Bu qofrlu əmcəkaltı rezin sağım aparatının işi zamanı açılıb-yığılma hərəkəti edir. Belə hərəkət inəyin yelini rəqsi olaraq itə-

ləməklə onu massaj edir [374]. Belə sağım stəkanlarının müsbət tərəfi ondan ibarətdir ki, burada əmcək rezini işlədilmir. Bu isə sağım aparatına texniki xidməti sadələşdirir və onun iş etibarlığını artırmış olur. Bu sağım aparatlarında pulsator və kollektor ДА-3М aparatında olduğu kimidir. Fərq bir ondadır ki, "Stimul" aparatı ikitaktlı rejimdə işləyir. Ancaq burada sorma-sıxma taktları deyil sorma və istirahət taktı təsir göstərir. Sonra taktı tam döyüntü vaxtının 60, istirahət taktı isə 40 %-ni təşkil edir.

Bu aparatlarda qofrlu əmcəkaltı rezin kameraya yelinin sorulması, daha doğrusu stəkanın yelinə doğru yeriməsi müşahidə edilir. Bunun qarşısını almaq üçün stəkanlara yük bağlamaq lazım gəlir ki, bu da iş prosesinə mənfi təsir göstərir.

Maşınla sağım təcrübəsindən məlumdur ki, aparatın işi pozulduqda və yaxud digər mənfi qıcıq yarandıqda çox vaxt inək ayağı ilə sağım stəkanlarını əmcəklərdən tullayır. Əgər vedrəli sağım aparatı işlədilirsə inək vedrəni də aşırı bilir. Bu zaman pəyədəki çirk stəkanlar vasitəsi ilə sorulub südü çirkləndirir. Bunun qarşısını almaq məqsədi ilə ДА-3М bazası əsasında "Sputnik" sağım aparatı yaradılmışdır. Bunun əsas fərqi ondan ibarətdir ki, sağım zamanı sağım vedrəsi inəyin belindən asılır. İş prinsipi isə ДА-3М-də olduğu kimidir. Əslində "Sputnik" sağım aparatı sağım prosesinə keyfiyyətli dəyişiklik verməməklə vedrənin inək belinə bağlanması və açılması kimi əlavə əl əməyinə ehtiyac yaratmışdır.

Digər aparatlardan fərqli olaraq "Temp" sağım aparatı südün fasiləsiz sorulmasına əsaslanmışdır. Bu aparatda digər ikitaktlı aparatlarda olduğu kimi əmcəkaltı kamerada daim vakuum saxlanılır. Bu vakuumun qiyməti 43,4-47,4 kPa olur. Sağım stəkanlarının divarlararası kamerasında isə döyüntülü vakuum olur. Döyüntülü vakuum əmcəkaltı kameradakı vakuumun 43-63 % hüdudunda olur. Burada əmcək rezini yarımsıxılı vəziyyətdə dəqiqədə 150-200 döyüntü ilə yalnız əmcəyi massaj edir. Bu aparatın pulsatorundan başqa qalan elementləri ДА-3М və "Volqa" sağım aparatlarında olduğu kimidir.

Göründüyü kimi sıxma taktının inəyin aktiv südvermə zamanı mənfi təsiri nəzərə alınaraq burada fasiləsiz sağıma üstünlük veril-

mişdir. Ancaq bu aparatın nöqsan cəhəti ondadır ki, fasiləsiz sağım inəyin südvermə xarakterinə uyğun deyil, bütün sağım dövrü təsir göstərir. Burada hidravlik zərbə təhlükəsi aradan götürülmüşsə də quru sağım kimi təhlükəli halın ehtimalı artmışdır.

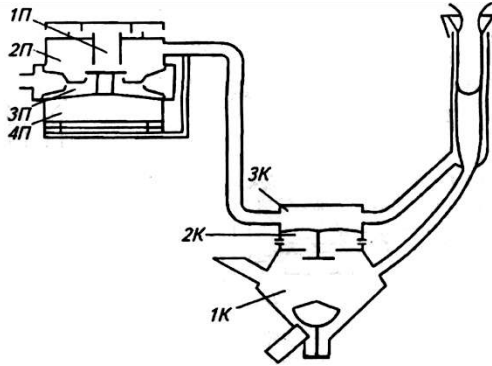
ДПП-2 sağım aparatı ikitaktlı olub dəqiqədə 110-120 döyüntü ilə işləyir [122]. Bunlarda sorma taktı uzadılmış və tam döyüntü vaxtının 70 %-ni təşkil edir. Qalan 30 % vaxt sıxma taktına verilmişdir. Bu aparatın kollektorunda üzücü tərtibat vardır ki, onun köməyi ilə sağımın başlanğıcında və sonunda əmcəkaltı kamerada vakuumun qiyməti aşağı salınır. Üzücü tərtibat həmçinin bütün sağım prosesi ərzində əmcəkaltı kamerada vakuumun stabilləşməsinə xidmət edir [387, 388].

Demək olar ki, ilk dəfə bu aparatda inəyin südvermə aktivliyinə adekvat rejim dəyişikliyinin vacibliyi nəzərə alınmışdır. Ancaq burada südvermənin ideal əyrisi əsas qəbul edilmişdir. Təcrübədə isə məlumdur ki, ideal südvermə əyrisinə ümid etmək olduqca çətindir. Bu sağım aparatının digər cəhəti ondan ibarətdir ki, sağım vaxtı vakuumun nizamlanmış qiymətindən aşağı düşməsinə yol verilməməlidir. Əks halda sağım stəkanları əmcəkdən düşürlər. Sağımın sonunda stəkanların yelinə doğru sorulduğu üçün onları aşağı çəkmək lazım gəlir. Stəkanları bir əl ilə çəkib, o biri əl ilə yelini masaj etmək lazımdır ki, qalıq süd maşınla sağılsın. Südvermənin sonunda stəkanların əmcəklərdə qalması əmcəklərə ağırlı təsir göstərir.

АДУ-1 sağım aparatları qeyd olunan markalara nəzərən nisbətən sonrakı dövrə aiddirlər. Bunlar unifikasiya olunmuş aparatlar sayılmaqla ikitaktlı və üçtaktlı rejimlərdə işləyə bilirlər [128, 276]. Birinci variantda dəqiqədə 70 döyüntü, ikinci variantda isə dəqiqədə 60 döyüntü ilə işləyir. АДУ-1 sağım aparatının aşağı vakuumlu АДУ-1-03 (АДН-1) və stimullaşdırıcı АДУ-1-04 (АДС-1) variantları da buraxılır (şək.1.2 və şək.1.3).

Aşağı vakuumlu sağım aparatının (şək.1.2) iş xüsusiyyəti aşağıdakı kimidir. Aparat işə qoşulduqda 3П kamerasına vakuum verilir. Bu zaman 4П kamerasında atmosfer təziyi olduğu üçün təziqlər fərqi membranlı klapanı qaldırır və 1П kamerası ilə 2П

kamerasının əlaqəsini kəsir. Bu zaman 2Π və 3K kameraları əlaqələnir. Vakuum 2Π və 3K kameralarına keçir. 3K kamerasındakı vakuumun hesabına oradakı klapan qalxır və 2K kamerası ilə 1K kameraları arasında əlaqəni kəsir. 1K kamerasında və 3K kamerasında vakuum olduğu üçün sağım stəkanlarında sorma taktı baş verir.



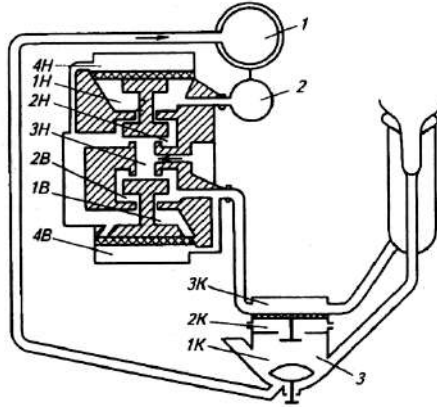
Şək.1.2. АДУ-1-03 aşağı vakuumlu sağım aparatının sxemi:

1Π-pulsatorun atmosfer təzyiqli kamerası; 2Π və 4Π-pulsatorun dəyişən təzyiqli kameraları; 3Π-pulsatorun sabit vakuum kamerası; 1K və 3K-kollektorun dəyişən təzyiqli kameraları; 2K-kollektorun atmosfer təzyiqli kamerası.

Taktın sonuna yaxın 2Π kamerasından kanal vasitəsi ilə vakuum sızıb 4Π kamerasına dolur. Bu zaman klapan aşağı düşür 1Π kamerası ilə 2Π kamerası əlaqələnir, 2Π kamerası ilə 3Π kamerası arasındakı əlaqə kəsilir. 1Π kamerasından 2Π kamerasına dolan atmosfer təzyiqli 3K kamerası vasitəsi ilə sağım stəkanının divarlararası kamerasına keçir və sıxma taktı baş verir. Bu zaman kollektorun 3K kamerasında atmosfer təzyiqli olduğu üçün klapan aşağı düşür 2K kamerası ilə 1K kamerasını əlaqələndirir. Bu 1K kamerasına hava sorulmasını və sağım stəkanının əmcəkaltı kamerasında vakuumun 8-10,5 kPa-a enməsinə səbəb olur. Bu hadisə sorma taktında əmcəyin pozulmuş qan dövrənini bərpa etmək məqsədi daşıyır.

Stimullaşdırıcı sağım aparatında (şək.1.3) iş prosesi aşağıdakı

kimi cərəyan edir. Pulsatorun aşağı tezlikli bloku vakuum boru-kəmərinə birləşdirilir. 2H kamerasının çıxışı 1B yüksək tezlikli blokun girişinə, 2B yüksək tezlikli blokun çıxışı isə kollektorun dəyişən təzyiq paylayıcı kamerasına birləşdirilir.



Şək.1.3. ADY-1-04 stimullaşdırıcı sağım aparatının sxemi:

1H və 2H-pulsatorun sabit və dəyişən təzyiq kameraları; 3H-ümumi hava kamerası; 4H və 4B-idarəedicilər kameraları; 1V və 2V- giriş və çıxış kameraları; 1-süd boru kəməri; 2-vakuum boru kəməri; 3-kollektor; 1K-kollektorun süd toplayıcı kamerası; 2K-kollektorun atmosfer kamerası; 3K-kollektorun dəyişən təzyiq paylayıcı kamerası.

1H kamerasına sabit vakuum verilir. Onun 2H çıxışından isə 1B yüksək tezlikli blokun girişinə 1Hs tezliklə növbə ilə dəyişən vakuum-atmosfer təzyiqləri verilir. 1B yüksək tezlikli blokun girişinə vakuum verildikdə o, işləyir vakuumu 10Hs tezlikli döyüntülü vakuuma çevirər və bu da sağım stəkanlarının divarlararası kamerasına ötürülür. Bunun nəticəsində əmcək rezini eyni tezliklə və 1...2 mm amplitudla rəqslər edərək südverməni stimullaşdırır. 1H kamerasından vakuum kanal vasitəsi ilə 4H idarəetmə kamerasına sızaraq orada təsir göstərməyə başlayır klapan membrana ilə yuxarı qalxır. Atmosfer təzyiqi kanal vasitəsi ilə 1B kanalına sonra isə kollektorun dəyişən təzyiq kamerası vasitəsi ilə sağım stəkan-

larının divarlararası kamerasına ötürülür və sıxma taktı baş verir.

Göründüyü kimi АДУ-1 tipli sağım aparatlarının yaradılmasında bu sahədə toplanmış təcrübələrin ümumiləşdirilməsinə, sıxma taktının yumşaldılması, əmcəkaltı kamerada vakuumin azaldılması, titrəyişli stimullaşdırma tətbiqi və s. əlamətlərin bir aparatda yerinə yetirilməsinə çalışmışlar [357]. Bütün bunlara baxmayaraq АДУ-1 aparatları təcrübədə özlərini ya "Volqa" və ya "Mayqa" kimi göstərmişlər.

Sağım maşınlarının sürəti sağım təmin etmə iddiası daim konstruktor və mütəxəssislərin diqqət mərkəzində durduğundan patent ədəbiyyatı bu sahədə müxtəlif təkliflərlə zəngindir [268, 419]. Ancaq bunların çoxu təcrübə nümunəsi mərhələsində qalmış, istehsalata yol tapa bilməmişlər. Yalnız son illər Rusiya Federasiyası sağım maşınları bazarına yeni "Nurlat" markalı sağım aparatı təklif etmişdir [215].

Bu aparatda sağım prosesini təbii sağıma yaxınlaşdırmaq cəhdi edilmişdir. Aparat iki səviyyəli yumşaq (33 kPa) və nominal (50 kPa) vakuumla işləyir. Burada sağım prosesi zamanı inəyin südvermə səviyyəsinə (vahid vaxt ərzində çıxan süd miqdarı) nəzarət etmək və buna uyğun olaraq vakuum qiymətini avtomatik olaraq dəyişmək imkanı nəzərdə tutulmuşdur. Südvermə səviyyəsi 200 q/dəqiqədən az olduqda aparat yumşaq rejimdə, südvermə 200 q/dəqiqədən yuxarı olduqda isə aparat nominal rejimdə işləyir.

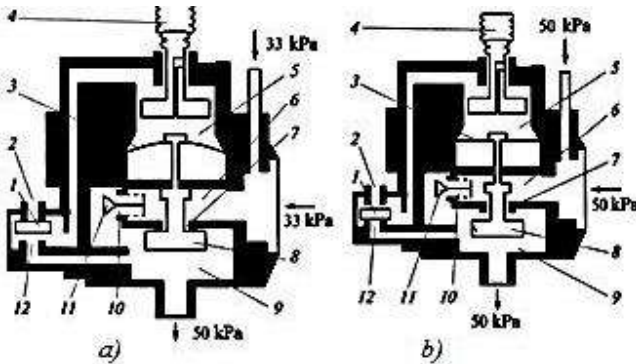
Funksional olaraq aparat dörd bölmədən: südvermə datçikindən, ikipozisiyalı vakuum reduktorundan, pulsator və kollektordan ibarətdir.

Aparatın iş prinsipi belədir ki, südvermə datçikində südvermənin həqiqi və onun müəyyən edilmiş qiymətləri tutuşdurulur və onların nisbətindən asılı olaraq vakuum reduktoru aparatın müvafiq iş rejimini təmin edir. Vakuum reduktor tərəfindən nizamlanmış vakuum səviyyəsi, pulsator tərəfindən həyata keçirilən sorma və sıxma taktlarının tezliyini də müəyyən edir.

Pulsatora əlavə olan vakuum reduktor (şək.1.4) və südvermə datçiki (şək.1.5) konstruktiv yenilik hesab edilir. Yumşaq rejim

(şək.1.4,*a*) sağımın başlanğıcında stimulyasiya fazasına və sağımın sonunda qalıq südün çıxarılma fazasına uyğun gəlir. Bu zaman maqnit 1 yuxarı vəziyyətdə olub, reduktorun daxilini atmosferlə birləşdirən deşiyi 2 bağlamışdır. Bu vəziyyətdə onu saxlayan südvermə datçiki tərtibatındakı (süd qəbul qabı) üzücü üzərindəki maqnitdir. Bu zaman kamera 12 açıq olduğundan kamera 9 və kamera 5-də vakuumin qiyməti eyni olur.

Kamera 5-də vakuum olduqda silfon 4 sıxılır və klapın 8-lə əlaqəli olan membrana 3-ü yuxarı çəkir. Bu zaman idarəedici klapın 8 deşik 7-ni bağlayır. Kamera 9 və kamera 6 ilə əlaqəyə və drossel klapına malik deşik 10 vasitəsi ilə drosselləşən havanın hesabına kamera 6-da 33 kPa qiymətində sabit vakuum yaranır. Məhz bu vakuum pulsatorunda, kollektorda və sağım stəkanlarında təsir göstərir.



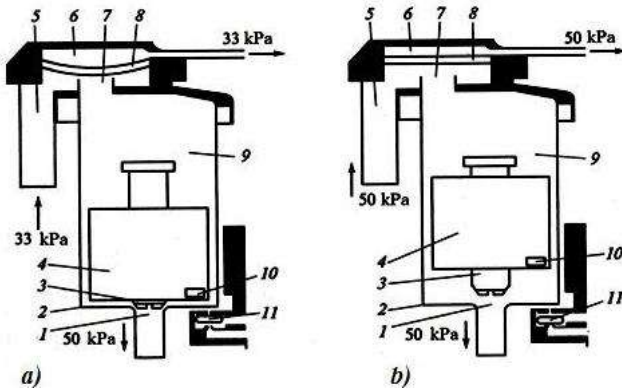
Şək.1.4. "Nurlat" sağım aparatının vakuum reduktorunun sxemi:

a) yumşaq rejim; *b)* nominal rejim; 1-maqnit; 2; 7; 10-deşiklər; 3-membrana; 4-silfon; 5; 6; 9; 12-kameralar; 8-idarəedici klapın; 11-drossel klapını.

Əsas sağım nominal rejimdə (şək.1.4,*b*) gedir. Südvermə artıqda südvermə datçiki tərtibatının süd qəbul qabının üzücüsü yuxarı qalxır və onun üzərindəki maqnit vakuum reduktorunun maqnitindən 1 uzaqlaşır. Maqnit 1 ağırlığı ilə aşağı düşür deşik 2-ni açır, buradan hava kamera 5-ə keçir. Kamera 5-də atmosfer təz-

yiqi olduğundan silfon açılır və membrana 3 əvvəlki vəziyyətə gətirilərək deşik 7-ni açır və kamera 6 ilə kamera 9-da vakuüm qiymətinin eyniliyini (50 %) təmin edir.

Südvermə datçikinin (süd qəbul edən) yumşaq rejimdə (şək.1.5,*a*) mili 3 və üzücüsü 4 stəkan 2 dibində olur. Süd milin 3 altındakı drenaj deşiyindən keçib gedir. Bu rejimdə üzücünün 4 maqnit 10 idarəetmə blokunun maqnitini 11 yuxarı vəziyyətdə saxlayır. Bu zaman idarəetmə bloku yumşaq rejim təmin edir. Membrana üstü kamerada 633 kPa vakuüm yaranır. Kamera 6 və kamera 9 arasında təzyiqlər fərqi olduğundan membrana 8 aşağı düşüb deşik 7 ilə vakuümü drosselləşdirərək kamera 5-də vakuümün qiymətinin 33 kPa-a düşməsinə təmin edir. Bu isə kollektorun süd toplama kamerası və sağım stəkanlarının əmcəkaltı kamerasında vakuümün 33 kPa olmasını təmin edir.



Şək.1.5. Südvermə datçikinin (süd qəbul qabının) sxemi:

a) yumşaq rejim; *b*) nominal rejim; 1-deşik; 2-stəkan; 3-mil; 4-üzücü; 5-kamera; 6-membranüstü kamera; 7-drossel deşiyi; 8-membrana; 9-membranaltı kamera; 10-maqnit; 11-idarəetmə blokunun maqnitini.

Nominal rejimdə (şək.1.5,*b*) südvermə çox olduğu zaman stəkana gələn süd drenaj deşikdən tam keçə bilməyib ləngiyir və üzücünü 4 yuxarı qaldırır. Açılmış deşikdən 1 süd sərbəst süd boru kəmərinə axır. Bu zaman maqnit 10 yuxarı qalxdığı üçün maqnit 11-i saxlamır. İdarəetmə blokunun maqnitini aşağı düşdüyü üçün

yuxarıda qeyd olunan kimi nominal sağım rejimi başlayır. Bu zaman kamera 6 və kamera 9-da vakuumin qiyməti 50 kPa olduğundan membrana 8 öz vəziyyətinə qayıdır, deşik 7 açıq olduğundan kamera 5-də, kollektorun süd toplama kamerasında və sağım stəkanının əmcəkaltı kamerasında 50 kPa qiymətində vakuum olur. Göründüyü kimi "Nurlat" qurğusunda inəyin südvermə qabiliyyətinə uyğun əmcəkaltı kamerada vakuum qiymətini tənzimləmə prinsipi seçilmişdir. Ancaq qeyd etmək lazımdır ki, əlavə edilmiş tərtibatların konstruktiv mürəkkəbliyi həmin aparatların qiymətini artırmış, onlara texniki xidmətləri çətinləşdirmiş, onların istismar etibarlılığını azaltmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, bu aparatlarda hidravlik zərbə təhlükəsi aradan götürülməmişdir.

Bir sıra mütəxəssislərin fikrincə [106, 128, 129] müasir sağım aparatları təkmilləşmə yolunda o qədər də köklü dəyişikliyə uğramış deyillər. Odur ki, araşdırmaların fərqli yanaşma tərzinə də az rast gəlinir.

L.Peynoviç buzovun əmmə mexanizminə başqa tərzdə izah verərək "Doyarka" sağım aparatı təklif etmişdir [280]. Bu aparatın sıxma taktında əmcək dibindən ucuna tərəf sıxaraq süd çıxarılır. Bu zaman südün əmcək altında təzyiqlik buzovun sorması zamanı yaratdığı təbii təzyiqlik hüdudunda olur. Bu sağılan südün kollektora nəql olunmasına kifayət edir. Burada ikinci takt istirahət taktıdır ki, əmcək sərbəst buraxılır və əmcəkaltı təzyiqlik isə onun yeni süd payı ilə dolmasına kömək edir. Göründüyü kimi bu aparatda əmcəkdən süd çıxarılması əsasən sıxma taktında yerinə yetirilir.

Bununla belə, müəllifin fikrincə aktiv südvermə dövründə, sfinkterin qeyri-şərti reflektor zəifləməsində əmcəkdən süd istirahət taktında da axır. Ancaq bu aparatın ilk nümunələri ümüdverici olmadı və onlarda istənilən sağım sürəti təmin edilmədi. Bu aparatlar təcrübədə yayıla bilmədilər.

Amerika Birləşmiş Ştatlarının "Perfekshn" şirkəti sağılmış əmçəyin sağım stəkanını dərhal işdən çıxarılmasını təmin edən sağım aparatları buraxmışdır. Bu, quru sağımın qarşısını almaq və iki-taktlı sağım aparatının əmcəkdə artıq qalma təhlükəsini aradan götürmək üçün irəli atılmış addımdır. Görünür sağıcının diqqətliyi-

nə etibar olmadığı üçün konstruksiyanın mürəkkəbləşməsi, aparatın qiymətinin artırılması amerika konstruktörları üçün məqbul sayılır. Ancaq təcrübə göstərmişdir ki, bu cür aparatlar vedrəsi inəyin belindən asılan aparatlar üçün daha münasib ola bilər. Əks halda işdən çıxarılmış stəkanlar yelindən asılan hissənin yerə düşməsi ilə nəticələnmə bilər. Burada bir xüsusiyyət də ondan ibarətdir ki, hər hansı əmcəkdə müvəqqəti olaraq südverimi dayanarsa onu yenidən bərpa etmək çətinlik törədəcəkdir ki, bu da inəyin məhsuldarlığının aşağı düşməsinə səbəb ola bilər.

Hər əmcəyin avtomatik işdən çıxarılması xüsusi tərtibatdan ibarət olub, sağım vedrəsinin qapağında yerləşdirilir və sağım stəkanları ilə əlaqələndirilir. Hər tərtibatda üzücü vardır ki, südvermə dayandıqda o kamerada dibə çökür və əmcəyə gedən vakuum deşiyini tutur. Aparatı işə salmazdan qabaq bütün üzücülər əl ilə yuxarı qaldırılmalı və kamera süd ilə dolana qədər bu vəziyyətdə saxlanılmalıdır. Göründüyü kimi üzücünün yuxarı vəziyyətində qalması kameraya gələn südün miqdarından asılı olur. Sağım sürəti yavaşlırsa (200 q/dəqiqə) kamerada süd səviyyəsi aşağı düşür, üzücü kameranın dibinə enib çıxış deşiyini bağlayır və stəkan əmcəkdən düşür. Bu konstruksiyalı aparatlarda qalıq südün də həddindən çox olacağını ehtimal etmək olar. Söz yox ki, belə aparatları təkrar südvermə xüsusiyyətinə malik inəklər üçün tətbiq etmək mümkün deyil. Amerika mütəxəssisləri isə belə inəklərin sağımqabağı yaxşı eydirilməsini tövsiyə edirlər.

Bundan başqa Amerika Birləşmiş Ştatlarında sağımın qurtarması barədə siqnal (daha çox işıq siqnalı) verən avtomatlar da tətbiq edilmədiyinə başlanmışdır. Bunlar artıq stəkanların yerə düşmə halının qarşısını almış olur. Sağım aparatlarının bu istiqamətdə təkmilləşdirilməsi Böyük Britaniyada da yer almışdır. Göründüyü kimi bu ölkələrdə əsas diqqət sağımın sonunda stəkanların əmcəkdə artıq qalmamasına yönəlmişdir. Çünki istər sağım prosesi zamanı və yaxud istərsə də sağımın sonunda quru sağıma yol verilməsi yelinin və əmcəklərin zədələnməsinə, subklinik və klinik mastitin baş verməsinə, südvermənin tormozlaşmasına, məhsul itkisinə daha çox yol açan səbəbdır [455, 456, 464].

Tədqiqatlarla təsdiq olunmuşdur ki, 40 kPa vakuumla işləyən sağım aparatını 45 saniyəliyinə ələ tutduqda həmin yer qızırır və nöqtələrlə qan sızması müşahidə edilir. Odur ki, əmcəkdaxili boşluğun incə divarlarının məhz quru sağım zamanı vakuumun təsirindən dağıla bilməsini söyləyən mütəxəssislərlə razılaşmamaq mümkün deyil. Bunu nəzərə alaraq bir daha sağımın aktiv südvermə dövründə sürətlə getməsi və uzanmamasının nə qədər vacib olmasını qeyd edə bilərik. Maşınlı sağımda avtomatlaşdırma meylləri keçmiş Sovet İttifaqında davam etdirilmiş [401, 428, 467, 481] və son formasını yaradılmış УДА-24 "Komsomolka" sağım qurğusunda tapmışdır [360]. Bu qurğuda sağım öncəsi yelinin sanitari işləməsi, yelinin massajı, sağım, qalıq südün çıxarılması, südün uçotu, nəql etdirilməsi, soyudulması və sağım zamanı heyvanlara qüvvəli yem verilməsi avtomatlaşdırılmışdır. Bütün bunlara baxmayaraq "Komsomolka" qurğusunda yalnız ikitaklı "Mayqa" sağım aparatından istifadə edilmişdir. Burada inəyin südvermə xüsusiyyəti deyil, sağım aparatının dəzgahda avtomatik olaraq yelinə asılması, sağımın sonunda qalıq südü çıxarmaq üçün rəqsli hərəkətlər etməsi, aparatın işdən çıxarılıb kənarlaşdırılması üçün tərtibatların olması əsas götürülmüşdür.

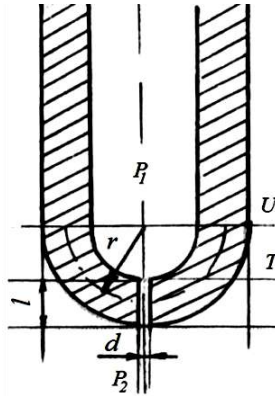
Son zamanlar respublikamızın fermer-kəndli təsərrüfatlarında ənənəvi sağım aparatları yerinə İsveç və Türkiyə istehsalı olan iki aparatlı səyyar "De-Laval", "Çapar", "Sezer" və "Albena" sağım aparatlarının tətbiq edilməsi ilə rastlaşmaq mümkündür [78]. Bu aparatların xüsusi cəhəti ondan ibarətdir ki, bunlar individual vakuum-nasosdan qidalanır və sistemdə vakuum düşməsi təhlükəsi aradan götürülmüşdür. Ancaq aparatlar konstruktiv və texnoloji cəhətdən ikitaklı "Mayqa" aparatlarına olduqca yaxındırlar.

Qeyd olunanları nəzərə alaraq belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, sağım texnikasının təkmilləşdirilməsi böyük yol keçmiş və çoxlu variantda konstruktiv nümunələr yaradılmışdır. Bu konstruksiyaların əksəriyyəti istehsal və tətbiq baxımından geniş miqyas almamasına baxmayaraq onlar hələ də daha kamil konstruksiyaların işlənməsi üçün geniş məlumat mənbəyi, təkmilləşmə prosesinin yeni mərhələlərə qalxmasında baza rolunu oynayırlar.

1.2. SÜDVERMƏ VƏ SAĞIM APARATININ REJİM PARAMETRLƏRİ ARASINDAKI ƏLAQƏNİN NƏZƏRİ TƏHLİLİ

1.2.1. Sağım sürətini şərtləndirən mexaniki təsirlərin təhlili

Yelindən südü boşaltmaq üçün südvermənin fizioloji mexanizmləri, yəni yelindaxili təzyiqin artması və əmcək sfinkterinin tonusunun azaldılması kifayət deyildir [62]. Odur ki, başlıca olaraq sfinkterin müqavimətini dəf etməyə yönəldilmiş əlavə xarici qüvvə təsiri ilə süd yelindən çıxarılır [229, 298]. İnaəyin əmcəyinin qalın elastik divarlara malik qab kimi baxmaq olar. Əmcək kanalı əmcək ucundan yuxarıda yerləşib, onun qövsvari ucunu yarı bölür (şək.1.6).



Şək.1.6. Əmcək ucunun quruluş sxemi:

U - əmcək ucu; T - əmcək tərəsi.

Kanalı açmaq üçün əmcək ucu dartılmalıdır. Buzov anasını əməndə o, əmcəyin dibindən tərəsinə qədər uzunluğunu bir qədər qısaldır, daxili təzyiqi p_1 artırır. Əl ilə sağımda da əmcəkdaxili təzyiq artırılır. Bundan başqa buzovun əmməsi və maşınli sağım zamanı əmcək ucuna xarici təsir-vakuüm təsiri p_2 də mövcud olur. p_1 və p_2 təzyiqləri nəticəsində əmcək ucu dartılır. Demək əmcək

kanalının en kəsik sahəsini aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$\omega_2 = f(p_1 - p_2). \quad (1.1)$$

Əmcək kanalı açıldıqda oradan süd axmağa başlayır. p_1 və p_2 təzyiqləri kanalın bu və digər ucunda potensial səviyyələr fərqi yaradır. Bu zaman süd sərfi aşağıdakı parametrlərdən asılı olur:

$$Q_s = \mu \varepsilon_1 d \left(g; \omega_2; \frac{p_1 - p_2}{\rho} \right), \quad (1.2)$$

burada μ - Puasson əmsalı;

ε_1 - nisbi uzanma;

g - sərbəst düşmə təcili, m/san²;

ρ - südün sıxlığıdır, kq/m³.

Əmcəyin deformasiyası onun uzanması ilə əlaqəli olduğundan və bunun əmcək ucuna təsirinin az olduğundan onu nəzərə almaq olar. p_1 və p_2 təsirindən əmcək ucu yarımşfera forması alır. Buna görə əmcək ucuna qalın divarlı yarımşferik qab kimi baxmaq olar. Deformasiya nəticəsində əyrilik radiusu $r - \Delta r$ qədər, qövsün uzunluğu L isə ΔL qədər artmış olur. Huk qanununa əsasən nisbi uzanma aşağıdakı kimi olur:

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{E} (\sigma_t - \mu \sigma_r) = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta r}{r}; \quad (1.3)$$

$$\Delta L = \pi r \varepsilon_1 = \pi \frac{r}{E} (\sigma_t - \mu \sigma_r), \quad (1.4)$$

burada E – elastiklik modulu (Yung modulu), 10^{-7} N/m²;

σ_t – əmcək ucunun elementar hissəciyinin gövdə bucağı kənarları üzrə gərginlik;

σ_r – sferik səth üzrə gərginlikdir.

Kiçik bucaqlar üçün ΔL qövsü çəkisi xordaya bərabərləşir. Bu variantda o, əmcək kanalının gətirilmiş diametri kimi qəbul edilə bilər.

$$d = k\Delta L, \quad (1.5)$$

burada $k=1$ - mütənasiblik əmsəlidir.

Əmcək kanalından süd səfrini Bernulli tənliyindən istifadə edərək tapmaq olar:

$$Q_s = \omega_2 \varphi \sqrt{2g \left[\left(\frac{p_1 + p_2}{\rho} \right) \pm \frac{1}{g} \int_0^l \beta \frac{\partial v}{\partial t} dl \right]}, \quad (1.6)$$

burada φ - sərfiyyat əmsəli;

l – əmcək kanalının uzunluğu, m;

β - axının canlı en kəsiyi boyunca sürətlərin qeyri bərabər paylanmasına görə itkiləri nəzərə alan əmsəl;

v – əmcək kanalında süd axınının sürətidir, m/san.

Əmcəyin deformasiyasını nəzərə alaraq sorma taktından daha uzun müddətə (aktiv südvermə dövrü) orta sağım sürətini təyin etmək üçün riyazi ifadə müəyyən edə bilərik. Bunun üçün sorma taktında südün axma vaxtının bir döyüntü vaxtına nisbətini nəzərə alan yeni əmsəldən (τ) istifadə edirik

$$Q_s = 7,7\tau \frac{r^2}{E^2} (\sigma_t - \mu\sigma_r)^2 \cdot \varphi \sqrt{2g \left[\left(\frac{p_1 + p_2}{\rho} \right) \pm \frac{1}{g} \int_0^l \beta \frac{\partial v}{\partial t} dl \right]}. \quad (1.7)$$

Bu (1.7) südün əmcəkdən çıxardılmasını mümkün qədər tam əks etdirir. Südvermənin fizioloji mexanizmlərinin təsiri isə yelindaxili təzyiqlə və əmcək ucunun elastiklik modulundan asılı olur. Tənliyin təhlili göstərir ki, buzovun əmməsi və əl ilə sağımdan fərqli olaraq maşınla sağım zamanı əmcək kanalı nisbətən az darılır. Bu zaman əmcək ucunun müdafiə reaksiyası kimi gərginliyinin artmamasına səbəb olarsa (vakuunun mənfi təsiri halında) kanalın açıq qalması üçün şərait yaranır. Demək maşınla sağım zamanı aktiv südvermə baş verdikdə kanalın açıq qalma müddətinin uzadılması mənfi təsir yaratmadan mümkündür. Bu isə inəyin aktiv südvermə dövründə fasiləsiz sorma təmin edir və sorma taktını südvermənin düşməsinə qədər uzatmağın mümkünlüyünü göstərir.

1.2.2. Sürətli sağım prosesinin riyazi modelinin qurulması

Sağım aparatının konstruktiv xüsusiyyətləri və onun icra mexanizmlərinin işçi rejimlərindən asılı olaraq inək yelininin çıxış aparatının funksional fəaliyyəti öyrənilərkən tədqiq olunan prosesin çoxsaylı səbəb – nəticə əlaqələri arasında əsas faktorları seçib, onlar arasındakı qarşılıqlı əlaqələrin miqdarca müəyyənləşdirilməsinə ehtiyac yaranmışdır. Bu cür tələblər ilk növbədə ondan irəli gəlirdi ki, bütün sadə səbəb – nəticə əlaqələrinin qeydə alınıb, təhlil edilməsinə əsaslanan tədqiqat üsulları determinləşmiş üsullar olub, mürəkkəb fizioloji proseslərin öyrənilməsində demək olar ki, işə yaramamışlar [60].

İnəklərdə südverə prosesinin nizamlanmasının bioloji mexanizmi qarşılıqlı asılılıqda olan, səbəb sistemi ilə nəzarət və idarə olunan, bir bütün halında birləşmiş, müstəqil nizamlanan mürəkkəb qrupları əhatə edir [108, 109, 362]. Aydınır ki, süd vəzlərində müşahidə olunan hətta ən kiçik hadisənin tam riyazi ifadəsi üçün həddindən çox tənliklərin tərtib edilməsini vacib edərdi.

Laktasiyanın bəzi hadisələrinin anlaşılma üsullarında yaranan bəzi maneələrin açılması üçün ən məqsədəuyğun yol modelləşmə tətbiqi sayıla bilər.

İnəklərin maşınla sağımı ilə əlaqəli bəzi hadisələrin modelləşdirilmə ehtiyacı ilk növbədə onunla bağlıdır ki, bu üsul prosesin əsas faktorları arasındakı əlaqəni müəyyənləşdirməyə imkan verir. Bundan başqa məsələnin riyazi tənliklər əsasında formalaşdırılmasının özü əvvəllər mövcud olan müəmmalı anlayışlara dəqiqlik gətirilməsini, ayrı – ayrı parametrlərin dəqiq ölçülməsini tələb edir və öyrənilən prosesin təbiətini daha yaxşı anlamağa imkan verir [258, 261]. Söz yox ki, inəyin süd vəzlərində gedən mürəkkəb fizioloji prosesin riyazi modelləşməsi yelində gedən bütün biokimyəvi prosesləri açmağa iddia edə bilməz. Buna baxmayaraq bəzi təxminlərlə riyaziyyatın ciddi və konkret dili ilə ayrı-ayrı ən sadə hadisəni ifadə etmək məqsədəuyğun sayıla bilər.

Bu cəhətdən maşınla sağım qarşısında duran mühüm məsələ kimi südvermə fiziologiyasını poza biləcək təhlükəni artırmadan

sürətli sağım təmin etməyin mümkünlüyünə baxırıq. Bunun üçün südçixarma sürətinə təsir edən əsas faktorların qarşılıqlı asılılığı tədqiq olunur. Qurulacaq model üçün başlanğıc şərt və parametrləri müəyyən edərkən bir sıra təxminlər qəbul edirik.

Şərti olaraq qəbul edirik ki, Δt vaxtı ərzində bütün dəyişən kəmiyyətlər: vakuüm təzyiqi – p , sfinkterin açılmasına, süd axımına kanalın müqavimətinə, südün özlülüyünə görə basqı itkiləri – H_1 , H_2 , H_3 və sorma taktından istifadə əmsalı α_1 , sorma taktı müddətinin tam döyüntü müddətinə nisbətini nəzərə alan əmsal φ_1 sabit qalırlar. Məsələ şərtinə görə sabit qala bilməyən kəmiyyətlər orta qiymətləri ilə düstura daxil edilirlər. Qəbul edilmiş təxmin və məhdudiyətlər inək sağılan zaman südün çıxarma intensivliyini ifadə etmək üçün aşağıdakı tənliyi qurmağa imkan verir:

$$Q_s = \alpha_1 \varphi_1 S_{or} n_1 \rho \mu' \sqrt{2g \left[\frac{p_1 + p_2}{\rho} (H_1 + H_2 + H_3) \right]}, \quad (1.8)$$

burada α_1 – sorma taktından istifadə əmsalı;

φ_1 – sorma taktı müddətinin tam döyüntü müddətinə nisbəti;

S_{or} – əmcək sfinkteri kanalının süd axan zaman en kəsik sahəsi, mm^2 ;

n_1 – 1 dəqiqədəki döyüntülər sayı;

g – sərbəstdüşmə təcili, mm/san^2 ;

ρ – südün sıxlığı, q/mm^3 ;

μ' – sərfiyyat əmsalı;

p_1 – əmcək daxili təzyiq, mm süd sütunu;

p_2 – əmcəkaltı kamerada təsir göstərən təzyiq (vakuüm), mm süd sütunu;

H_1, H_2, H_3 – sfinkterin açılmasına, süd axımının sfinkter kanalının müqavimətinə, südün özlülüyünə görə basqı itkiləri, mm süd sütunudur.

(1.8) düsturunu sadə vəziyyətə gətiririk:

$$Q = \alpha_1 \varphi_1 S_{op} n_1 \rho \mu' 44,3 \sqrt{H_{yel} + H_{sa} + H_{üm}}, \quad (1.9)$$

burada H_{yel} – əmcək sfinkteri üzərindəki aktiv basqı, mm süd sütunu;

H_{sa} – sağım aparatının yaratdığı basqı, mm süd sütunu;

$H_{üm}$ – sfinkterin açılmasına, qərarlaşmış süd axımının saxlanmasına və süddə özlülüklü sürtünməni dəf etməyə görə ümumi basqı itkisi, mm süd sütunudur.

Əmcək sfinkteri üzərindəki aktiv basqı aşağıdakı kimidir:

$$H_{yel} = \frac{H\rho + p_1}{\rho}, \quad (1.10)$$

burada H – yelində südün statik basqısı, mm süd sütunudur.

Sağım aparatının yaratdığı basqı

$$H_{sa} = \frac{p_2}{\rho}. \quad (1.11)$$

Ümumi basqı itkisi

$$H_{üm} = H_1 + H_2 + H_3. \quad (1.12)$$

(1.9) düsturunda $44,3\sqrt{H_{yel} + H_{sa} + H_{üm}}$ sorma taktı zamanı südün əmcək kanalından orta axma sürətini ifadə edir. Bir əmcəkdən axan südün sürətini v ilə işarə etsək yaza bilərik

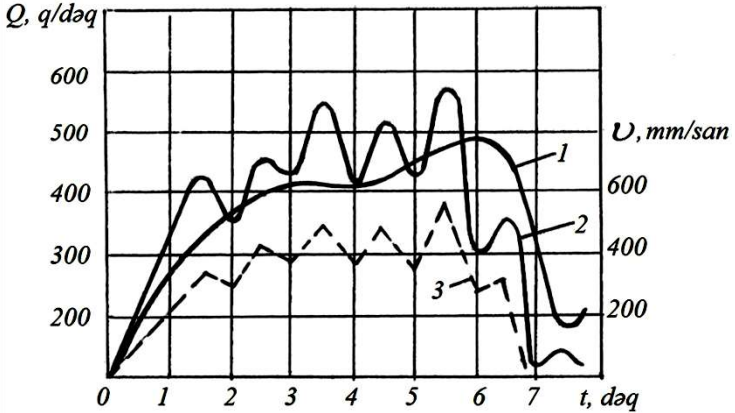
$$\frac{1}{4}Q = n_1\alpha_1\varphi_1S_{or}\rho v. \quad (1.13)$$

(1.13) ifadəsindən əmcəkdən südün axma sürətini təyin etmək üçün düstur alırıq

$$v = \frac{Q}{n_1\alpha_1\varphi_1S_{or}\rho}. \quad (1.14)$$

Düsturdakı əmsallar eksperimental yolla təyin edilməlidir.

Alınmış düsturla hesablanmış qiymətlərin müxtəlif vakuum rejimlərində alınmış eksperimental südvermə əyriləri ilə müqayisə etsək xarici təzyiqin gerçək rolunu qiymətləndirə bilərik. Bu müqayisəni şəkil 1.7-də veririk.



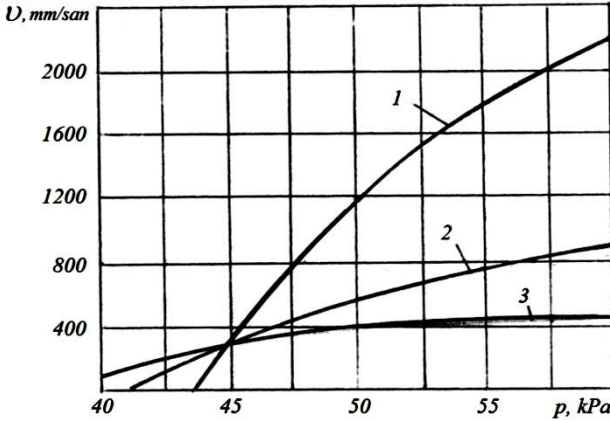
Şək.1.7. Südvermə intensivliyi və süd çıxarma sürəti əyriləri:

1. Öyrənilən inəyin xarakterik südvermə əyrisi; 2. Eyni inəyin artırılan vakuumu ilə südvermə əyrisi; 3. Əmcəkdən südün çıxma sürətinin əyrisi.

Əmcəkdən südün axma sürətini südvermə əyrisindən alınmış qiymətlər əsasında (1.14) düsturu vasitəsi ilə müəyyən edirik. Südvermə əyrilərindən biri (1) inəyin işçi vakuumu (46 kPa) sağılmasının xarakterik qiymətləndirilmə əyrisi, ikinci əyri (2) isə vakuumun təsirinin öyrənilmə əyrisidir. İkinci əyri sağımın 1-ci dəqiqəsindən başlayaraq əmcəkaltı kamerada hər yarım dəqiqədən bir vakuumun qiymətini 2,5 kPa artırıb, 46 kPa-dan 58,5 kPa-a qədər dəyişməklə əldə edilmişdir. Südün əmcəkdən çıxarılma sürəti bu zaman 317-dən 404 mm/sm-yə qədər artmışdır. Ancaq nəzəri hesabat qiymətlərinə əsasən isə südün əmcəkdən axma sürəti daha çox olmalı idi (şək.1.8).

Bundan başqa şəkil 1.7-dən görmək olur ki, hər dəfə əmcək altında vakuumun artması sıçrayışla südün çıxma sürətini artırır və yenə də düşmə baş verir. Bunu onunla izah etmək olar ki, va-

kuumun artması əmcəkdaxili və yelin kisəsindəki südün çıxmasını sürətləndirə bilər ancaq südverməni stimullaşdırma bilmir. Demək olar ki, südvermənin ümumi xarakteri dəyişməz qalır və sağım 6 dəqiqədən artıq sürür.



Şəkil 1.8. Əmcəkdən südün axma sürətinin ümumiləşdirilmiş təzyiqdən ($p=p_1+p_2$) asılılıq əyriləri:

1. Vakuumun müxtəlif qiymətlərində (1.14) düsturu ilə hesablanmış sürət əyrisi; 2. Yelin modelindən sağılan südün sürət əyrisi; 3. İnəkdən sağılan südün sürət əyrisi.

Şəkil 1.8-də südçixarma sürətinin riyazi modelləşmədən alınan xarakteri (1) və inəkdən sağılan südün sürət əyrisi (3) südün mexaniki modeldən axma sürəti əyrisi (2) ilə müqayisəsi göstərir ki, əmcəkaltı kamerada vakuumun artması riyazi modelə görə əmcəkdən südaxma sürətinin daha kəskin artmasına səbəb olur. Ancaq inəkdən sağılan sürət əyrisi (3) ilə mexaniki modeldən südün axma sürətləri (2) xaraktercə bir-birinə daha yaxındırlar. Bu onu göstərir ki, vakuumun artışı ilə əmcəkdən südün çıxarılma sürətinin artması yalnız mexaniki anlayışda yaxınlaşa bilərlər. Canlı əmcəkdən isə südün axma sürəti mexaniki axmadan geri qalırsa bu canlı əmcəyin vakuum təsirindən uzanması ilə əlaqədar olur. Riyazi modelə əsaslanan əyrinin kəskin artışı əmcəkdaxili təzyiğin ($p=p_1+p_2$) və əmsalların (α_1 , φ_1 , μ) nəzərə alınması ilə əlaqədar-

dır. Riyazi model göstərir ki, əmcəkdən südün axma sürəti vakuunun artması ilə deyil, əsasən südvermənin stimullaşdırılması (əmcəkdaxili təzyiğin artması), sorma taktından istifadənin artırılması (sormanın uzadılması) və sərfiyyat əmsalının artırılması (sfinkterin və sfinkter kanalının açılma imkanının artırılması) ilə əlaqəlidir.

Təbii sağım zamanı əmcəkaltı vakuumu artırmaqla südün əmcəkdən çıxma sürətinin artırılması zamanı sərfiyyat əmsalı (μ') azala bilər, çünki vakuum təsirindən sfinkterin müqavimət reaksiyası da artmış olur. Sərfiyyat əmsalı aşağıdakı əmsalların hasilini ilə müəyyən edilir:

$$\mu' = \varepsilon' \varphi' f', \quad (1.15)$$

burada ε' - şırnağın sıxılmasını nəzərə alan əmsal;

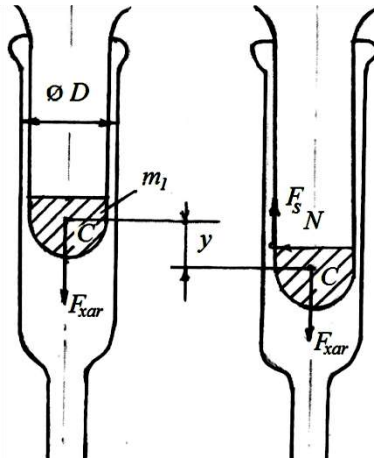
φ' - südün özlülüyündən asılı olan sürət əmsalı;

f' - əmcəyin sfinkterinin morfoloji quruluşunu nəzərə alan əmsaldır.

Südvermə modelinin təhlili göstərir ki, əmcəkdən südün çıxarılmasında H_{yel} , S_{or} , H_1 , H_2 əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərilir. Bunlar süd vəzinin fizioloji vəziyyətini və yelinin axımlı sisteminin südçixarma fəaliyyətinin aktivliyini müəyyən edirlər. Sürət əyrilərinin müqayisəli təhlili bir daha sübut edir ki, H_{sa} və H_{yel} bir yerdə təsir göstərmələrinə baxmayaraq H_{sa} -nın qiymətinin artırılması yelindən südün çıxarılmasında heç də həlledici rol oynamır. Bu onunla əlaqədardır ki, H_{sa} parametrinin qiymətinin artırılması sorma taktından istifadə əmsalının (α_1) kiçilməsinə, sfinkter üzərində təzyiğin düşməsinə, sfinkter müqavimətinin ($H_{üm}$) artmasına (əmcəyin dartılması və süd axınının turbuləntliliyinə görə) səbəb olur. Bundan başqa H_{sa} -nın həddindən çox artırılması xüsusi ilə sağımın başlanğıc dövründə əmcəyin olduqca güclü dartılmasına, qan dövranının və sağımın pozulmasına, inəyin tam sağılmamasına, vaxtından tez südünü qurutmasına gətirib çıxarır.

Tamamilə əksinə nəticələr isə H_{yel} -in azacıq dəyişməsində baş verir. H_{yel} -in azacıq artması südçixarma intensivliyinin əhəmiyyətli dərəcədə artmasına səbəb olur.

Bu onunla əlaqədardır ki, H_{yel} parametri S_{or} , H_1 , H_2 , α_1 və μ' parametrləri ilə sıx surətdə bağlıdır. Yelindaxili təzyiqin (H_{yel}) artması əmcək sfinkterinin tonusunun azalması, S_{or} -nın artması və kanalın müqavimətinin azalması ilə müşayiət olunur. Ən əhəmiyyətli isə odur ki, yelindaxili təzyiqin (H_{yel}) artması əmcək boşluqlarının intensiv dolması və sorma taktında sfinkterin maksimum ölçüdə açılmasına yardım edir. Sürətlə boşalma isə yelinin sürətlə dolmasına və aktiv südvərmənin stimullaşdırılmasına şərait yaradır. Əmcəkdən çıxan süd sürətinin α_1 , φ_1 və μ' əmsallarından və H_{yel} , H_{sa} , H_1 , H_2 və S_{or} göstəricilərindən asılı olaraq dəyişmə qanunauyğunluğunu müəyyənləşdirmək üçün əmcəkaltı kamerada vakuumin təsirindən əmcəyin uzanma prosesi öyrənilmişdir. Bunun üçün əmcəyin hərəkətli hissəsinin dinamikasını nəzərdən keçiririk. Vakuüm təsiri ilə əmcəyin öz uzunluğunu dəyişmə xassəsinə bioloji sistemin fiziki göstəriciləri kimi baxaraq, əmcəkaltı təzyiqin qiymətini giriş siqnalı kimi müəyyən edirik. Xarici qüvvə F_{xar} (vakuüm) təsiri ilə əmcək toxumalarının uzanma xassəsi sistemin özünü necə aparma qanununu ifadə edir. Sistemin çıxışı isə əmcəyin uzanma dərəcəsi (y) ilə müəyyən edilir. Sistemi sxematik olaraq şəkil 1.9-da göstəririk.



Şək.1.9. Əmcəklə sağı m stəkanının yaratdığı sistemin sxemi.

Bu məsələnin riyazi həllini asanlaşdırmaq üçün bir sıra təxminlər qəbul edirik:

- hesab olunur ki, əmcəyin hərəkətli hissəsinin kütləsi (m_1) c-nöqtəsində cəmlənmişdir;

- c- nöqtəsinin hərəkətinə sağım stəkanının divarlarına nəzərən baxırıq. Hesab olunur ki, sağım stəkanının divarları tərpənməzdir.

- əmcək toxumalarının elastikliyi (K) Δt vaxtı üçün sabit qəbul edilir;

- əmcəyin hərəkəti hissəsinin kütləsi (m_1) şərti olaraq sabit qəbul edilir;

- əmcəyin hərəkəti hissəsinin yerləşdirilməsi y -ə bərabər parça kimi götürülür .

Toxumalarının elastikliyi K olan, m_1 kütləli əmcəyə xarici F_{xar} qüvvəsi təsir göstərir

$$F_{xar} = p_{\partial a} \frac{\pi D^2}{4} \gamma_1, \quad (1.16)$$

burada D – əmcək rezininin daxili diametri, mm;

γ_1 – civənin xüsusi kütləsi, q/mm³;

$p_{\partial a}$ - əmcək altında vakuüm təzyiqi, mm civə sütunudur.

Xarici qüvvə F_{xar} təsirindən əmcəyin hərəkətli hissəsi elastikliyi (k) və sürtünmə qüvvəsini $F_s=k_1N$ dəf edərək y – qiyməti qədər uzanır (burada k_1 – əmcəyin əmcək rezininə sürtünmə əmsalı, N – normal təzyiq qüvvəsi). Bunları nəzərə alaraq əmcəyin hərəkətli hissəsinin hərəkət tənliyini aşağıdakı kimi yazıb bilərik:

$$m_1 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{F_s}{\xi} \cdot \frac{dy}{dt} + Ky = F_{xar}. \quad (1.17)$$

Əgər m_1 , F_s və K parametrlərini iki kombinə edilmiş parametrlə

lə əvəz etsək, yəni $\left(\frac{\kappa}{M_1}\right)^{\frac{1}{2}}$ nisbətinin bucaq sürətinə (ω_n) effektiv-

liyini $\omega_n = \left(\frac{\kappa}{M_1}\right)^{\frac{1}{2}}$ və sürtünmə qüvvəsinin (F_s) $2(\kappa M_1)^{\frac{1}{2}}$ -ə nisbə-

tinin sönmə əmsalı (ξ) olduğunu nəzərə alsaq (1.17) düsturu aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\frac{1}{\omega_n^2} \cdot \frac{\partial^2 \ddot{u}}{\partial \dot{m}^2} + \frac{2}{\omega_n} \cdot \frac{\partial \ddot{u}}{\partial m} + \ddot{u} = \frac{1}{\kappa} \Phi_{xap}. \quad (1.18)$$

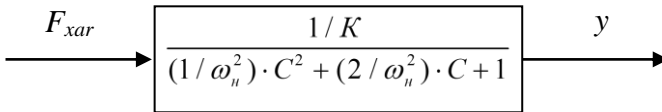
Bundan sonra $\frac{\partial \ddot{u}}{\partial m}$ -ni $S(y)$ və $\frac{\partial^2 \ddot{u}}{\partial \dot{m}^2}$ -i $S^2(y)$ ilə əvəz edib, alırıq

$$\left(\frac{1}{\omega_n^2} \cdot C^2 + \frac{2}{\omega_n} \cdot C + 1 \right) \cdot \ddot{u} = \frac{1}{K} \Phi_{xap}. \quad (1.19)$$

Bu tənliyi y -ə görə həll edirik

$$\ddot{u} = \left[\frac{\frac{1}{K}}{\left(\frac{1}{\omega_n^2}\right) \cdot C^2 + \left(\frac{2}{\omega_n}\right) \cdot C + 1} \right] \Phi_{xap}. \quad (1.20)$$

Burada kvadrat mütərizə daxilinə alınmış vuruq sistemin xarakterini əks etdirir. Bunu simvolik olaraq şəkil 1.10-dakı kimi göstərmək olar.



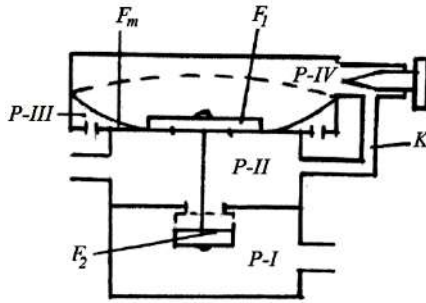
Şək.1.10. Əmcəklə sağım stəkanının yaratdığı sistemin modeli.

Burada y -in artması arzu olunmayan haldır. Demək əsas faktor kimi əmcəyin elastikliyi artırılması və südçixarma intensivliyi özünü göstərir. Birinci faktor yelininin və əmcəklərin sağım-qabağı hazırlıq işinin keyfiyyətli aparılmasını, ikinci faktor isə südvermə aktivliyini təmin edən təsirlərin düzgün seçilməsini tələb edir. Bəzi müəlliflər [258, 261] əmcəkaltı vakuunun (xarici qüvvə faktorunun) əmcəyinin uzanmasına təsirini azaltmaq məqsədi ilə hər əmcəyin ölçüsünə uyğun diametrdə əmcək rezinindən istifadə olunmasını və yaxud əmcək rezininə konusluq verilməsini tövsiyə etmişlər. Ancaq bu cür yanaşma tərzii heç cür qəbul edilə bilməz. Çünki birinci halda həddindən çox əmcək rezini variantlarının yaranması lazım gələr ki, bu da sağım aparatlarının istismarını olduqca çətinləşdirər bilər. İkinci halda isə əmcəyin dar diametrə kipləşməsi ilə sfinkterin daralmasına, sağımın hətta aktiv südvermə zamanı çətinləşməsinə gətirib çıxarar. Süd vəzinin südçixarma fəaliyyətinin fizioloji vəziyyətini əks etdirən S_{or} , H_{yel} , H_1 , H_2 parametrlərinin ədədi qiymətlərinin təhlilinə əsaslanaraq belə nəticəyə gəlmək olar ki, südvermə rejimini üç mərhələli və yaxud üç fazalı kimi qəbul etmək lazımdır: 1-gizli südvermə fazası, 2-aktiv südvermə fazası və 3-südvermənin tormozlaşma fazası. Məsələyə bu cür yanaşma sağım aparatlarını çoxrejimlilik şəklindən, mürəkkəb konstruksiya və idarəetmə cihazları tətbiqi istiqamətlərindən çıxarıb, sadə yolla təkmilləşdirilməsinə əsas verir. Müasir sağım aparatlarının icra mexanizmlərinin işində müəyyən dəyişikliklərin edilməsinə baxmayaraq, demək olar ki, onlar qeyd olunan fazalara nəzərən əsaslandırılmış rejim seçimini həyata keçirə bilmirlər. Xüsusi ilə ikinci fazanın rejim parametrlərinin təmin olunması baxımından əsas icra mexanizmi kimi pulsatorun konstruktiv və texnoloji imkanlarının təhlili tələb olunur.

1.2.3. Dördkamaralı pulsatorunda taktların dəyişmə xarakterinin təhlili

Pulsator döyüntülü vakuu yaratmaqla sorma və sıxma taktlarının təsirini təmin etdiyindən əmcəkdən südün çıxarılmasının

əsas icra mexanizmi sayılır [61]. Pulsatorların müxtəlif konstruktiv variantlarının olmasına baxmayaraq membrana tipli olanlar üçün ümumi sxem 4 kameralı pulsator sxemidir (şək.1.11).



Şək.1.11. Dörd kameralı membranalı pulsatorun sxemi.

Pulsatorada olan kameralar aşağıdakılardır: işçi vakuüm kamearası *P-I*, dəyişən vakuüm kamearası *P-II*, atmosfer təzyiği kamearası *P-III* və idarəedici kamera *P-IV*. Dördüncü kamera ona görə idarəedici kamera adlanır ki, bu kamerada vakuümün dəyişməsi ilə pulsatorun klapaları da vəziyyətlərini dəyişirlər. Dəyişən vakuüm kamearası *P-II* və idarəedici kamera *P-IV* bir-birinə kanal (*k*) vasitəsi ilə birləşmişlər. Bu kanal xüsusi iynə vasitəsi ilə tədricən bağlana bilər ki, bu da döyüntülər sayını nizamlamağa imkan verir.

Pulsatorun işçi parametrləri onun iş keyfiyyətini, başqa sözlə dəyişən vakuümün dəyişmə xarakterini müəyyən edir. Pulsatorada gedən prosesləri riyazi asılılıq şəklində ifadə etmək üçün qəbul edirik ki, membrana ideal porşen kimi işləyir, başqa sözlə onun işçi hissəsi müstəvi şəklində olub sürtünməsiz, öz-özünə paralel hərəkət edir, bu müstəviyə təsir edən təzyiç qüvvələri bir-birinə paraleldir. Pulsatorun hərəkətli hissəsinin ağırlığı klapana təsir göstərən qüvvələrlə müqayisədə cüzi olduğu üçün bu faktor nəzərə alınmaya bilər. Analitik asılılıqlarda vakuüm (*h*) əvəzinə mütləq atmosferlə ifadə olunan təzyiç (*p*) istifadə edirik:

$$n = \frac{u_g - u_l}{735,6}, \quad (1.21)$$

burada h_a – atmosfer təzyiqidir, mm civə sütunudur.

İşçi təzyiq ($p_{i\dot{s}}$) verildikdə $P-I$ və $P-II$ kameralarından hava çıxarılır. $P-III$ kamerasında atmosfer təzyiqi olur. Belə vəziyyətdə yuxarı klapan təsir qüvvələri bərabər olduğundan klapan öz oxu ilə birlikdə ağırlığı hesabına aşağı düşür. Bu zaman yuxarı klapan bağlanır, aşağı klapan isə açılır. Klapanların belə vəziyyətində sorma taktı təsir göstərir. Sorma taktında pulsatorun $P-II$ kamerasından və onunla əlaqəli olan sağım stəkanlarının divarlararası kameralarından orada işçi təzyiq ($p_{i\dot{s}}$) yaranana qədər hava sorulur.

$P-II$ kamerasında təzyiq aşağı düşdükcə k -kanalı vasitəsi ilə $P-IV$ kanalından da hava sorulmağa başlayır. Buradan sorulan havanın miqdarı və buna uyğun olaraq $P-IV$ kamerasında təzyiqin düşməsi isə iynə vasitəsi ilə nizamlanır. Membranaya alt tərəfdən $P-III$ kamerasındakı atmosfer təzyiqi təsir edir. Odur ki, $P-IV$ kamerasında təzyiq düşdükcə membranı klapanla birlikdə yuxarı doğru çəkməyə çalışan qüvvə artmağa başlayır. Sorma taktının sonunda, klapanın yuxarı doğru yerini dəyişməzdən əvvəl $P-IV$ kamerasında təzyiq o qədər düşmüş olur ki, membranaya təsir edən qüvvə yuxarı klapanı əks istiqamətdə təsir göstərən qüvvəyə bərabər olur. Pulsatorun qeyd olunan vəziyyəti üçün tarazlaşmış qüvvələrin tənliyi aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$(\Phi_1 - \Phi_c)(n_a - n_{uu}) + \Phi_c(n_1 - n_{uu}) = (\Phi_m - \Phi_c) \cdot (n_a - n_1), \quad (1.22)$$

burada F_1 – yuxarı klapanın sahəsi, mm^2 ;

F_s – klapanın oxunun en kəsik sahəsi, mm^2 ;

p_a – atmosfer təzyiqi, mm civə sütunu;

$p_{i\dot{s}}$ – işçi təzyiq, mm civə sütunu;

p_l – idarəedici kamerada təzyiqin ən kiçik hədd qiyməti, mm civə sütunu;

F_m – membranın sahəsidir, mm^2 .

Bu tənlikdən yuxarı klapan sahəsini tapmaq üçün hesabat düsturu əldə edirik:

$$\Phi_1 = \varphi_1 \Phi_m \frac{n_a - n_1}{n_a - n_{uu}}, \quad (1.23)$$

burada φ_1 – membrana aşağı vəziyyətdə olanda onun ideal müstəvidən fərqini nəzərə alan əmsaldır.

(1.23) düsturundan görünür ki, klapanın vəziyyətini dəyişməsi üçün *P-IV* kamerada ən kiçik hüdud təzyiqin (p_1) qiyməti yuxarı klapanın sahəsindən (F_1) asılıdır. Sorma taktının nizamlanması məhz klapanə təsir edən qüvvələr nisbətinin dəyişməsindən asılı olur. Taktın dəyişməsi membrana və klapanın yuxarı vəziyyətə keçməsi, aşağı klapanın tam bağlanmasıdan asılı olur. Demək membranaya təsir edən qüvvənin artırılması və yaxud yuxarı klapanın sahəsinin (F_1) artırılması klapanların vəziyyətinin dəyişmə sürətini artırır, aşağı klapan sahəsinin (F_2) artırılması isə klapanların vəziyyətini dəyişmə sürətini azalmasına səbəb olur.

Aşağı klapanın bağlanması ilə sıxma taktı başlayır. Bu zaman *P-II* və *P-I* kameralarındakı təzyiqlər fərqiəndən asılı olaraq klapanı aşağı itələməyə çalışan qüvvə yaranmağa başlayır. *P-III* kamerasındakı atmosfer təzyiqi, membrananın və yuxarı klapanın yuxarı vəziyyətə qalxmış olmasına görə *P-II* kamerasına dolur. Taktların təkrar dəyişməsi üçün *P-II* kamerasındakı atmosfer təzyiqinin *k*-kanalından iynə drosseldən keçməklə *P-IV* kameraya dolması lazım gəlir. İdarəetmə kamerasında (*P-IV*) atmosfer təzyiqinin yaranması klapanları aşağı çəkən qüvvənin artmasına, onun aşağı hərəkət edərək yuxarı klapanının bağlanması və aşağı klapanın isə açılmasına səbəb olur.

Pulsatorun bu vəziyyəti aşağıdakı tənliklə ifadə oluna bilər:

$$(\Phi_2 - \Phi_c)(n_a - n_{uu}) + \Phi_c(n_2 - n_{uu}) = (\Phi_m - \Phi_c) \cdot (n_a - n_2), \quad (1.24)$$

burada p_2 – idarəetmə kamerasında (*P-IV*) təzyiqin ən böyük hüdud qiymətidir.

(1.24) tənliyinə əsasən aşağı klapanın sahəsinin hesabat düsturu əldə edirik:

$$\Phi_2 = \varphi_2 \Phi_m \frac{n_a - n_2}{n_a - n_{uu}}, \quad (1.25)$$

burada φ_2 - membrana yuxarı vəziyyətdə olanda onun ideal müstəvidən fərqini nəzərə alan əmsaldır.

(1.25) düsturundan görünür ki, idarəetmə kamerasında ($P-IV$) təzyiğin ən böyük hüdud qiyməti (p_2) aşağı klapən sahəsindən (F_2) asılıdır. Elə ki, membranaya təsir edən qüvvə əks istiqamətdə aşağı klapənə təsir edən qüvvədən az olursa, o zaman klapənlərin yerdəyişməsi baş verir. Klapanların vəziyyətinin dəyişməsinə həmçinin $P-III$ kameradan $P-I$ kamerasına sorulan hava da kömək etmiş olur. Buradan görünür ki, klapənlərin vəziyyətini dəyişən zaman membranaya təsir edən qüvvənin azalması, başqa sözlə aşağı klapənin sahəsinin azalması klapənlərin vəziyyətinin dəyişmə sürətinin artmasına səbəb olur.

Dördkamerəli pulsatorun işinin təhlilindən belə nəticə çıxarmaq olar ki, taktların uzunluğuna təsir mexanizmi klapənlərin sahəsinin, onlara müvafiq olaraq membrananın sahəsinin dəyişdirilməsini tələb edir. Bu isə konstruktiv və istismar çətinliyinə gətirib çıxaran yoldur. İdarəetmə kamerasında ($P-IV$) yuxarı klapən və membrananın sahəsi eyni zamanda kameranın həcmi ilə əlaqəli olduğunu nəzərə alaraq sorma taktının uzanması və yaxud aktiv süd verməyə uyğun fasiləsiz rejimə keçməsinin idarəetmə kamerasına əlavə həcm qoşmaqla onun dəyişdirilməsi daha münasib görünür. Bu isə idarəetmə kamerasında təzyiqdən asılı olaraq oraya əlavə həcmdən havanın sorulması və çıxarılmasının xarakterinin öyrənilməsini tələb edir.

1.2.4. Pulsatorun idarəedici kamerasına əlavə həcm qoşulması ilə onun işinin təhlili

Pulsatorun işinin təhlilindən görüldüyü kimi idarəedici kamerada təzyiq, oradan havanın çıxarılması ilə düşür və oraya hava verilməsi ilə artır. Beləliklə, pulsatorun idarəetmə kamerasında vaxta görə təzyiğin dəyişməsi $t=f(p)$ sorma və sıxma taktları ərzində oradakı hava axını prosesindən asılı olur. Hava axınının funksional asılılıqlarını tapmaq üçün faktiki prosesə bir az sadələşdirilmiş şəkildə baxmaq, yəni prosesə təsir edən faktorlar çoxluğundan ən əsaslarını seçib onlar arasındakı əlaqəni müəyyənləşdirmək düzgün olardı.

Klassik hidromexanikaya [93, 376] görə aşağı vakuumda havanın xassəsi ideal qaz modelini xarakterizə edən xassəyə nisbətən yaxın olur. Odur ki, baxılan məsələdə klassik hidromexanika üsullarına əsaslanmaq mümkündür.

Sorma taktı zamanı V həcmindən hava f -en kəsiyindən keçməklə $P_{i\dot{s}}$ təzyiqli mühitə sorulur (şək.1.12). Bu vəziyyət üçün qazın hal tənliyini yazılır [282]:

$$nB = \partial P T, \quad (1.26)$$

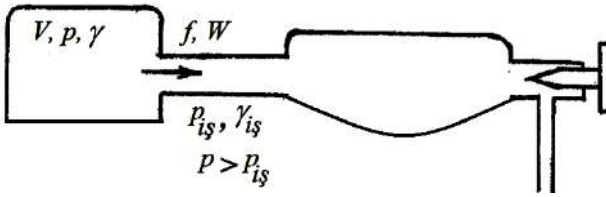
burada p – kamerada təzyiq, N/m^2 ;

V – kameranın həcmi, m^3 ;

G – hava miqdarı (ağırlığı), N ;

R – universal qaz sabiti, $R=8,3 \text{ C dər}^{-1} \text{ mol}^{-1}$;

T – havanın temperaturudur, dər.



Şək.1.12. Əlavə həcm qoşulmuş idarəetmə kamerası(sorma taktı).

Əgər hava təzyiqi sonsuz kiçik qiymətə qədər dp azalrsa, o zaman havanın ağırlığı və temperaturu da müvafiq olaraq azalır. (1.26) tənliyini differensiallaşdırmaqla aşağıdakı kimi alınır:

$$\frac{B}{P} \partial n = T \partial \partial + \partial \partial T. \quad (1.27)$$

Ağırlıq ölçüsü ilə götürdüyümüz hava miqdarının sonsuz kiçik vaxt ərzində dəyişin en kəsiyində sorulmasını nəzərə alsaq yazıla bilər:

$$\partial \partial = -\gamma_a \phi \mu W \partial n, \quad (1.28)$$

burada $\gamma_{i\dot{s}}$ – dəşikdəki havanın həcmi çəkisi, N/m^3 ;

f – deşiyin en kəsik sahəsi, m²;
 W – havanın axım sürəti, m/san;
 τ – havanın sorulma vaxtı, san;
 μ – sərfiyyat əmsəlidir.

Havanın axım sürətinin (W) hesabat düsturunu əldə etmək üçün ideal qaz üçün Bernulli tənliyindən [93] istifadə edirik

$$\frac{\kappa}{\kappa-1} \cdot \frac{n}{\gamma} + \frac{W^2}{2\vartheta} \equiv \frac{\kappa}{\kappa-1} \cdot \frac{n_{uu}}{\gamma_{uu}} + \frac{W^2}{2\vartheta}, \quad (1.29)$$

burada k – adiabatik prosesin göstəricisi olub, $k=1,4$ (prosesi adiabat proses kimi qəbul edirik. Təxmin edirik ki, pulsatora sorulan havanın ətraf mühitlə istilikdəyişməsi yoxdur).

Baxılan hadisədə hava axını qeyri stasionar proses sayılır. Çünki kamerada təzyiq (p), havanın həcmi çəkisi (γ) və axım sürəti (W) fasiləsiz olaraq dəyişir. Fasiləsiz olaraq qeyd olunan kəmiyyətlərin dəyişməsinə nəzərə alaraq onların hər kiçik $d\tau$ vaxtında dəyişəcəyini qəbul edirik.

Hava əlavə kameradan sorulduqda onun bütün hissəcikləri deşiyə tərəf meyillənirlər. Aşağı vakuumda hava hissəciklərinin qarşılıqlı təsiri, başqa sözlə ətalət və daxili sürtünmə qüvvələri nəticəsində hava şırnağı deşikdən nisbətən aralıda formalaşmağa başlayır. Deşik kameradan kiçik olduğuna görə hava şırnağının konus şəkilli olmasını nəzərə alaraq demək olar ki, onun başlanğıcındakı en kəsik sahəsi deşiyə girən yerdəki en kəsik sahəsindən böyükdür. Odur ki, qaz şırnağının fasiləsizliyini nəzərə almaqla deyə bilərik ki, axımın istənilən en kəsiyindən eyni miqdarda qaz keçir. Başqa sözlə deşikdə hava axımının sürəti (W), şırnağın formalaşdığı yerdəki sürətindən (W') çoxdur. Buna əsasən $W' \neq 0$ qəbul edirik. Beləliklə, Bernulli tənliyini sadə şəkildə yazırıq:

$$\frac{\kappa}{\kappa-1} \cdot \frac{n}{\gamma} = \frac{\kappa}{\kappa-1} \cdot \frac{n_{uu}}{\gamma_{uu}} + \frac{W^2}{2\vartheta}. \quad (1.30)$$

Buradan deşikdən keçən hava axımını sürətini ifadə edirik:

$$W = \sqrt{\frac{2\partial\kappa}{\kappa-1}} \cdot \sqrt{\frac{n}{\gamma} - \frac{n_{uu}}{\gamma_{uu}}} \quad (1.31)$$

Adiabat prosesdə $p/\gamma^k=c$, qəbul edildiyindən yaza bilirik:

$$\frac{n}{\gamma} = \frac{1}{\tau^k} n^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \quad (1.32)$$

Bu qiyməti (1.31) düsturunda yerinə yazdıqda sürətin yalnız bir dəyişəndən (p) asılılıq ifadəsini alırıq:

$$W = \sqrt{\frac{2\partial\kappa}{\kappa-1}} \frac{1}{\tau^k} \cdot \sqrt{n^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - n_{uu}^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \quad (1.33)$$

W -nin alınmış qiymətini (1.28) düsturunda yerinə yazdıqda alırıq:

$$\partial\mathcal{E} = -\gamma_{uu} \phi \mu \sqrt{\frac{2\partial\kappa}{\kappa-1}} \frac{1}{\tau^k} \cdot \sqrt{n^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - n_{uu}^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \cdot \partial\tau \quad (1.34)$$

Məlumdur ki, sərfiyyat əmsalı (μ) bir sıra əmsalların: dəyişin hava axınına müqavimətini nəzərə alan sürət əmsalı (δ), dəyişə nəzərə alınmayan hava axımının en kəsiyinin daralmasını nəzərə alan sıxılma əmsalı (ε), dəyişin kamerada yerləşməsindən asılı olaraq şirnağın tam sıxılmasını xarakterizə edən əmsal (ρ) və dəyişin formasını nəzərə alan əmsalların (ξ) hasilindən ibarətdir. Təxmini olaraq sərfiyyat əmsalını sabit kəmiyyət kimi qəbul edirik.

$p_{i\delta}/\gamma_{i\delta}=c$ -dən $\gamma_{i\delta}$ -in qiymətini tapıb, (1.34) düsturunda yerinə yazırıq, onda

$$\partial\mathcal{E} = -n^{\frac{1}{\kappa}} \tau^{\frac{1}{\kappa}} \phi \mu \sqrt{\frac{2\partial\kappa}{\kappa-1}} \frac{1}{\tau^k} \cdot \sqrt{n^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - n_{uu}^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \cdot \partial n \quad (1.35)$$

Qazın hal tənliyinə ($p/\gamma=RT$) görə alırıq

$$T = \frac{1}{P} \cdot \frac{n}{\gamma} = \frac{1}{P} \cdot \frac{1}{\mathfrak{b}^\kappa} n^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} . \quad (1.36)$$

Belə olduqda

$$T \partial \mathcal{E} = - \frac{n^{\frac{1}{\kappa}} n^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \phi \mu}{P} \sqrt{\frac{2 \partial \kappa}{\kappa-1}} \mathfrak{b}^{\frac{1}{\kappa}} \cdot \sqrt{n^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - n_{uu}^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \cdot \partial m . \quad (1.37)$$

Aşağıdakı işarələmələri yerinə yetiririk:

$$\sqrt{\frac{2 \partial \kappa}{\kappa-1}} \mathfrak{b}^{\frac{1}{\kappa}} = a ; \quad (1.38)$$

$$\frac{\kappa-1}{\kappa} = M . \quad (1.39)$$

Bunları nəzərə alaraq (1.37) düsturunu aşağıdakı kimi yazırıq:

$$T \partial \mathcal{E} = - \frac{n^{\frac{1}{\kappa}} n^M a \phi \mu}{P} \cdot \sqrt{n^M - n_{uu}^M} \cdot \partial m . \quad (1.40)$$

Bu ifadə ilə qaz halının ilkin differensial tənliyinin birinci toplananı p dəyişəninin funksiyası kimi müəyyən edilir. Mənfi işarəsi hava sorulan zaman təzyiqin düşməsinə bildirir.

Qaz halının differensial tənliyinin ikinci toplananı GdT aşağıdakı asılılıqdan təyin edilir:

$$\mathcal{E} = \gamma B = \mathfrak{b}^{-\frac{1}{\kappa}} n^{\frac{1}{\kappa}} B . \quad (1.41)$$

(1.36) tənliyini differensiallaşdıraraq alırıq

$$\partial T = \frac{1}{P} \cdot \frac{\kappa-1}{\kappa} \cdot n^{-\frac{1}{\kappa}} \partial n . \quad (1.42)$$

(1.41) və (1.42) tənliklərini birləşdirərək yazıla bilər

$$\partial \partial T = \frac{B}{P} m \partial n . \quad (1.43)$$

TdG və GdT ifadələrini başlanğıc differensial tənlikdə istifadə edirik:

$$\frac{B}{P} \partial n = - \frac{n_{uu}^{\frac{1}{k}} n^m a \phi \mu}{P} \cdot \sqrt{n^m - n_{uu}^m} \cdot \partial m + \frac{B}{P} m \partial n . \quad (1.44)$$

Cəbri çevirmələr edib aşağıdakı bərabərliyi alırıq:

$$\frac{\partial n}{n^m \sqrt{n^m - n_{uu}^m}} = - \frac{n_{uu}^{\frac{1}{k}} a \phi \mu}{B (1-m)} \partial n . \quad (1.45)$$

Buradan

$$\eta = \frac{B (1-m)}{n_{uu}^{\frac{1}{k}} a \phi \mu} \int \frac{\partial n}{n^m \sqrt{n^m - n_{uu}^m}} . \quad (1.46)$$

$k=1,4$; $m=(k-1)/k=2/7$ qəbul edirik. $-n_{uu}^{\frac{2}{7}} = A$ əvəzetmə ilə inteqralları ifadələri aşağıdakı kimi yazırıq:

$$\int \frac{\partial n}{n^m \sqrt{n^m - n_{uu}^m}} = \int n^{-\frac{2}{7}} \left(A + n^{\frac{2}{7}} \right)^{-\frac{1}{2}} \partial n . \quad (1.47)$$

İnteqrallama ilə əlaqəli əməliyyat yerinə yetirərək $t_I=f_I(p)$ asılılığı üçün alırıq:

$$\eta = \frac{5}{8} \frac{B}{n_{uu}^{\frac{2}{7}} a \phi \mu} \left[\frac{3}{2} \mathcal{H} \frac{n^{\frac{2}{7}} - \sqrt{n^{\frac{2}{7}} - n_{uu}^{\frac{2}{7}}}}{n^{\frac{2}{7}} + \sqrt{n^{\frac{2}{7}} - n_{uu}^{\frac{2}{7}}}} - \frac{n^{\frac{2}{7}} \sqrt{n^{\frac{2}{7}} - n_{uu}^{\frac{2}{7}}} \left(2n^{\frac{2}{7}} + 3n_{uu}^{\frac{2}{7}} \right)}{n_{uu}^{\frac{2}{7}}} \right] + \tau_1 \quad (1.48)$$

c_I sabitini tapmaq üçün havanın başlanğıc axma sürətini istifadə edirik. Bu zaman təzyiqliq p_a -dan $p_{i\dot{s}}$ -ə qədər hüdudda dəyişir. c_I sabitinin qiymətini (1.48) düsturunda yerinə yazıb havanın əlavə həcmdən idarəetmə kamerasına dolma vaxtını müəyyən edirik.

$$\begin{aligned} \eta = \frac{5}{8} \frac{B}{n_{uu}^{\frac{2}{7}} a \phi \mu} & \left[\frac{3}{2} \mathcal{H} \frac{n^{\frac{2}{7}} - \sqrt{n^{\frac{2}{7}} - n_{uu}^{\frac{2}{7}}}}{n^{\frac{2}{7}} + \sqrt{n^{\frac{2}{7}} - n_{uu}^{\frac{2}{7}}}} - \frac{n^{\frac{2}{7}} \sqrt{n^{\frac{2}{7}} - n_{uu}^{\frac{2}{7}}} \left(2n^{\frac{2}{7}} + 3n_{uu}^{\frac{2}{7}} \right)}{n_{uu}^{\frac{2}{7}}} + \right. \\ & \left. + \frac{n_a^{\frac{2}{7}} \sqrt{n_a^{\frac{2}{7}} - n_{uu}^{\frac{2}{7}}} \left(2n_a^{\frac{2}{7}} + 3n_{uu}^{\frac{2}{7}} \right)}{n_{uu}^{\frac{2}{7}}} - \frac{3}{2} \mathcal{H} \frac{n_a^{\frac{2}{7}} - \sqrt{n_a^{\frac{2}{7}} - n_{uu}^{\frac{2}{7}}}}{n_a^{\frac{2}{7}} + \sqrt{n_a^{\frac{2}{7}} - n_{uu}^{\frac{2}{7}}}} \right]. \end{aligned} \quad (1.49)$$

Hesabatı sadələşdirmək üçün kvadrat mütərizə daxilindəki ifadəni p_s ilə işarə edirik. Sorma taktı ərzində (t_I) pulsatorun idarəedici kamerasında təzyiqliqin p_2 -dən p_1 -ə qədər dəyişməsinə nəzərə alıb, sorma taktının müddəti üçün hesabat düsturunu aşağıdakı kimi yazırıq:

$$\eta = \frac{5}{8} \frac{B}{n_{uu}^{\frac{2}{7}} a \phi \mu} [n_c]_{n_2}^{n_1}. \quad (1.50)$$

Uzadılmış (və yaxud fasiləsiz) sorma müddətindən (sorma taktından) döyüntülü (sıxma taktlı) sağıma keçmək üçün idarəetmə kamerası ilə birləşmiş əlavə həcmdən hava iynəli deşikdən keçməklə dəyişən vakuum kamerasına sorulmalıdır. Bu zaman havanın axım sürəti aşağıdakı kimi olur:

$$W = \sqrt{\frac{2\partial\kappa}{\kappa-1} \mathfrak{e}^{\frac{1}{\kappa}}} \cdot \sqrt{n_a^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - n^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}. \quad (1.51)$$

Bunu hava miqdarı (dG) ifadəsində yerinə yazsaq alırıq:

$$\partial \mathcal{E} = \gamma \phi \mu \sqrt{\frac{2\partial \kappa}{\kappa - 1}} \mathfrak{b}^{\frac{1}{\kappa}} \cdot \sqrt{n_a^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - n^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \partial m. \quad (1.52)$$

$\gamma = n^{\frac{1}{\kappa}} \mathfrak{b}^{-\frac{1}{\kappa}}$ olduğunu nəzərə almaqla yazırıq:

$$\partial \mathcal{E} = n^{\frac{1}{\kappa}} \mathfrak{b}^{-\frac{1}{\kappa}} \phi \mu \sqrt{\frac{2\partial \kappa}{\kappa - 1}} \mathfrak{b}^{\frac{1}{\kappa}} \cdot \sqrt{n_a^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - n^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \partial m. \quad (1.53)$$

(1.36) və (1.43) düsturlarını nəzərə alaraq yazırıq:

$$T \partial \mathcal{E} = \frac{n \phi \mu}{P} \sqrt{n_a^m - n^m} \partial m + \frac{B}{P} m \partial n, \quad (1.54)$$

buradan

$$\frac{\partial n}{n \sqrt{n_a^m - n^m}} = \frac{\phi \mu}{B(1-m)} \partial m. \quad (1.55)$$

və sıxma taktına keçən vaxt

$$m_2 = \frac{B(1-m)}{\phi \mu} \int \frac{\partial n}{n \sqrt{n_a^m - n^m}}. \quad (1.56)$$

$k=1,4; m=2/7$ və $n_a^{\frac{2}{7}} = A$ ilə ifadə etdikdə

$$\int \frac{\partial n}{n \sqrt{n_a^m - n^m}} = \int n^{-1} \left(A + n^{\frac{2}{7}} \right)^{\frac{1}{2}} \partial n \quad (1.57)$$

alırıq.

İntegrallaşma ilə əlaqəli əməliyyatlardan sonra sorma taktının təzyiqdən asılılıq funksiyası $t_2=f_2(p)$ üçün yaza bilərik:

$$m_2 = \frac{5}{2} \cdot \frac{B}{n_a^{\frac{2}{7}} \phi \mu} \mathcal{H} \frac{n_a^{\frac{2}{7}} - \sqrt{n_a^{\frac{2}{7}} - n^{\frac{2}{7}}}}{n_a^{\frac{2}{7}} + \sqrt{n_a^{\frac{2}{7}} - n^{\frac{2}{7}}}} + b_2. \quad (1.58)$$

c_2 sabitini təyin etmək üçün idarəetmə kamerası və əlavə həcmdən bütün havanın sorulması nəzərə alınır. Bu zaman təzyiqlik $p_{i\dot{s}}$ -dən p_a -ya kimi dəyişir. c_2 qiymətini (1.58) düsturunda yerinə yazsaq alırıq:

$$m_2 = \frac{5}{2} \frac{B}{n_{ul}^{\frac{2}{7}} a \phi \mu} \left[\sqrt{\mathcal{H} \frac{n_a^{\frac{2}{7}} - \sqrt{n_a^{\frac{2}{7}} - n^{\frac{2}{7}}}}{n_a^{\frac{2}{7}} + \sqrt{n_a^{\frac{2}{7}} - n^{\frac{2}{7}}}} - \mathcal{H} \frac{n_a^{\frac{2}{7}} - \sqrt{n_a^{\frac{2}{7}} - n^{\frac{2}{7}}}}{n_a^{\frac{2}{7}} + \sqrt{n_a^{\frac{2}{7}} - n^{\frac{2}{7}}}}} \right]. \quad (1.59)$$

Düsturu sadələşdirmək üçün kvadrat mütərizədəki ifadəni p_a ilə işarə edib t_2 vaxtında idarəetmə kamerasında təzyiqlik p_l -dən p_2 -yə qədər dəyişməsinə nəzərə alıb yazırıq:

$$m_2 = \frac{5}{2} \cdot \frac{B}{n_a^{\frac{2}{7}} \phi \mu} [n_a]_{n_1}^{n_2}. \quad (1.60)$$

Alınmış hesabat düsturları (1.50) və (1.60) inəyin aktiv südvərmə dövründə fasiləsiz sorma təmin etmək üçün pulsatorun konstruktiv təkmilləşdirilməsi, idarəetmə kamerasına əlavə həcm qoşulması ilə taktlar müddətini hesablamağa imkan verir.

1.2.5. Əlavə həcmə qoşulmuş idarəetmə kameralı pulsatorda taktlar nisbəti

Sorma və sıxma təsirinin tam vaxtı aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$m_{cop} = m_1 + \Delta m_1; \quad m_{cbr} = m_2 + \Delta m_2, \quad (1.61)$$

burada t_l –sorma taktı müddəti, san;

t_2 – sıxma taktı müddəti, san;

Δt_1 – pulsatorun dəyişən vakuüm kamerasında sorma taktının sonundan sıxma taktının başlanğıcına qədər keçən vaxt, san;

Δt_2 – pulsatorun dəyişən vakuüm kamerasında sıxma taktının sonundan sorma taktının başlanğıcına qədər keçən vaxtdır, san.

Taktlar müddətləri nisbəti isə

$$\xi = \frac{m_{\text{cop}}}{m_{\text{cx}}} = \frac{m_1 + \Delta m_1}{m_2 + \Delta m_2}. \quad (1.62)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, Δt_1 və Δt_2 müddətlərinin çox az olduğuna (eksperimentlərə görə hər taktın müddəti 10 %-dən çox olmur) və nəzəri hesabata çətinləşdirdiyinə görə onları diqqətə almaya bilərik [13]. Digər tərəfdən $\Delta t_1 = \Delta t_2$. Odur ki, təxmini olaraq (1.62) ifadəsini aşağıdakı kimi yazmağa bilərik:

$$\frac{m_{\text{cop}}}{m_{\text{cx}}} = \frac{m_1}{m_2}. \quad (1.63)$$

Taktlar müddətləri nisbətinin də təxmini qiyməti üçün yazırıq:

$$\xi' = \frac{m_1}{m_2}. \quad (1.64)$$

Pulsator nəzəriyyəsinə [153, 457] əsasən taktlar müddətləri nisbətini təzyiqlik vasitəsi ilə aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\xi' = \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{4} \left(\frac{n_a}{n_y} \right)^{\frac{1}{7}} \frac{|n_4|_{n_2}^{n_1}}{|n_a|_{n_1}^{n_2}}, \quad (1.65)$$

burada p_a – atmosfer təzyiqli, Pa;

p_u – işçi təzyiqli, Pa;

p_4 – ümumiləşmiş təzyiqli, Pa;

p_1 və p_2 – pulsatorun idarəedici kamerasında təzyiqliyin aşağı və yuxarı qiymətləridir, Pa.

(1.65) ifadəsindən göründüyü kimi taktlar müddətlərinin nisbəti (ξ'), pulsatorun idarəedici kamerasının həcmindən (V), nizamlanan kanalın en kəşik sahəsindən (f_a) və sərfiyyat əmsalından (μ) asılı deyildir.

Əgər p_a və p_u dəyişməz qalırlarsa, onda taktlar müddətləri nisbəti əsasən $p_4=f(p)$ $p_a=f(p)$ -dən asılı olacaq. Qapalı kamerada təzyiqin (p) p_2 -dən p_1 -ə qədər dəyişməsini nəzərə alsaq, o zaman taktlar müddətləri nisbətini müəyyən edən faktorların, pulsatorun idarəetmə kamerasında təsir göstərən p_1 və p_2 –nin olacağını deyə bilərik.

Taktlar müddətləri nisbətini (ξ') artırmaq üçün sorma taktı zamanı kameradan hava axma sürətini azaltmaq və sıxma taktı zamanı isə kameradan hava axını sürətini artırmaq tələb olunur. Havanın axma sürəti isə nizamlanan kanal dəşiyinin hər iki tərəfindəki təzyiqlər fərqiindən asılıdır.

Pulsatorada havanın axma sürətini müəyyən edən təzyiqlər fərqi sorma taktı başlanğıcında- (p_2-p_u) və sıxma taktı başlanğıcında isə $-(p_a-p_1)$ olur. Buradan belə nəticəyə gələ bilərik ki, sorma taktını uzatmaq üçün (p_2-p_4) -ni və sıxma taktını qısaltmaq üçün (p_a-p_1) -i artırmaq lazım gəlir.

Bu nəticələr döyüntülü sağım prosesi zamanı, xüsusi ilə süd vermənin birinci və üçüncü fazalarının düzgün nizamlanması üçün əhəmiyyətlidir.

Takt müddəti pulsatorun yaratdığı döyüntü tezliyindən asılı olduğu üçün bu şərtin təsiri də müəyyənləşdirilməlidir. Bir tam döyüntü müddətini aşağıdakı kimi ifadə etmək mümkündür

$$m = \psi(m_1 + m_2), \quad (1.66)$$

burada ψ - dəyişən vakuum kamerasında vakuumun dəyişmə vaxtlarını Δt_1 və Δt_2 -ni nəzərə alan düzəliş əmsalıdır.

t_1 və t_2 -nin (1.50) və (1.60) düsturlarındakı qiymətləri (1.66) düsturunda yerinə yazsaq bir tam döyüntü vaxtını hesablamaq üçün aşağıdakı düsturu alırıq:

$$m = \frac{\psi B}{\mu \phi} \left[\frac{5}{8} \cdot \frac{[n_c]_{n_2}^{n_1}}{n_{uu}^{\frac{2}{7}} \cdot a} + \frac{5}{2} \cdot \frac{[n_a]_{n_1}^{n_2}}{n_a^{\frac{2}{7}} \cdot a} \right]. \quad (1.67)$$

Kvadrat môtərizə içərisindəki toplananları z_1 və z_2 ilə işarələyəək

$$\frac{5}{8} \cdot \frac{[n_c]_{n_2}^{n_1}}{n_{uu}^{\frac{2}{7}} \cdot a} = z_1; \quad (1.68)$$

$$\frac{5}{2} \cdot \frac{[n_a]_{n_1}^{n_2}}{n_a^{\frac{2}{7}} \cdot a} = z_2. \quad (1.69)$$

Sadələşdirmək üçün $z_1 + z_2 = z$ qəbul edirik. Belə halda

$$m = \frac{\psi}{\mu} \cdot \frac{B}{\phi} z. \quad (1.70)$$

(1.67) düsturundan görünür ki, hüdud təzyiqlərin (p_1, p_2) sabit qiymətlərində z kəmiyyəti də sabit olur. z -ə daxil olan p_1 və p_2 həmçinin pulsatorada taktlar müddətinin nisbətini (ξ) müəyyən edirlər. Buna görə z - kəmiyyətinə taktlar müddətlərinin nisbətini müəyyənləşdirən faktor kimi baxmaq olar.

(1.70) düsturundan görünür ki, bir döyüntünün müddəti pulsatorun genişləndirilmiş idarəedici kamerasının həcmi (V) və taktlar müddətlərinin nisbətini müəyyən edən faktorla (z) düz, əlaqələndirici dəşiyin en kəsik sahəsi (f) ilə isə tərs mütənasibdir.

Əgər $(\psi/\mu)z = c_1$ ilə işarə etsək (1.70) düsturunu aşağıdakı kimi yaza bilərik:

$$m = \frac{B}{\phi} c_1. \quad (1.71)$$

t -ni sabit qəbul edib aşağıdakı asılılığı yazırıq:

$$\frac{B}{\phi} = \frac{m}{v_1} = v_2. \quad (1.72)$$

Bu asılılıq sabit t üçün pulsatorun genişləndirilmiş (əlavə həcmə birləşdirilmiş) idarəedici kamerasının işini müəyyən edən V və f faktorlarını bir-biri ilə əlaqələndirir. Bu asılılıq təkmilləşdirilmiş pulsator üçün idarəetmə kamerasının konstruksiyasının işlənməsində istifadə edilə bilər. Göründüyü kimi bu asılılıq xətti xarakter daşıyır.

(1.70) düsturunda çevirmələr etməklə əlaqələndirici dəyişin en kəsik sahəsi və diametrinin hesabat düsturları əldə edilir:

$$\phi = \frac{\psi}{\mu} B_3 \frac{H}{60}; \quad (1.73)$$

$$\delta = 2 \sqrt{\frac{\psi}{\mu} \cdot \frac{B_3}{\pi} \cdot \frac{H}{60}}, \quad (1.74)$$

burada $n=60/t$ – bir dəqiqədəki döyüntülərin sayıdır.

1.2.6. Rejimdəyişmə faktorunun əsaslandırılması

Taktlar nisbəti və xüsusi ilə sorma taktından inəyin aktiv südvermə dövrü üçün istifadə edilməsi sağılan süd miqdarı ilə idarəetmə kamerası arasında əlaqənin yaradılmasını tələb edir. Digər sözlə sağım aparatının sorma qabiliyyəti ilə inəyin südvermə səviyyəsi arasında aşağıdakı şərt gözlənilməlidir:

$$\Gamma_a = \Gamma(n), \quad (1.75)$$

burada Q_a – sağım aparatının məhsuldarlığı, q/san;

$Q(t)$ – inəyin südvermə funksiyasıdır.

Sağım aparatının sorma taktında məhsuldarlığı aşağıdakı kimidir:

$$\Gamma_a = \eta \phi_c \sqrt{\frac{2\vartheta}{\mu_c \gamma_{cu\delta}}} n_{uu}, \quad (1.76)$$

burada t_l – sorma taktının uzunluğu, san;
 f_s – sfinkterin en kəsik sahəsi, m²;
 g – sərbəstdüşmə təcili, m/san²;
 μ_s – sfinkterin müqavimət əmsalı;
 $\gamma_{süd}$ – südün xüsusi çəkisi, N/m³;
 $p_{i\check{s}}$ – əmcəkaltı kamerada vakuumin qiymətidir, N/m².
(2.76) tənliyini nəzərə alaraq yazırıq:

$$n_{uu} \eta = \frac{\Gamma(\check{m})}{\phi_c \sqrt{\frac{2\vartheta}{\mu_c \gamma_{cu\delta}}}}. \quad (1.77)$$

Buradan vakuumin sabit qalması və sorma taktının dəyişdirilməsi üçün t_l və $p_{i\check{s}}$ -in $Q(t)$ -dən asılı qiymətlərini müəyyən etmək olar. Aktiv südvermə dövründə vakuüm əsasən sağım stəkanlarının əmcəkdə qalması sfinkterin açılaraq sağıma başlaması və südün nəql olunması üçün hesaba alınmalı olur.

Bu cəhətdə vakuumin minimumdan maksimuma dəyişməsi hüdudunda südvermə ilə əlaqəsini də istifadə edərək sorma taktını aşağıdakı kimi hesablamaq olar:

$$\eta = \frac{\Gamma_{max} \Gamma(\check{m})}{\phi_c \sqrt{\frac{2\vartheta}{\mu_c \gamma_{cu\delta}}} [n_1 \Gamma_{max} + (n_1 - n_2) \Gamma(\check{m})]}. \quad (1.78)$$

Əgər əmcəkaltı kamerada $Q(t)$ ilə əlaqəsini sadə olaraq

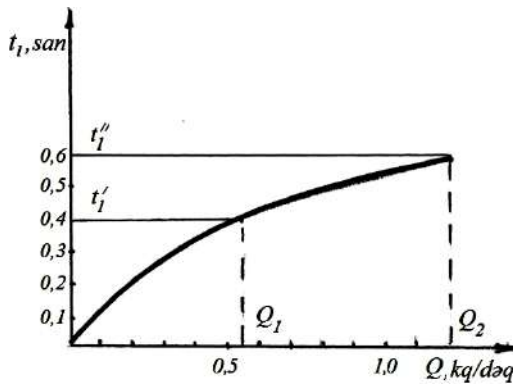
$$n_{uu} = n_2 + \Gamma(\check{m}) \frac{n_1 - n_2}{\Gamma_{max}}$$

da nəzərə alsaq, onda sorma taktı müddətinin südvermə səviyyə-sindən asılılığını aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$\eta = \frac{\Gamma_{max}}{(n_1 - n_2) \sqrt{\frac{2\vartheta}{\mu_c \gamma_{cu\delta}}}} \left(1 - \frac{n_2}{n_{III}} \right). \quad (1.79)$$

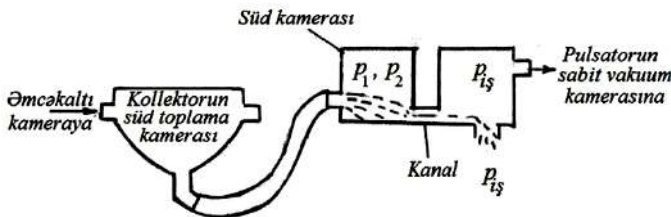
Alınan son düstur vasitəsi ilə hesablanmış qiymətlər əsasında qurulmuş qrafik (şək.1.13) aktiv südvermə dövründə, yəni südvermə miqdarının Q_1 -dən Q_2 -yə dəyişməsi zamanı sorma taktının xeyli artmasını (t'_1 -dən t''_1 -ə) göstərir. Bu elə hüduddur ki, bir döyüntü işinə sığa bilməz. İkitaktlı sağımda döyüntülər sayı dəqiqədə 100 olarsa 1 tam döyüntü müddəti 0,6 san. edir. Belə olduqda sağım taktına vaxt qalmır. Demək, məhdud dövr ərzində fasiləsiz sormanın məqsədəuyğunluğu şübhə doğurmur.

Fasiləsiz sağıma keçmək üçün pulsatorun idarəetmə kamerasına əlavə həcm qoşulmasının qənaətbəxş olduğunu bildikdən sonra döyüntülü rejimdən pulsatorun fasiləsiz rejimə və sağımın sonunda (südvermənin 3-cü fazasında) yenidən döyüntülü sağıma keçməsi təbii ki, südvermə miqdarına nəzarətlə yerinə yetirilə bilər. Bu barədə informasiya vericisi və onun idarəetmə mexanizminə təsir forması seçilməlidir.



Şək.1.13. Südvermə miqdarından asılı olaraq sorma taktının dəyişmə əyrisi.

Bu məqsədlə kollektorda toplanan südün süd borucuğundan (kanaldan) axın səviyyəsinə uyğun süd kamerasında təzyiqli dəyişməsini (p_1, p_2) informasiya vericisi olaraq qəbul edirik (şək.1.14).



Şək.1.14. Südvermə səviyyəsinin informasiya vericisinin sxemi.

Belə informasiya vericisinin statik xarakteristikası qərarlaşmış vəziyyətdə giriş (kanalda südün səviyyəsi) və çıxış (süd kamerasında vakuüm təzyiqinin azalması, yəni kanal daraldıqca süd kamerasına işçi təzyiqin təsiri azalır, kollektordan sorulan hava hesabına vakuümün düşməsi baş verir) kəmiyyətləri arasındakı əlaqədən ibarətdir.

Kanal süd kamerasının dibində olduğu halda statik xarakteristika aşağıdakı kimi olur:

$$\Gamma = \phi_k \sqrt{\frac{2\vartheta u \mu}{\varepsilon_k}}, \quad (1.80)$$

burada Q – südvermə miqdarı, m^3/san ;

f_k – kanalın (süd borucuğunun) en kəsik sahəsi, m^2 ;

h – süd kamerasında südün hündürlüyü, m ;

ε_k – kanalın cəmləşmiş müqavimət əmsalındır.

Xətti xarakteristikalı süd kamerası üçün

$$\Gamma = \kappa u, \quad (1.81)$$

burada k – müqavimət əmsalı (ε_k) və en kəsik sahəsindən (f_k) asılı olan mütənəsiblik əmsalındır, m^2/san .

Buraxıcı kanala malik süd kamerasının dinamik xarakteristikası ötürmə funksiyası ilə ifadə olunur:

$$W = \frac{1}{\frac{\kappa}{\Phi} n + 1}, \quad (1.82)$$

burada F – kameranın en kəsik sahəsi, m^2 ;

p – kompleks Laplas dəyişənidir.

(1.82) düsturunda $1/k$ kanalın forma və ölçülərindən asılı olan güclənmə əmsəlidir. F/k isə vaxt sabiti olub keçid prosesi xarakterizə edir. Bu süd kamerasında südün qalma müddəti kimi başa düşülür ki, bu da onun konstruktiv parametrlərindən asılı olur.

Ötürmə funksiyasından (1.82) F -i $j\omega$ ilə əvəz etsək, süd kamerası üçün kompleks tezlik funksiyası əldə edilir. Bu dekart koordinatlarında kompleks müstəvidə maddi $R(\omega)$ və xəyali $jJ(\omega)$ hissələrin həndəsi cəmi kimi təsvir edilə bilər:

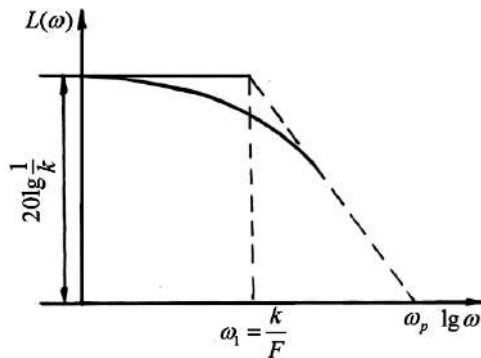
$$W(j\omega) = P(\omega) + jK(\omega). \quad (1.83)$$

Bu funksiyanın modulunu müəyyənləşdirib loqarifmaladıqda loqarifmik amplitud tezlik xarakteristikasını əldə edirik:

$$L(\omega) = 20_{\text{dB}} [W(j\omega)] = 20_{\text{dB}} \frac{1}{K} - 20_{\text{dB}} \sqrt{\left(\frac{\Phi}{K}\right)^2 \omega^2 + 1}, \quad (1.84)$$

burada ω - giriş siqnalının tezliyidir.

Şəkil 1.15-də süd kamerasının loqarifmik amplitud tezlik xarakteristikası qrafiki olaraq verilmişdir. Qrafikdə əyri punktir düz xətlə aproksimasiya olunmuşdur.



Şək.1.15. Süd kamerasında loqarifmik amplitud tezlik xarakteristikası.

Xəttin qırılma nöqtələri kameranın vaxt sabitinin tərs qiymətinə bərabər birləşmiş tezliyə uyğun gəlir:

$$\omega_1 = \frac{k}{F}. \quad (1.85)$$

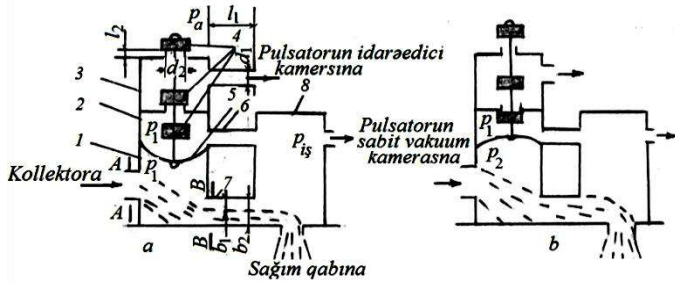
Göründüyü kimi süd kamerası və kanaldan ibarət informasiya verici tərtibat südvermənin xırda tezlikli dəyişmələrini dəf etmək qabiliyyətinə malikdir. Yalnız ω_1 -dən sonrakı tezliklərdə vericinin xətasının artması və normal işinin pozulması mümkündür.

Süd kamerasının xətasını azaltmaq üçün onun əsas parametrlərini elə seçmək lazımdır ki, sağım stəkanından, kollektorun toplayıcı kamerasından və süd şlanqından keçərək hava-süd qarışığı şəklində hərəkət edən süd kütləsinin yaratdığı maneələrə deyil, yalnız sağım sürətinə-südvermə səviyyəsinə reaksiya göstərə bilsin. Bu o vaxt mümkün olur ki, pozucu tezlik (ω_p) sağımda daha çox baş verən maneələrdən kiçik qiymətə malik olsun. Süd kamerasının tezlik xarakteristikasını təhlil edərək maneələri və faydalı giriş signalını nəzərə almaqla, onun etibarlı işini təmin edən konstruktiv parametrlərin aşağıdakı nisbətini müəyyən etmişik:

$$\Phi \geq 7 \phi. \quad (1.86)$$

1.2.7. Rejimdəyişmə tərtibatının parametrlərinin əsaslandırılması

İnəyin südvermə səviyyəsinə uyğun olaraq sağım aparatının gizli südvermə fazasından aktiv südvermə fazasına və sonda südvermənin tormozlaşma fazasına uyğun iş rejimlərinin dəyişdirilməsini vacibliyinə və rejimdəyişici faktor kimi südtoplama əlavə süd kamerasının borucuğu (kanal) vasitəsi ilə süd axım miqdarını qəbul edərək kollektor və pulsator arasında bu vəzifələri yerinə yetirəcək rejimdəyişmə tərtibatını konstruktiv olaraq şəkil 1.16-dakı sxem kimi təsvir edirik.



Şək.1.16. Rejimdəyişən tərtibat:

a) südvermənin I və III fazalarında; b) aktiv südvermə; 1-süd kamerası; 2-tərtibatın daimi vakuüm kamerası; 3-tərtibatın dəyişən vakuüm kamerası; 4-klapanlar; 5-membrana; 6-vakuüm borucuğu; 7-süd borucuğu.

Burada kollektordan gələn süd əlavə süd kamerasında toplanıb, oradan süd borucuğu (kanal) vasitəsi ilə sağım vedrəsinə (süd boru kəmərinə) ötürülür. Süd kamerasında vakuümü təmin etmək üçün o pulsatorun sabit vakuüm kamerasına aralıq kamera vasitəsi ilə birləşdirilmişdir. Südvermə səviyyəsindən asılı olaraq süd kamerasında təzyiğin adekvat olaraq qalxıb-enmə informasiyasından istifadə etmək üçün süd kamerasının üzərində membrana və ona birləşmiş klapanlar sistemi tətbiq edirik. Membrananın altında, süd kamerasında təzyiq dəyişməsinə reaksiyasının xarakterini sabit saxlamaq üçün o üst tərəfindən sabit vakuüm kamerası ilə təchiz edilmişdir. Klapanlar sistemi pulsatorun idarəetmə kamerasına birləşən əlavə həcmi atmosferlə əlaqələndirmə funksiyasını yerinə yetirir.

Rejimdəyişən tərtibatın əsas konstruktiv parametrlərini əsaslandırmaq üçün qabaqkı paragraflarda olduğu kimi əsasən süd məsarifinə (Q_s) istinad edirik. Süd kamerasından mayenin axması üçün yazırıq:

$$\Gamma_c = \mu C \sqrt{2\varepsilon III_0} , \quad (1.87)$$

burada μ - süd borucuğunun (kanalın) sərfiyyat əmsalı, $\mu = \varepsilon \varphi$ (ε -şırnağın sıxılma əmsalı, φ -sürət əmsalı);

S – süd şırnağının en kəsik sahəsi, m²;

H_0 – axan süd basqısıdır, m.

A-A kəsiyində maye sərfi (Q_1) B-B kəsiyindəki maye sərfinə (Q_2) bərabər olmalıdır

$$\Gamma_1 = \Gamma_2 = \omega H C \pi.$$

Südün axma basqısı

$$III_0 = (n_1 - n_{uu})H + III_c, \quad (1.88)$$

burada p_1 – sağım üçün tələb olunan vakuüm, Pa;

$p_{i\bar{s}}$ – vakuüm sistemdə olan işçi vakuüm, Pa;

n – ölçü vahidinin dəyişmə əmsalı, m/Pa;

H_s – südün basqısıdır, m.

Süd axan zaman şırnağın en kəsik sahəsi

$$C = \frac{\pi(\bar{\sigma}_2^2 - \bar{\sigma}_1^2)}{4}, \quad (1.89)$$

burada b_1 – süd borucuğunun boş qalan hissəsinin diametri (axın qeyri sabit olduğuna görə bu boşluğu çevrəvi qəbul edirik), m;

b_2 – süd borucuğunun diametridir, m.

Bu şərtə görə süd məsarifi ilə kanalın (süd borucuğunun) diametri arasındakı asılılığı yazma bilərik:

$$\Gamma_c = \mu \frac{\pi(\bar{\sigma}_2^2 - \bar{\sigma}_1^2)}{4} \sqrt{2\vartheta III_0}. \quad (1.90)$$

Süd kamerasında vakuümün qiyməti (eyni zamanda membranın südvermə səviyyəsinə reaksiyası) kanalın ölçüsündən və süd kamerası ilə aralıq kamera arasında əlaqə yaratmasından asılı olur. Bu əlaqə tərtibatın dəyişən vakuüm kamerasının (pulsatorun idarə etmə kamerasına qoşulan əlavə həcmi) işini və eyni zamanda pulsatorun idarə etmə kamerasına rejimdəyişmə siqnalının ötürülməsini təmin edir. Tərtibatın dəyişən vakuüm kamerasında vakuümün dəyişmə sürəti aşağıdakı kimi olur:

$$\frac{\partial n}{\partial m} = n_a \frac{z_1 - z_2}{B}, \quad (1.91)$$

burada t – prosesə keçən vaxt, san;

p_a – atmosfer təzyiqi, Pa;

q_1 – tərtibatın dəyişən vakuüm kamerasından sorulan hava miqdarı, m³/san;

q_2 – tərtibatın dəyişən vakuüm kamerasına dolan hava miqdarı, m³/san;

V – tərtibatın dəyişən vakuüm kamerasının həcmidir (pulsatorun idarəetmə kamerasına qoşulan əlavə həcm), m³.

Tərtibatın dəyişən vakuüm kamerasından sorulan hava miqdarı (q_1) bu kameranı pulsatorun idarəetmə kamerası ilə birləşdirən borucuqdan keçir

$$z_1 = \frac{\pi \partial_1^4}{128 \mu_1 \eta_1} (n - n_{uu}), \quad (1.92)$$

burada b_1 – birləşdirici borucuğun diametri, m;

l_1 – birləşdirici borucuğun uzunluğu, m;

μ_1 – havanın dinamik özlülüyüdür, Pa·san.

Tərtibatın dəyişən vakuüm kamerasına dolan havanın miqdarı (q_2)

$$z_2 = \frac{\pi \partial_2^4}{128 \mu_1 \eta_2} (n_a - n), \quad (1.93)$$

burada d_2 – klapanaltı deşiyin diametri, m;

l_2 – klapanaltı deşiyin hündürlüyüdür, m.

Bunları nəzərə alsaq aparatın aktiv südvermə fazasından III fazaya rejim dəyişdirməsinə keçən vaxtı aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$m_{\text{reçubbl}} = \frac{128 z_1 \mu_1 \eta_1 (n_a - n \lambda)}{\pi \partial_1^4 n_a (n_a - n_{uu})} \mathcal{H} \frac{n_a - n \lambda}{n_1 - n \lambda}, \quad (1.94)$$

burada p – sağımin III fazası üçün vakuumin qiyməti, Pa;

λ - membranının sərtliyini nəzərə alınan əmsəldir.

Keçid vaxtını ($t_{keç}$) və p – təzyiqini nəzərə alaraq birləşdirici borucuğun diametrini aşağıdakı kimi hesablamaq mümkündür:

$$\delta_1 = \sqrt[4]{\frac{128B \mu_1 \lambda_1 (n_a - n\lambda)}{\pi m_{keçBBI} n_a (n_a - n_{uu})} \mathcal{H} \frac{n_a - n\lambda}{n_1 - n\lambda}}. \quad (1.95)$$

Klapanalıtı deşiyin diametri üçün yazırıq:

$$\delta_2 = \sqrt[4]{\frac{128B \mu_1 \lambda_2 (n\lambda - n_{uu})}{\pi m_{keçBBI} n_a (n_a - n_{uu})} \mathcal{H} \frac{n_a - n\lambda}{n_1 - n\lambda}}. \quad (1.96)$$

Südvermənin və sağımin II fazasına keçid vaxtı isə aşağıdakı kimi hesablanıla bilər:

$$m_{keçBBI} = \frac{128 \mu_1 \lambda_2 B}{n_a \pi \delta_2^4} \mathcal{H} \frac{n\lambda - n_{uu}}{n - n_{uu}}. \quad (1.97)$$

1.3. SAĞIM APARATLARI ÜÇÜN EKSPERİMENTAL TƏDQIQATLARIN PROQRAM VƏ METODİKASI

1.3.1. Sağım aparatları üçün eksperimental tədqiqatın proqramı

Eksperimental tədqiqatlar aşağıdakı işləri əhatə edir:

1. İnəyin südvermə xarakterinin, laktasiya mərhələləri ilə əlaqəli yelin və əmcəyin anatom-fizioloji xüsusiyyətlərinin tədqiqi;
2. İnəyin südvermə xarakterinə uyğun olaraq sürətli sağım təmin edən eksperimental aparatın rejimdəyişici tərtibatının və pulsatorun işinin tədqiqi;
3. Eksperimental sağım aparatının işinin tədqiqi;
4. Eksperimental sağım aparatının rejim parametrlərinin optimal sahəsinin müəyyən edilməsi;
5. Eksperimental sağım aparatının təsərrüfat şəraitində yoxlanması.

1.3.2. Sağım aparatları üçün eksperimental tədqiqatın metodikası

1.3.2.1. Eksperiment üçün seçilmiş konstruksiya və onun iş prinsipi. Eksperimental tədqiqat üçün qabaqkı fəsillərdəki mülahizələr əsasında ikitaklı sağım aparatına konstruktiv dəyişikliklər etməklə ona inəyin bir sağımda və laktasiyanın müxtəlif dövrlərində südvermə xarakterinə uyğun olaraq faza dəyişmələrinə uyğun rejim dəyişə bilməsi xüsusiyyətləri verilmişdir. Buna, pulsator və kollektorun işini tənzimləyən rejimdəyişici tərtibatın əlavə edilməsi ilə nail olunmuşdur [14, 312].

Konstruktiv cəhətdən dəyişdirilmiş sağım aparatı tədqiqat obyekti olaraq seçilmiş, onun eksperimental variantı hazırlanaraq laboratoriya və istehsal şəraitində tədqiq olunmuşdur [15].

Eksperimental sağım aparatının konstruksiyasına (şək.1.17) aşağıdakılar daxildir: sağım stəkanları-1, kollektor-2, rejimdəyişən tərtibat-3, pulsator-18 və sağım vedrəsi-22. Rejimdəyişən tərtibat-

3 kollektorla-2 pulsator-18 arasında, sağım vedrəsinin-22 üzərində yerləşdirilmişdir.

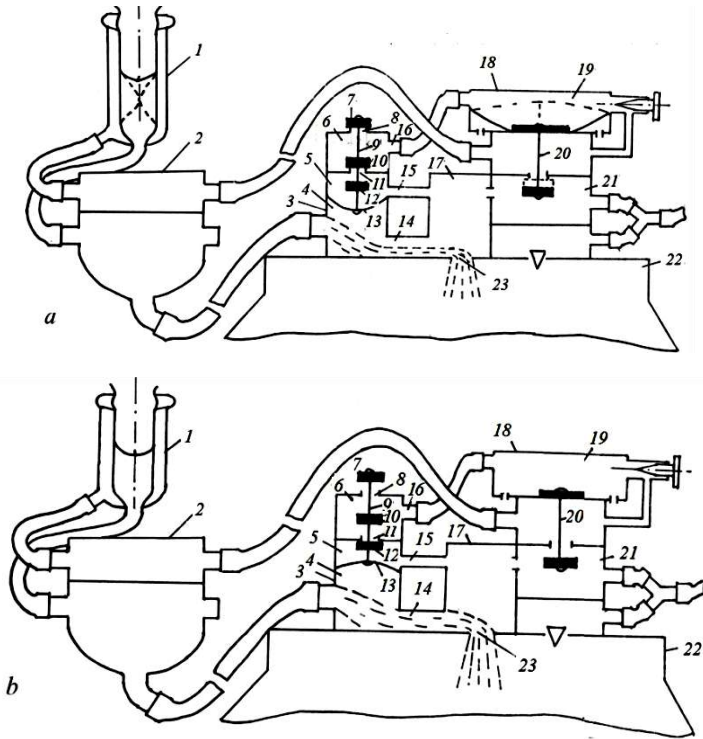
Rejimdəyişən tərtibat-3 dörd kameradan ibarətdir: süd kamerası-4, daimi vakuüm kamerası-5, dəyişən vakuüm kamerası-6 və aralıq kamera-17. Süd kamerasının-4 daimi vakuüm kamerası-5 ilə əlaqəsi olmayıb, ondan membrana-13 vasitəsi ilə ayrılmışdır. Süd kamerası-4 bir tərəfdən kollektorun-2 süd şlanqı, digər tərəfdən isə süd borucuğu-14 ilə aralıq kamera-17 və sağım vedrəsinin-22 süd qəbul ağızcığı-23 ilə əlaqələndirilmişdir. Daimi vakuüm kamerası-5 ilə dəyişən vakuüm kamerası-6 üç ədəd klapanı 7, 10, 12 olan klapan mexanizmi-9 ilə təchiz edilmişlər. Klapan mexanizmi-9 dəyişən vakuüm kamerası-6 ilə daimi vakuüm kamerasının-5 mərkəzində açılmış deşiklərdən-8, 11 keçməklə şaquli vəziyyətdə yerləşdirilmişdir. Klapan mexanizminin-9 alt ucu membranaya-13, üst ucu isə dəyişən vakuüm kamerası-6 xaricində klapan-7 bərkidilmişdir.

Dəyişən vakuüm kamerasının-6 üst tərəfindəki deşik-8 atmosfer ilə, alt tərəfindəki deşik-11 isə daimi vakuüm kamerası-5 ilə əlaqəlidir. Klapan mexanizminin-9 mərkəzindəki iki klapan-10, 12 bir-birindən aralı elə yerləşdirilmişlər ki, onlardan biri (klapan 10) deşiyin-11 üst tərəfində dəyişən vakuüm kamerasına-6, digəri (klapan 12) isə deşiyin-11 alt tərəfində daimi vakuüm kamerasına-5 təsadüf etmişdir.

Dəyişən vakuüm kamerası-6 borucuq-16 vasitəsi ilə pulsatorun-18 idarəetmə kamerası-19 ilə əlaqələnmişdir. Daimi vakuüm kamerası-5 isə borucuq-15 vasitəsi ilə aralıq kamera-17 və pulsatorun daimi vakuüm kamerası-21 ilə əlaqələndirilmişdir.

Eksperimental sağım aparatı aşağıdakı kimi işləyir. Başlanğıcda sağım aparatı vakuüm xəttinə birləşdirilib işə salındıqda süd vermə intensivliyinin əvvəlcə zəif, sonra orta qiymətə malik olduğu zaman (şək.1.17,a) kollektordan-2 keçən süd axını rejimdəyişən tərtibatın-3 süd kamerasından-4, süd borucuğundan-14, aralıq kameradan-17 və süd qəbul ağızcığından-23 keçərək sağım vedrəsində-22 toplanır. Bu zaman süd axını süd borucuğunu-17 vakuüm süd borucuğu-14 vasitəsi ilə membrananın-13 altına və borucuq-

15 vasitəsi ilə membrananın-13 hər iki tərəfində təzyiq eyni olduğundan onu yalnız klapan mexanizmi-9 öz ağırlığı ilə aşağı sıxmış olur. Klapan mexanizminin-9 belə vəziyyətində klapan-12 deşik-11-dən üst tərəfdə aralıda, onu bağlamış vəziyyətdə, klapan-7 isə deşik-8-i bağlamış vəziyyətdə olurlar. Belə halda rejimdəyişən tərtibatın-3 dəyişən vakuüm kamerası-6 və daimi vakuüm kamerası-5 qapalı vəziyyətdədirlər. Pulsator-18 adi rejimdə işləyir.



Şək.1.17. Eksperimental sağım aparatı:

a-adi südvermə rejimində; *b*-aktiv südvermə rejimində; 1- sağım stəkanları; 2-kollektor; 3-rejimdəyişən tərtibat; 4-süd kamerası; 5-daimi vakuüm kamerası; 6- dəyişən vakuüm kamerası; 7, 10, 12-klapan; 8, 11-deşiklər; 9-klapan mexanizmi; 13-membrana; 14-süd borucuğu; 15, 16-borucuq; 17-aralıq kamera; 18-pulsator; 19- idarəedici kamera; 20-pulsator klapanı; 21-pulsatorun daimi vakuüm kamerası; 22-sağım vedrəsi; 23-süd qəbul ağızlığı.

Sağım zamanı inəyin südvermə aktivliyi artdıqda (şək.1.17,b) süd borucuğundan-14 keçən süd axını miqdarı artdığı üçün süd borucuğunun-14 tam dolması və yaxud boş hissənin olduqca daralması baş verir. Bu zaman aralıq kamera-17 ilə süd kamerası-4 arasında əlaqə zəiflədiyindən membranının-13 üst tərəfində, daimi vakuum kamerasında-5 vakuumun qiyməti çox, alt tərəfində, süd kamerasında-4 isə nisbətən az olur. Belə olduqda membrana-13 yuxarıya, daimi vakuum kamerasına-5 tərəf sorulur və özü ilə bərabər klapan mexanizmini-9 yuxarıya qaldırır. Klapan mexanizmi-9 yuxarı qalxdıqda klapan-12 deşik-11-i bağlayır, klapan-10 deşik-11-dən yuxarı tərəfdə aralı vəziyyət alır. Klapan-7 deşik-8-dən yuxarı aralanaraq onun açılmasına səbəb olur. Bu zaman daimi vakuum kamerası-5 qapalıdır, dəyişən vakuum kamerası isə deşik-8 vasitəsi ilə atmosferlə əlaqələnmiş olur. Dəyişən vakuum kamerasından-6 atmosfer təzyiqi borucuq-16 vasitəsi ilə pulsatorun-18 idarəedici kamerasına-19 keçir. Pulsatorun-18 idarəedici kamerası-19 atmosferlə əlaqələnmiş olduğundan onun döyüntülü işləməsi dayanır. İdarəedici kameranın-19 atmosferlə əlaqəsi kəsilməyəne qədər pulsator klapanı-20 aşağı vəziyyətdə qaldığı üçün sağım stəkanlarında-1 "fasiləsiz" sağım təmin edilmiş olur.

Sağımın sonrakı gedişində südvermə aktivliyi zəiflədikdə süd borucuğundan-14 keçən süd miqdarı azaldıqda rejimdəyişən tərtibatın-3 süd kamerası-4 və daimi vakuum kamerasında-5 vakuumun qiyməti bərabərləşdiyi üçün klapan mexanizmi-9 öz ağırlığı ilə aşağı vəziyyətə qayıdır və pulsatorun-18 adi döyüntülü rejimi təkrar bərpa olur.

Eksperimental sağım aparatının konstruksiyası ixtira səviyyəsində yerinə yetirilmiş və patent sənədi ilə (İ 200301212) təsdiq olunmuşdur.

1.3.2.2. Yelin və əmcəklərin anatom-fizioloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi. Əmcək daxili boşluqda və yelin daxilində təzyiqi "U" şəkilli, tarirovka olunmuş ölçülü menzurka, kateter və şlanqdan ibarət cihaz vasitəsi ilə ölçmüşük.

Təcrübəyə hazırlıq zamanı 15 ədəd kateter 40 dəqiqə ərzində

qaynadılaraq sterilizə edilir, sonra 75 %-li spirt məhlulu olan qabda saxlanılır. Təcrübə zamanı kateter, əmcək gözündən tam uzunluğu qədər içəri soxulur.

Təcrübə üçün seçilmiş inəklərdə kateterlə ölçü aparma, onların sağım qabağı yelini yuyulduqdan dərhal sonra yerinə yetirilmişdir. Bundan sonra inəklər "Albena" markalı ikitaklı sağım aparatı ilə sağılmış, sağımın sonunda qalıq süd əl ilə çıxardılmışdır. İnəyin birdəfəlik məhsuldarlığı ölçüsü 5 ml olan ölçülü menzurka ilə təyin edilmişdir.

Əmcəkdaxili (yelindaxili) təzyiq və birdəfəlik süd məhsuldarlığının ölçülməsi bu iki göstərici arasındakı əlaqəni müəyyən etməyə imkan verir.

Bu təcrübələr zamanı həmçinin inəklərin sağım müddətləri saniyəölçənlə ölçülərək jurnalda qeyd olunmuşdur.

İnək sağım aparatı ilə sağıldıqda sağım sürəti əmcəyin həlqəvi əzələsinin genişlənmə dərəcəsindən asılı olur. Bu ölçünün vakuomla ölçülməsi onun geniş hüdudda (1,8-dən 32,6 kPa) dəyişməsini göstərir. Odur ki, sağım stəkanının əsas funksiyası kimi iş prosesində əmcəyin sfinkerinin maksimum açılmasını təmin etməsini qəbul etmək olar. Bu, həmçinin elə olmalıdır ki, əmcəyə patoloji təsir göstərməsin. Əmcək sfinkterinin müqaviməti ölçülərkən inəklər bir neçə yerdən bağlanmışlar. Bu zaman əmcək boşluğuna iynə ilə hava verilir və sfinkterin açılan zaman havanın manometrik təzyiqi qeydə alınır. Vakuometrik təzyiqlə isə sfinkterin açılması süd şırnağı ilk açılan zaman vakuometrik göstərici qeydə alınır.

Sağım zamanı və yaxud buzov anasını əmdikdə süd paylarla əmcək boşluğundan əmcəkaltı mühitə axıdılır. Bu zaman taktların bir-birini əvəz etməsi əmcək boşluğunun dolması və boşalması ilə xarakterizə olunur. Odur ki, südü sıxmaqla əmcəkdən çıxarmaq yalnız əmcəkdaxili boşluq iri olduqda məhsuldar sayıla bilər. Bu vəziyyət sorma ilə südü çıxarma üsulu üçün də əhəmiyyət daşıyır. Əgər sorma taktını vaxta görə uzatsaq, o zaman bir döyüntü dövründə daha çox süd sağılacaq. Ancaq bu əmcəkdaxili boşluğun südlə dolu olması vəziyyəti üçün doğrudur. Buradan da görünür

ki, əmcəkdaxili boşluğun və əmcəyin ümumən ölçülərinin (ölçü xarakteristikasının) öyrənilməsi sağım aparatının parametrlərinin əsaslandırılmasında xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Məhz bu məqsədlə biz təsərrüfatdakı təcrübə üçün seçilmiş inəklərin əmcəklərinin ölçü xarakteristikasını müəyyən etmişik.

Əmcəklərin ölçülərini aşağıdakı sxem üzrə aparmışıq: *A*-əmcəkdaxili boşluğun uzunluğu; *B*-həlqəvi əzələnin qalınlığı; *C*-süd kanalının uzunluğu; *Ç*-əmcək ucunun (ucdan 10 mm yuxarı qəbul olunur) çevrəsinin uzunluğu, $\zeta = \pi d$; *D*-əmcək divarının qalınlığı; *E*-əmcəkdaxili boşluğun çevrəsinin uzunluğu, $E = \pi D$; *F*-həlqəvi əzələ çevrəsinin uzunluğu, $F = \pi D'$; *G*-süd kanalı çevrəsinin uzunluğu, $G = \pi \delta$; *G*-əmcək ucunun uzunluğu (21±1 mm qəbul edilir).

Naturadan ölçmə əsasında əmcəkdaxili boşluğun və əmcəyin en kəsik səthini qrafiki olaraq qurmaq üçün onun koordinat nöqtələri müəyyən edilmişlər. Əmcəkdaxili boşluğun həcmnin orta qiyməti aşağıdakı kimi təyin edilmişdir:

$$B = \frac{\pi A}{b} (P^2 + p^2 + Pp), \quad (1.98)$$

burada $R = D/2$ – əmcəkdaxili boşluğun əmcək dibindəki radiusu, mm;

$r - d/2$ – əmcəkdaxili boşluğun əmcək ucundakı radiusudur, mm.

Əmcəklərin ölçüləri təsərrüfatda olan holştin, şvis və qara-ala cinslərindən olan inəkdən, 30-40 başdan götürülmüşdür. Bu cinslər respublikada yayılmış cinslər hesab olunurlar.

Təcrübə üçün seçilmiş inəklər maşınli sağıma öyrənilmiş inəklər olmaqla onların sağılması üzrə təcrübələr təsərrüfatda tətbiq edilən qrafikə uyğun olmuşdur [236, 378]. Təcrübədə həm iki taktlı, üçtaktlı aparatlardan həm də eksperimental sağım aparatından istifadə edilmişdir.

Hər inək üzrə aşağıdakı göstəricilər müəyyən edilib jurnalda qeyd olunmuşdur: sağılmış südün miqdarı, sağım müddəti, təmiz sağım müddəti, orta və maksimum sağım sürəti.

1.3.2.3. Sağım aparatlarının məhsuldarlıqlarının, pulsator, kollektor və sağım stəkanlarının kameralarında təzyiqlərin ölçülməsi. Sağım aparatları və onların işçi orqanlarının tədqiqi СПДА-1 stendində [153] aparılmışdır. Təzyiqin və taktlar nisbətini ölçülməsi üçün kimoqrafdan istifadə olunmuşdur. Kimoqrafın cızdığı qrafik orta ordinatlar metodu ilə işlənmişlər.

Sağım intensivliyi axım xarakterinin dəyişməsi şəklində təzahür etdiyindən ona həcmi statistik xarakteristika kimi baxırıq $Q=\varphi(H)$. Bu asılılıq axım en kəsiyinin forma və yerləşmə xüsusiyyətindən asılı olaraq müxtəlif şəkildə ifadə oluna bilər: $Q=kH$. Bu xətti asılılığın təmin olunması üçün süd axan dəşiyin formasının hündürlüyə görə dəyişməsi $x=u(y)$ qəbul olunur. Südün qəbul kamerasında səviyyəsi H olduqda məsarif aşağıdakı kimi hesablanmışdır [14]:

$$\Gamma = \mu\sqrt{2\vartheta} \int_0^H y(\ddot{u})\sqrt{H\ddot{u}}\,d\ddot{u}, \quad (1.99)$$

burada μ - sərfiyyat əmsəlidir.

İntensivliyin miqdarının müəyyən edilmə xətasının paylanması aşağıdakı kimi olur:

$$\Phi(\vartheta) = \frac{8}{\mu\sqrt{2\vartheta}\pi} \int_0^3 \varphi(H)\sqrt{3-H\theta}H\,dH. \quad (1.100)$$

Sağım intensivliyinin sağım zamanı sabit qalması üçün $Q'=Q(t)$ asılılığı laktasiyanın müxtəlif dövrlərində olan inəklər üçün müxtəlif şəkildə ola bilər. İntensivliyə görə hesablanan mexanizmin təsiri Q -nün dəyişməsinə uyğun gəlməlidir. Odur ki, həm statik, həm də dinamik xəta nəzərə alınmalıdır:

$$\delta_{mm} = \delta_{cm} + \delta_{dm}. \quad (1.101)$$

Dinamik xəta (δ_{din}) aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\delta_{\text{du}} = \frac{T + \tau}{n_l}, \quad (1.102)$$

burada T – süd qəbul kamerasının ətalət xüsusiyyətini xarakterizə edən vaxt sabiti;

τ - gecikmə müddəti;

t_l - intensivliyin artma müddətidir.

Dinamiki xətanın minimal artma müddəti aşağıdakı kimi müəyyən etmişik:

$$III_{\text{max}} = \left(\frac{H_{\text{mul}} M \mathfrak{b}}{\mu \sqrt{2 \mathfrak{e} \pi}} \Gamma \right)^{\frac{2}{5}}; \quad (1.103)$$

$$T_{\text{mul}} = \left(\frac{H_{\text{mul}}^6 M \mathfrak{b}}{\mu^6 \mathfrak{e}^3 \pi^6} \Gamma \right)^{\frac{1}{5}}, \quad (1.104)$$

buada n_{min} – intensivliyin dəyişməsinin minimum miqdarı;

m – ölçmə diapozonu;

c – südün qəbul kamerasında səviyyəsini nəzərə alan əmsaldır.

Sağım aparatlarının məhsuldarlıqları laboratoriya və təsərrüfat şəraitində optimal rejimlərdə (üçtaktlı sağım aparatları üçün vakuumun qiyməti-50 kPa, döyüntülər sayı 60 döyüntü/dəq, iki-taktlı sağım aparatları üçün vakuumun qiyməti 48 kPa, döyüntülər sayı 100 döyüntü/dəq öyrənilmişdir [257, 359, 363].

Laboratoriya şəraitində sağım stəkanları stenddəki süni əməclərə taxılmış və kollektor südölçənə qoşulmuşdur. Sağımın başlanğıcı və sonu elektron saniyəölçənlə qeydə alınmışdır. Pulsatorun döyüntülər sayı impulsiv sayğac vasitəsi ilə nizamlanmışdır [242, 243].

Kimoqrafın vərəqinin sürəti 2, 5, 10, 40, 160 və 250 mm/san arasında dəyişdirilə bilər. Kağızın eni 120 mm-dir. Vaxtın kağızda qeyd olunma tezliyi 10-dan 200 dəq⁻¹-ə qədərdir.

Sağım aparatının pulsatoruna vakuumun verilməsi və kəsilməsi elektron vaxt relesi köməyi ilə yerinə yetirilmişdir. Elektron vaxt relesinin rejim saxlama intervalı 0,5-dən 60 saniyəyə kimidir [422, 431]. Bu altı diapozona malikdir: 1 - 0,5-10 san; 2 - 10-20 san; 3 - 20-30 san; 4 - 30-40 san; 5 - 40-50 san; 6 - 50-60 san.

1.3.2.4. Sağım aparatları üçün eksperimental nəticələrin işlənməsi. Bu tədqiqatda ölçmələrin əksəriyyəti öz cari qiymətlərinə görə təsadüfi xarakter daşıyırlar. Odur ki, bu ölçmələr ehtimal nəzəriyyəsinə əsaslanan variasiyalı statistika metodu [349] tətbiqi ilə işlənmişlər.

Burada ölçmələrin sayı az olduğuna (30 və 30-dan az) görə Styudent paylanma qanunu tətbiq edilmişdir. Hər təcrübədə tələb olunan ölçmələrin sayını tapmaq üçün təcrübənin nisbi hüdud xətası və verilmiş etibarlılıq ($\alpha=0,95$) əsasında cədvəldən [227] istifadə olunmuşdur.

Bundan başqa ayrı-ayrı təcrübələrdə ölçmələrin sayı aşağıdakı düsturla müəyyən edilmişdir:

$$H = \left(\frac{\sigma}{p} \right)^2, \quad (1.105)$$

burada σ - orta kvadratik xəta;

p – orta ədədi qiymətin xətasıdır.

Bu düstura görə belə qənaətə gəlmək olar ki, ölçmələrin sayını müəyyən etmək üçün orta kvadratik xətanı (σ) tapıb, onu təcrübədə qəbul edilmiş xətaya (p) bölüb kvadratını hesablamaq lazımdır.

Orta kvadratik xəta (meylətmə) az miqdarda ölçü üçün qabaqcadan müəyyən edilir:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{u=1}^H (x_u - \bar{x})^2}{H - 1}}, \quad (1.106)$$

burada $\sum_{u=1}^n (x_u - \bar{x})^2$ - ölçülərin orta ədədi qiymətindən yana
meyletmələrin kvadratı;

$$\bar{x} = \frac{\sum_{u=1}^n x_u}{n} - \text{ölçmələrin orta ədədi qiyməti;}$$

x_i - ölçmələrin cari qiyməti;

n - ölçmələrin sayıdır.

Tədqiqat zamanı ölçmələrin təkrarlığı 3-4, sayı isə 5-10 olmuşdur. Təcrübə xətası $\pm 5\%$ -dən çox qəbul edilməmişdir.

Eksperimental tədqiqatlar zamanı birbaşa ölçmələrin hədd xətası ölçü cihazlarının sistematik xətalari və sorğu cədvəlləri əsasında qəbul olunmuşdur [227].

Dolay ölçülərin hədd xətalari, xətalər nəzəriyyəsi üzrə əsərlərdə göstərilən birbaşa ölçmələrin xətalari əsasında müəyyən edilmişlər.

Empirik düsturların seçilməsi bərabərləşdirmə metodu, düsturlara daxil olan əmsallar isə orta qiymətlər metodu [349] ilə tapılmışdır.

Empirik əyrinin ən yaxşısı yana meyletmələrin hamısının (η) cəbri cəminin (H)sıfıra bərabər olanı

$$III = \sum_{u=1}^n \eta_u = 0 \quad (1.107)$$

hesab edilmişdir.

1.4. SAĞIMDA EKSPERİMENTAL TƏDQİQATLARIN TƏHLİLİ

1.4.1. İnəklərdə bir sağımda südvermənin xarakterinin tədqiqi

Təcrübə maşınla sağıma öyrənmiş inəklər üzərində ikitaktlı, səyyar sağım aparatları ilə aparılmışdır. Təcrübə zamanı sağım aparatının hər 100 döyüntüdə əmcəkdən südün çıxarılma intensivliyi qeydə alınmışdır. Sağım aparatı dəqiqədə 100 döyüntüyə nizamlanmış, taktlar nisbəti 50:50 olmuşdur. Süd miqdarının ölçülməsi üçün seriya halında istehsal olunan südölçəndən istifadə edilmişdir.

Təcrübədə 28 inəyin sağımı qeydə alınmışdır. 3 inəkdə sağım zamanı birdən-birə südvermədə tormozlanma baş vermiş, sonradan sağım bərpa olunmuşdur. Qalan 25 inəyin dəqiqəlik orta südvermə intensivliyi ölçülərək, südvermə xarakterinə görə onları dörd qrupa ayırmışdıq (şək.1.18).

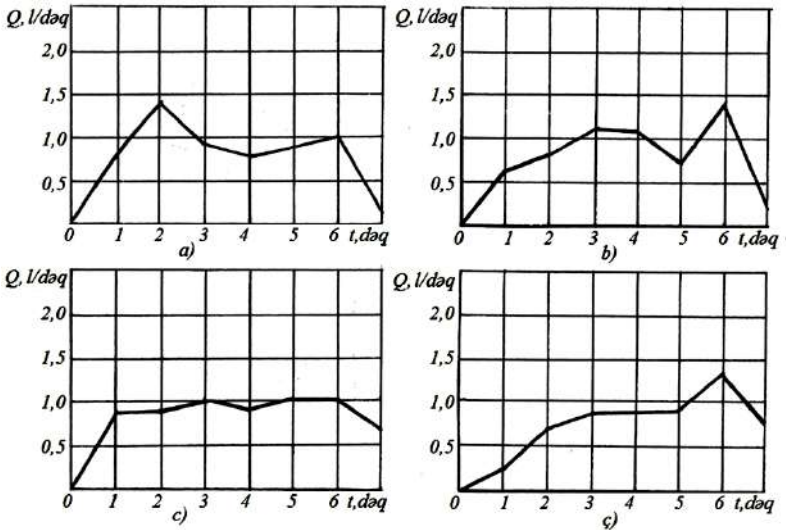
Birinci qrupa (şək.1.18,*a*) 7 inək uyğun gəlir. Bunlarda sağım müddəti 7 dəqiqədən azacıq artıq olmuşdur. Südvermə intensivliyi başlanğıc 2 dəqiqədə kəskin şəkildə artmış (1400 ml/dəq), sonra təxminən 4 dəqiqə ərzində aşağı səviyyədə (800-900 ml/dəq) davam etmişdir. Sağımın sonuna yaxın südvermə intensivliyində artma sonra kəskin şəkildə düşmə müşahidə edilmişdir. Bu qrupda olan inəklərin bir sağımda iki aktiv südverməsi mövcud olur.

İkinci qrupda (şək.1.18,*b*) südvermə intensivliyi qeyd olunan inəklərin 6-sı uyğun gəlmişdir. Bu qrupdakı inəklərin südverməsi 3 dəqiqəyə qədər yavaş-yavaş artım (1160 ml/dəq) göstərmiş, bir dəqiqə bu səviyyədə qalmış sağımın sonunda kəskin şəkildə qalxmış (1400 ml/dəq) və kəskin şəkildə düşmüşdür. Bu qrupda yaxşı sağılan və sağımın sonuna yaxın aktiv südverməsi gözlənilən inəklərdir.

Üçüncü qrupa (şək.1.18,*c*) da 6 inəyin göstəricisi uyğun gəlmişdir. Bu qrupda olan inəklərin südvermə intensivliyi 6 dəqiqə ərzində demək olar ki, satbildir (1000 ml/dəq). Ancaq südvermə

intensivliyinin qiymətinin çox olmaması sağımın ümumi vaxtının uzanmasına (7 dəqiqədən çox) gətirib çıxarır. Belə inəklərin südvermə xarakterini stabil südvermə kimi qiymətləndirmək olar.

Dördüncü qrupa (şək.1.18,ç) təcrübə inəklərindən 6-sı uyğun gəlmişdir. Bu inəklər üçün xarakterik cəhət ondan ibarətdir ki, bunlarda sağım ləng gedir (8 dəqiqədən çox), yalnız sağımın sonunda qısa müddətli aktiv südvermə (1400 ml/dəq) müşahidə olunur. Belə inəklər ləng sağılan inəklər olub, sağım sonunda aktiv südverməsi gözlənilənlərdir.



Şək.1.18. Südvermə intensivliyinin dəyişmə əyriləri:

a) iki aktiv südvermə dövrlü inəklər; b) yaxşı sağılan və sağım sonuna aktiv südverməsi gözlənilən inəklər; c) stabil südverməsi olan inəklər; ç) ləng sağılan və sağım sonuna aktiv südverməsi gözlənilən inəklər.

İnəklərin südvermə xarakterinə görə fərqlənməsi onların oksitosin ifrazında fərdi xüsusiyyətə malik olmasını göstərir. Odur ki, onların sağıma hazırlanması və yaxud hansı sağım aparatı ilə sağılmasından asılı olmayaraq bu və ya digər şəkildə xarakterizə olunan aktiv südvermə dövrü ola biləcəyi istisna olunmur. Şəkil

1.18-dəki qrafiklərdən də göründüyü kimi yalnız bir halda stabil südvermə, üç halda isə aktiv südverməyə malik inək qrupları ilə rastlanılmışdır.

Bu təcrübələrə əsaslanaraq qeyd etmək olar ki, oksitosin ifrazı mürəkkəb və kifayət qədər öyrənilməmiş proses olduğundan onun idarə olunması və yaxud riyaziləşdirilməsi olduqca çətindir. İnəklərdə normal sağım təmin etmək üçün aktiv südvermə zamanı südün əmcəkdən sürətlə çıxarılması, sağım müddətinin qısaltılması yelin və əmcəklərin vakuumun ziyanlı təsirindən və sıxma taktının hidravlik zərbə yaradacağı şəraitdən qorunması lazımdır. Bu isə nəzəri mülahizələrin doğruluğunu və sağım aparatının işçi rejiminin inəyin südvermə xarakterinə uyğun idarə olunması fikirini təsdiq edir.

1.4.2. İnəyin müxtəlif laktasiyalarında laktasiyanın müxtəlif mərhələlərində yelinin anatom-fizioloji xüsusiyyətinin tədqiqi

Tədqiqat üçün yeni doğmuş, geniş sağım dövründə olan və süd istehsalı bölməsinə keçmiş inəklərdən 9-10 baş olmaqla qruplar (müvafiq olaraq I, II və III qrup) yaradılmışdır.

Maşınla sağım sürəti üzrə təcrübə nəticələri cədvəl 1.1-də verilmişdir.

Bu təcrübədə geniş sağım dövründə müxtəlif markaların (ДА-2, ДА-3М, М-59) həmin mərhələnin tələblərini ödəyə bilməsi imkanını yoxlamışıq. Təcrübə göstərmişdir ki, nə ДА-3М "Волга", nə də М-59 "Импулс" bu dövrün tələbini ödəyə bilmir. ДА-2 "Майга" sürətli sağım apardığımız mərhələnin sonuna qədər bu aparatın istifadə edilməsini məqsədəuyğun hesab etmişik. Ümumiyyətlə geniş sağım dövründə aktiv südvermə zamanı aparatın nəinki sağma sürətini artırması (sorma taktının sıxmaya nəzərən uzadılması hesabına) hətta fasiləsiz sağmaya keçməsi tələbi ortaya çıxır.

Təcrübə altında yoxlanan 28 inəkdən 5-i sağım miqdarını maşınla sağıma keçidin birinci həftəsində 0,5-dən 1,9 l-ə qədər azalt-

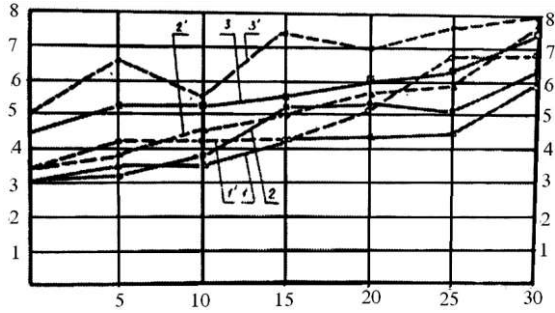
dılar. Ümumiyyətlə 1.1 cədvəlindən də görüldüyü kimi sonrakı həftələrdə və mərhələnin sonuna yaxın sağım miqdarı bərpa olunmuşdur. Artım 0,5-dən 1,3 l-ə çatmışdır. Yalnız süd istehsalı bölməsində mərhələnin sonuna yaxın maşınla sağım sürəti normal qaldığına baxmayaraq ümumi məhsuldarlıq təbii olaraq aşağı düşmüşdür. Təcrübə göstərmişdir ki, yeni doğmuş inəklərin ağız südü dövründən sonra maşınla sağıma keçirmək mümkündür və bu məhsuldarlığa mənfi təsir göstərmir. Yalnız müxtəlif markalı aparatların tətbiqi arzu olunmaz haldır. İlk andan inəyin öyrədilmiş aparatla axıra kimi sağılması məqsədəuyğundur. Amma geniş sağımda aparatın imkanları fizioloji tələbatı ödəyə bilməlidir. Əks halda geniş sağım əməliyyatı hədər gedə bilər.

Cədvəl 1.1

Mövcud sağım aparatları ilə müxtəlif laktasiya dövrlərində olan inəklərin maşınla sağım sürətləri

№	Çırpda inəklərin sayı	Sağım aparatının markası	I həftə		II həftə		III həftə		Mərhələnin sonunadək	
			Sağım sürəti, l/dəq	Sağım miqdarı, l	Sağım sürəti, l/dəq	Sağım miqdarı, l	Sağım sürəti, l/dəq	Sağım miqdarı, l	Sağım sürəti, l/dəq	Sağım miqdarı, l
I	9	DA-2	1,21	2,5	1,22	2,5	1,22	2,8	1,23	3,9
II	9	DA-2	1,18	3,8	-	-	-	-	0,91	4,0
		DA-3M	-	-	0,91	2,1	-	-	-	-
		M-59	-	-	-	-	0,96	3,5	-	-
III	10	DA-3M	0,91	3,8	0,97	4,1	1,17	4,5	1,17	3,6

Geniş sağım mərhələsində bir ay ərzində inəyin yelindaxili təzyiqi və sağım miqdarını öyrənmişik (şək.1.19). Qrafikdən görüldüyü kimi bir ay müddətin hər 5 günü ərzində geniş sağımda olan inəklərin məhsuldarlığının və yelindaxili təzyiqini geniş şəkildə sağım aparatının sorma qabiliyyəti fizioloji imkanlara uyğun gəlməzsə o zaman bütün südün tamamilə sağılması mümkün olmayacaqdır. Bu isə gələcəkdə, yəni laktasiyanın sonuna qədər inəyin südvermə potensialından tam istifadə olunmamasına gətirib çıxaracaqdır.



Şək.1.19. Geniş sağım mərhələsində olan inəklərin məhsuldarlığının və yelindaxili təzyiqinin dəyişmə əyriləri:
1, 2, 3-bir dəfə sağılan süd miqdarı; 1', 2', 3'-yelindaxili təzyiq.

Müəyyən edilmişdir ki, geniş sağımın ilkin ayında 100 kq süd itkisinə yol verilərsə ilkin məhsuldarlıq 400 kq əksilmiş olur. Odur ki, geniş sağım mərhələsində sağım aparatı inəyin fizioloji imkanlarına uyğun olaraq tələb olunan diapozonda sürətli rejim təmin etməlidir.

Müxtəlif sayda laktasiya keçirilmiş 10 inək üzrə yelinin anatom-fizioloji xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir. Yelindaxili təzyiq ilə birdəfəlik sağım həcmi arasındakı asılılıq cədvəl 1.2-də verilmişdir.

Cədvəl 1.2

Müxtəlif sayda laktasiya keçirmiş inəklərin yelindaxili təzyiqi və birdəfəlik süd məhsuldarlığı

İnəyin sıra nömrəsi	Laktasiyanın sayı	Yelindaxili təzyiq, kPa	Birdəfəlik məhsuldarlıq, ml
1	2	3,7	3100
2	2	1,7	3000
3	2	7,9	4100
4	3	1,2	1500
5	3	1,8	4000
6	3	1,4	3000
7	4	3,9	4100
8	6	2,5	4000
9	7	2,4	2500
10	8	2,2	3000

Cədvəl 1.2-dən göründüyü kimi təcrübə inəklərinin yelindaxili təzyiqi çox olanlarda birdəfəlik məhsuldarlıq da yüksək olmuşdur. Bu göstəricilər arasındakı sıx əlaqə analitik korrelyasiya asılılığı ilə də təsdiq olunur (əlavə 1).

Əmcəklərin göstəricilərini cədvəl 1.3 və 1.4-də veririk. Cədvəllərdən göründüyü kimi əmcək boşluğu ölçülərində bir-birinə nəzərən fərq çox deyildir. Əsas fərqli qiymətlər əmcəyin xarici ölçüləri və sfinkterin elastikliyinədir. Bu bir daha göstərir ki, sağım stəkanları və xüsusi ilə sağım rezinlərinin əmcəyə və sağım rejiminin sfinkterin elastikliyinə görə uyğunlaşması vacibdir.

Cədvəl 1.3

Əmcəklərin boşluğunun ölçü xarakteristikası

Yelinin payları	Əmcək boşluğunun uzunluğu, mm	Həlqəvi daralma ölçüləri, mm			Süd kanalı ölçüləri, mm		Əmcək ucu ölçüləri, mm		Əmcəyin divarının qalınlığı, mm	Əmcək boşluğunun çevrəsinin uzunluğu, mm
		A	B	F	C	G	Ç	Ğ		
Qabaq-sağ	80	12	49	8	6,5	21	13,5	6	64	
Qabaq-sol	78	12	45	8	6,5	20	13,5	6	60	
Arxa-sağ	64	10	43	8	6,5	15	13,5	5	57	
Arxa-sol	68	10	44	8	6,5	18	13,5	6	51	
Orta qiymət	72,5	11	45	8	6,5	18	13,5	6	58	

Cədvəl 1.4

Əmcəyin ölçü xarakteristikası

Parametrin ölçü xarakteri	Əmcəkaltı vakuum, kPa	Əmcək parametrləri			
		Əmcəyin uzunluğu, mm	Əmcəyin diametri, mm	Süd kanalının hündürlüyü, mm	Sfinkterin elastikliyi, kPa
Ən kiçik	39,5	20	12,7	5	7,2
Ən böyük	52,6	140	57,7	18	42,6
Orta	46,1	80	35,0	115	19,7
Hesabata görə əlverişli sayılır	30,3	82	22,0	1,64	30,2

Göründüyü kimi əmcək rezini müxtəlif ölçüdə əmcəklərə uyğunlaşmaq qabiliyyətində olmalıdır. Əmcək rezini kiçik olduqda əmcək rezinə çətinliklə girir, sağım zamanı dartıldığından əmcək kanalının daralmasına səbəb olur. Əmcək rezini yekə olduqda isə sağım stəkanlarının yelinə doğru sorulması baş verir və sağma çətinləşdirir.

İlk doğan inəklərlə süd istehsalı bölməsində olan inəklərin yelinin əmcəklərinin ölçü xarakteristikasını müəyyən etmişik. Ölçürənin riyazi gözləməsi cədvəl 1.5-də olduğu kimidir.

Cədvəl 1.5

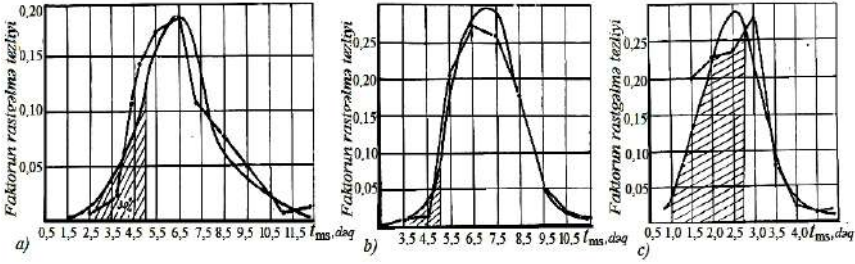
Ölçürənin riyazi gözləməsi

İnək qrupları	Yelinin bölmələri	Əmcəyin uzunluğu, mm	Əmcəyin dibinin diametri, mm	Əmcəyin ucuna yaxın yerdə diametri, mm	Əmcək kanalının həcmi, mm ³
İlk dəfə doğanlar	Arxa	68	18,2	9,7	2877,6
	Qabaq	64	16,2	8,8	1790,9
İnəklər	Arxa	80	20,4	10,7	5011,5
	Qabaq	78	19,1	10,4	4086,9

Maşınla sağım üçün həm kiçik, həm də həddindən artıq yekə əmcək rezini yararlı ola bilməz. Müxtəlif ölçülü əmcək rezinləri tətbiq etmək isə təcrübi cəhətdən məqsədəuyğun deyildir. Odur ki, sağım stəkanlarının əmcəkdə etibarlı durması və sağıma mane olan cəhətlərin aradan qaldırılmasına diqqət artırılmalıdır.

Bu cəhətdən qısaldılmış əmcək rezinləri tətbiq etmək maraqlıdır. Əmcək kanallarının müxtəlif həcmdə olması quru sağımın qarşısını almaq üçün tədbir görülməsini vacib edir. Bu fikri həmçinin süd istehsalı bölməsində olan inəklərin maşınla sağılma müddətlərinin öyrənilməsi təsdiq edir. Bu göstərici həmçinin yeni konstruksiya işləndikdə böyük əhəmiyyət daşıyır. Laktasiyanın müxtəlif mərhələsi üçün öyrəndiyimiz maşınla sağım müddətinin yayılma əyriləri şəkil 1.20-də verilmişdir.

Qrafiklərdən göründüyü kimi 0,9-etibarlıqla maşınla sağım müddəti doğum sonrası və geniş sağım mərhələsində 2,5-10,5 dəqiqə intervalında, süd istehsalı bölməsində isə 1,5-7,9 dəqiqə intervalında olur.



Şək.1.20. Maşınla sağım müddətinin yayılma əyrisi:

- a) doğum sonrası mərhələdə; b) geniş sağım mərhələsində;
- c) süd istehsalı bölməsində.

Maşınla sağım müddətinin riyazi gözləməsi müxtəlif laktasiya mərhələləri üçün aşağıdakı kimidir: 6,77; 7,2; 4,5 dəqiqə. Əgər bu üç qrafiki müqayisə etsək geniş sağım mərhələsində maşınla sağım müddətinin daha uyğun olduğunu görürük. Doğum sonrası mərhələdə olan inəklərin 30 %-i 5 dəqiqəyə qədər sağılır. Bunların qalan 70 %-i isə 5 ilə 10,5 dəqiqə arasında sağılır. Süd istehsalı bölməsində naxırın yalnız 65 %-inin sağımı 5 dəqiqəyə (yəni oksitosinin təsiri müddətində) yekunlaşır. Demək sağım sürəti baxımından mövcud sağım aparatları tələbatı təmin edə bilmir.

Alınmış nəticələr sağım aparatının konstruktiv olaraq yaxşılaşdırılmasına aşağıdakı tələblərin irəli sürülməsini təmin etmişdir:

- sağım aparatı laktasiyasının müxtəlif mərhələlərində olan inəklərin əmcək və yelinlərinə eyni dərəcədə stimullaşdırılması təsir göstərməklə yelini fizioloji vəziyyətinə müvafiq sağım rejimi yarada bilməlidir;

- sağım aparatının konstruksiyasının yaxşılaşdırılması, inəyə südvermə rejiminin yaranması, aktivləşməsi və sağımın uzanması zamanı əmcək və yelinin zədələnməsi ehtimalını aradan qaldırmaqlıdır;

- sağım aparatı inəyi sadəcə olaraq sağmaq deyil onun geniş sağımını təmin etməlidir;

- sağım aparatı süd verən inəyin tam sağmaq qabiliyyətinə malik olmalıdır;

- fermada bütün laktasiya dövrü eyni sağım streotipinə uyğunlaşdırılmalıdır.

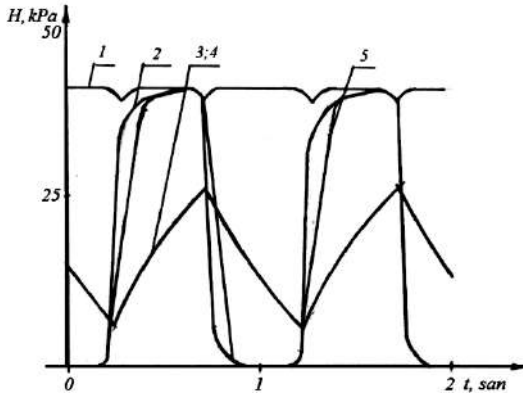
Bu tələblər yeni işləyib hazırladığımız sağım aparatının konstruktiv yaxşılaşdırılmasının əsasını təşkil etmişdir.

1.4.3. Rejimdəyişici tərtibatla təkmilləşdirilmiş eksperimental pulsatorun işinin tədqiqi

Eksperimental pulsatorun etibarlı rejim parametrinin seçilməsi üçün onun işi tədqiqat stendində yoxlanmışdır [110]. Pulsatorun kameralarında təzyiğin dəyişmə əyriləri şəkil 1.21-də qrafiki olaraq göstərilmişdir. Qrafiki təhlil edərkən adi rejimdən fasiləsiz sorma rejiminə keçid dövründə pulsatorun sabit vakuüm kamerasındakı vakuuma (işçi vakuüm $H_{i\text{ş}}$) nəzərən (50 kPa) rejimdəyişici kollektorun süd toplayıcı kamerası və sağım stəkanının əmcəkalti kamerasında südü fasiləsiz sorma vakuümü $H_{i\text{ş}}$ 16 % düşmüş (42 kPa) olur. Bu zaman pulsatorun idarəedicisi kamerasında isə vakuüm sıfıra enir (idarəedicisi kamerada rejimdəyişdirici tərtibatın vasitəsi ilə atmosfərə ilə əlaqələnilir).

Bu zaman pulsatorun dəyişən vakuüm kamerasında vakuümün qiyməti işçi vakuüm $H_{i\text{ş}}$ qiymətinə bərabər olub sabit qalır. Bu o deməkdir ki, sağım stəkanlarının divarlararası kamerasında vakuümün qiyməti əmcəkalti kamerasındakından çoxdur və əmcəyin sfinkterinin açıq qalmasına heç nə mane olmur. Fasiləsiz sağım getdliyindən əmcəkalti kamerada sormanın olması əmcəkaltı kamerada vakuümün qalmasına və sağım stəkanlarının bu dövrdə yelindən düşməsinə imkan yaratmır.

Fasiləsiz sağım dövründə rejimdəyişdirici tərtibatın yuxarı klapanı açıq vəziyyətdə olur. Südvermə intensivliyi aşağı düşdükdə rejimdəyişici tərtibatın süd kamerasında vakuümün artması ilə membranaya qüvvələr tarazlığı yarandıqda klapanlar sistemi aşağı düşür, əvvəlcə əlavə həcmə hesabına uzadılmış sorma taktlı, sonra normal taktlar nisbətli sağım davam edir. Bu bir daha faza dəyişmələri zamanı eksperimental pulsatorun aparatın iş rejiminin yumşaq dəyişməsinə imkan yaratdığını göstərir.



Şək.1.21. Eksperimental pulsatorun kameralarında vakuumin dəyişmə qrafiki:

1-rejimdəyişdirici tərtibatın süd kamerası və əmcəkaltı kamerasında; 2-pulsatorun dəyişən vakuum kamerasında; 3-pulsatorun idarəedici kamerasında; 4-pulsatorun dəyişən vakuum kamerası və sağım stəkanının divarlararası kamerasında H_1-H_2 rejimində; 5-həmin kameralarda $O-H$ rejimində.

Pulsator adi iş rejiminə keçdikdən sonra onun idarəetmə kamerasının atmosfer ilə əlaqəsi kəsilir. Membranaya qüvvələr nisbəti dəyişməklə o düzləndikdə klapanın azacıq bağlanması halında vakuum pulsatorun idarəedici kamerasında H_1 səviyyəsində olur və o tez təsir göstərərək klapanın tam bağlanmasını təmin edir. Bu zaman pulsatorun dəyişən vakuum kamerasında klapan düşür və 0,15 saniyədə burada vakuum sifıra enir. Sonradan idarəedici kameralara iynəli tərtibatdan hava sorulması ilə klapan qalxır və vakuum bu kameralarda 0,2 saniyəyə H_2 qiymətinə çatır. Divarlararası kameralarda vakuumun H_1-H_2 rejimində dəyişməsi sağımın başlanğıc və son fazaları üçün əlverişli sayıla bilər. Çünki bu zaman sağım stəkanlarının divarlararası kamerasında vakuumun tam sifıra enməməsi ilə əmcək rezininin yumşaq rejimlə sıxılması, əmcəyi kəskin zərbələrlə sıxmayaraq onun masaj edilməsi həyata keçirilir.

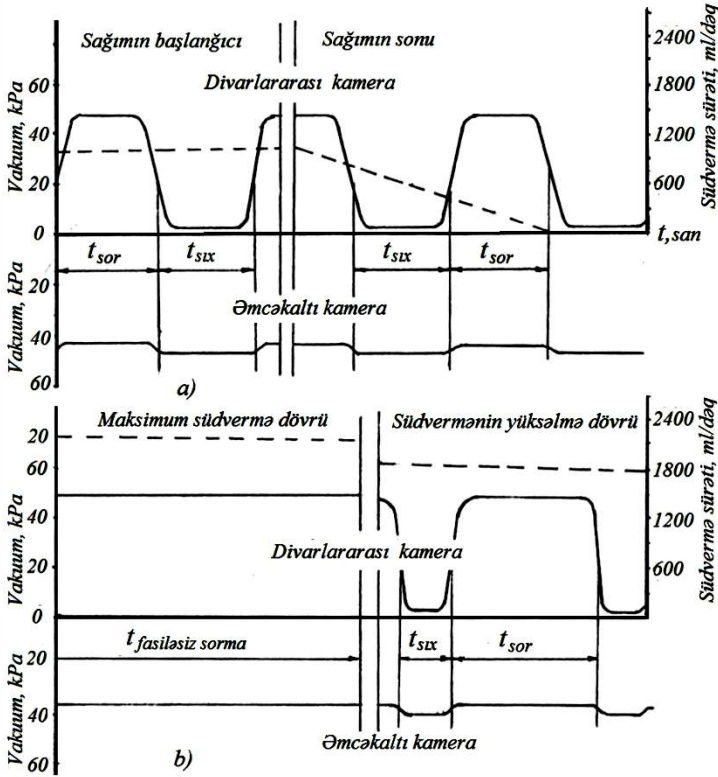
Qrafikdən (şək.1.21) görüldüyü kimi eksperimental pulsatorun rejim dəyişməsinə reaksiya vaxtı olduqca kiçikdir (0,02 san). Bu bir tam döyüntünün 2 %-ni təşkil edir. Odur ki, pulsatorun bu cür işini məqbul saymaq olar.

1.4.4. Eksperimental sağım aparatının işçi prosesinin tədqiqi

Eksperimental sağım aparatının işini əyani şəkildə qiymətləndirmək üçün sağım stəkanının kameralarında təzyiqli dəyişmələri sınaq stendində qeydə alınmışdır. Kameralardakı təzyiqli dəyişmələrinin qrafik yazıları vaxta görə bir-birinə uyğunlaşdırılaraq şəkil 1.22-də verilmişdir. Bu qrafiklərin təhlili sağım stəkanının işçi metrləri ilə inəyin südvermə səviyyəsi arasındakı asılılığı müəyyən etməyə imkan verir. Şəkil 1.22,*a*-dan görüldüyü kimi sağımın başlanğıc mərhələsində sağım stəkanının əmcəkaltı kamerasında vakuum 49 kPa, taktlar nisbəti 50:50 olmuşdur. Südvermə sürəti 1,2 l/dəq-dən çox artdıqda aparat fasiləsiz sorma rejiminə keçmiş və sağım stəkanlarının divarlararası kamerasında döyüntülü vakuum əvəzinə əmcəkaltı kameradakı vakuumdan azacıq çox sabit vakuum təsir göstərir (şək.1.22,*b*). Südvermə yüksələn zaman bir müddət sağım stəkanlarının divarlararası kamerasında vakkumun düşməsi ləngiyir və aparat uzadılmış taktlar nisbəti ilə (75:25) işləməyə başlayır. Bu südvermənin aktivləşməyə başladığı zaman südün əmcəkdən tam çıxarılmasına və südvermənin daha da stimullaşmasına xidmət edir (şək.1.22,*b*). Südvermə maksimuma çatdıqda pulsatorun idarəetmə kamerasında atmosfer təzyiqli saxlandığı üçün sağım stəkanlarının divarlararası kamerasında vakuum sabitləşir və əmcəkaltı kamerada fasiləsiz sorma həyata keçirilir.

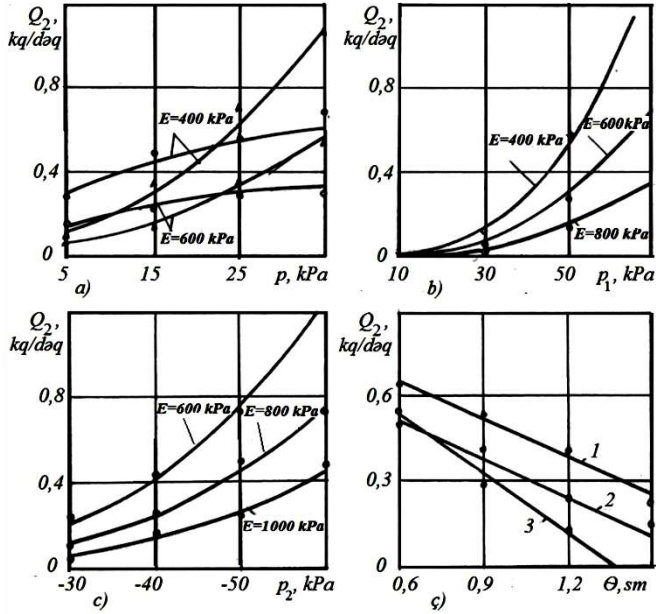
Sonradan südvermə sürətinin düşməsi ilə aparat əvvəlki iş rejiminə keçərək əvvəlcə (75:20) sonra isə (50:50) taktlar nisbəti ilə işini davam etdirir. Qeyd etmək lazımdır ki, sağımın sonunda pulsatorun fasiləsiz rejimdən döyüntülü sağıma keçməsi ilə səsini dəyişməsi sağıcıni sağımın sonu olduğuna diqqətini cəlb etməklə sağım təhlükəsizliyini təmin etmiş olur.

Nəzəri tədqiqatlarda aparatın sfinkter kanalından südçixarma qabiliyyəti üzrə alınmış nəticələrin təcrübi olaraq yoxlanması göstərmişdir ki, (1.7) düsturundakı p_z -nin təsiri mexaniki olaraq p_1 -in təsirindən 5 dəfə güclüdür. Bunu təcrübənin nəticələri əsasında qurulmuş qrafiklərdən (şək.1.23) görmək mümkündür.



Şək.1.22. Ekperimental sağım aparatının sağım stəkanlarının kameralarında təzyiç dəyişməsi qrafiki:
 ————— vakuum; - - - - - südvermə sürəti.

Qrafiklərdən (şək.1.23,*a,b*) görünür ki, əl ilə sağım və buzovun əmməsi $E \leq 400$ kPa olduqda daha intensiv gedə bilər. Bu bir daha göstərir ki, əl ilə sağım və buzovun əmməsi əmcək ucunun əzələlərinin yumşalmış vəziyyətində gedir. Maşınla sormada p_1 -in təsir zəiflədilmiş olur (şək.1.23,*c*). Bu zaman $Q_2 = 0,350 - 0,990$ kq/dəq, $E \geq 800$ kPa olduqda sağım aparatı əmcək ucu əzələlərinin çox gərgin vəziyyətində sorma aparır. Burada Q_2 - əmcəyin ölçülərindən asılı olur. Ətli əmcək ucu və uzun əmcək kanalının olması da süd-çixarma sürətinə mənfi təsir göstərir (şək.1.23,*ç*).

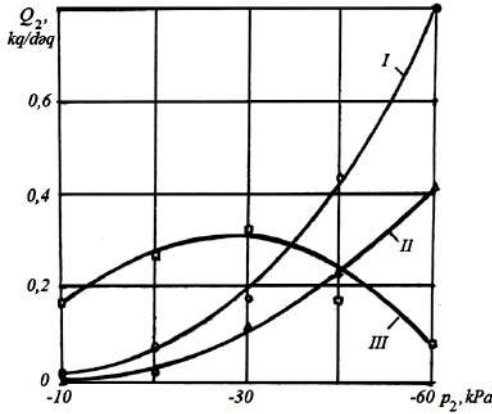


Şək.1.23. Südçixarma sürətinin daxili (p_1), xarici (p_2) təzyiqlərdən və əmcək kanalının qalınlığından (θ) asılılıq ayrılırları:

a) $p_2=20$ kPa olduqda daxili təzyiqdən (p_1) asılılıq (qırıq xətlər); $p_2=20$ kPa olduqda xarici vakuumdən (p_2) asılılıq (bütün xətlər); b) p_1 -dən asılılıq (əl ilə sağıma uyğun); c) p_2 -dən asılılıq (əmcəkaltı kamerada vakuum); ç) əmcək kanalının qalınlığından (θ) asılılıq; 1, 2, 3-müxtəlif inəklərdə.

(1.7) tənliyinin eksperimentlə yoxlanması zamanı Q_2 və p_2 arasındakı asılılığı qurmuşuq (şək.1.24). Təcrübələri metodikaya uyğun olaraq 3-5 dəfə təkrarlıqla aparmışıq. Üç interval: yüksək südvermə $-Q_2=0,501-1,680$ $\text{kq/d}\ddot{\text{a}}\text{q}$; orta südvermə $Q_2=0,351-0,500$ $\text{kq/d}\ddot{\text{a}}\text{q}$ və aşağı südvermə - $Q_2<0,351$ $\text{kq/d}\ddot{\text{a}}\text{q}$. Təcrübələrin nəticələrinin riyazi işlənməsi təsadüfi kəmiyyətlərin normal paylanma şərtlərinə uyğun aparılmışdır. Q_2 -nin dəyişməsinin nöqtələr üzrə qrafiki onunla p_2 arasında əyrixətli korrelyasiya əlaqəsinin olduğunu göstərmişqdır. Əlaqənin olmaması barədə sıfır hipoteza birinci interval nəticələrinin 0,9 etibarlılıq ehtimalına görə inkar edilir. İkinci və üçüncü intervallar üzrə əlaqənin sıfır hipotezası

0,8 etibarlılıq ehtimalı ilə inkar edilir. Nəticələr göstərir ki, yalnız 29 % inəklərdə sağım sürəti əmcəkaltı vakuumun artırılmasına müsbət reaksiya verir. Qalan 50 % inəklərdə sağım sürəti digər faktorlardan asılı olur. Ehtimal etmək olar ki, bu faktorlar arasında ən önəmlisi əmcək ucunun əzələsinin gərginliyidir.



Şək.1.24. Əmcəkaltı kamerada vakuumdan (p_2) asılı olaraq müxtəlif inəklərdə südvermə sürətinin dəyişmə əyriləri:
I, II və III-inək qrupları.

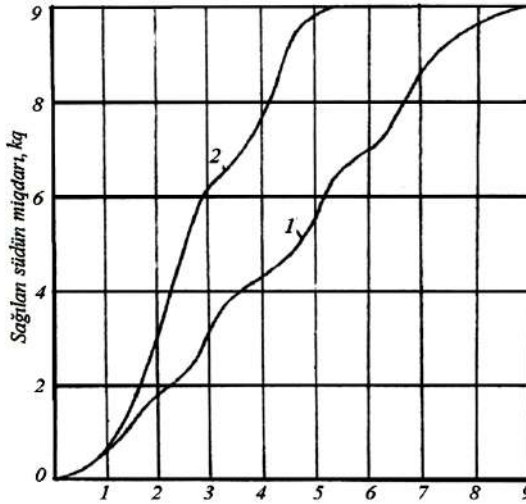
Birinci və ikinci intervallar üzrə əyrilər forma və istiqamətinə görə nəzəri paylanmaya uyğun gəlirlər. χ^2 kriterisinə görə nəzəri və təcrübi əyrilərin dəyişdirilməsi onların 95 % etibarlılıq ehtimalının olmasını göstərmişdir. Birinci halda $E=840$ kPa, ikinci halda isə $E=1140$ kPa olmuşdur. Demək vakuumun südverməyə təsirinin II qrup inəklərdə azalması əmcək ucunun əzələsinin gərginliyinin artması ilə bağlı olmuşdur. Vakuumun artması ilə II qrup inəklərdə Q_2 -nin ekstremumdan aşağı enməsi əmcək daxili boşluğun ora vakuum sızmasından daralması ilə əlaqədardır.

Əmcəkaltı vakuumun və südvermə sürəti ilə qarşılıqlı əlaqəsinin nəzəri və təcrübi tədqiqatlarına əsaslanaraq belə nəticəyə gəlmək olar ki, maşınla sağım zamanı əmcək ucunun əzələsində gərginliyin artması onun əl ilə sağımdan və buzovun əmməsindən fərqli olaraq daha sərt olmasına səbəb olur. Bu canlı orqanizmin

mühafizə reaksiyası ilə, yəni əmcək daxilinə vakuumu buraxmaq fəaliyyəti ilə əlaqəlidir. Bu təcrübələr ikinci fəsildəki nəzəri mülahizəni təsdiq etmişdir.

Ekspərimental aparatın stenddə tədqiqinin nəticələrini inək üzərində yoxlamaq məqsədi ilə onun təsərrüfat şəraitində tədqiqini davam etdirmişik. Bu zaman tədqiqatlar təsərrüfatlarda artıq uzun illər maşınli sağıma öyrənmiş inəklər üzərində aparılmışdır. Bunun üçün hər birində 6 inək olmaqla iki qrup seçilmişdir. İnəklər əsasən 2 və 5-ci laktasiyalarında olmaqla, birdəfəlik sağım miqdarı 6-11 kq olmuşdur. Qrup-dövr metodundan istifadə edərək hər dövrə bir həftə vaxt ayırmışıq. Əvvəlcə tədqiqatın birinci dövründə nəzarət qrupu təsərrüfatda istifadə edilən "Albena" markalı Türkiyə istehsalı aparatlarla sağmışlar. İkinci dövrdə isə baza aparatları ekspərimental aparatla əvəz edilmişdir. Tədqiqatların birinci dövrünə analoji olaraq ikinci dövr davam etdirilmişdir. Yalnız fərq sağım aparatlarında olmuşdur. Dəqiqəlik süd miqdarını ölçmək üçün südölçənlər aparatlara qoşulmuşdur. Sağımın ayrı-ayrı dəqiqələrində sağılan süd miqdarına uyğun olaraq maşınli sağımın inteqral əyriləri qurulmuşdur (şək.1.25). Bu əyrilərdən görüldüyü kimi sağım prosesi ekspərimental aparatlarda daha intensiv gedir. Orta sağım tamlığı ekspərimental aparatda 98 %, baza aparatlarında isə 93 % olmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, ekspərimental sağım aparatları ilə sağım apardıqda əmcək altında işçi vakuum orta olaraq 5,2 kPa aşağı olmuşdur. Belə düşüşün əsas səbəbi ekspərimental sağım aparatında pulsatora qoşulmuş rejimdəyişici tərtibatın olmasıdır. Vakuumun bu səviyyədə düşməsi vakuum nasosunun yükünə təsir edəcək dərəcədə deyildir. Bununla belə vakuunun düşməsi sağım təhlükəsizliyi, qalıq südün çıxarılması ilə kompensasiya edilmiş olur. Tədqiqat müddətində sağım stəkanlarının yelinə sorulması və təcrübə inəklərinin yelinin subklinik mastitə yoluxması müşahidə edilməmişdir.

İnəklərin məhsuldarlıqları tədqiqat müddəti ərzində nəzərə çarpacaq dərəcədə dəyişməmişdir. Bununla belə ekspərimental sağım aparatları ilə sağılan inəklərdə südvermə refleksindən istifadə və qalıq südün minimuma endirilməsinə nail olunmuşdur.



Şək.1.25. Maşınla sağım integral əyriləri:

1. Baza aparatı "Albena"; 2. Eksperimental sağım aparatı.

Bunlar isə laktasiya dövrü üzrə inəklərin məhsuldarlığının artma ehtimalının olmasına əsas verir.

1.4.5. Sağım aparatının təkmilləşdirilməsi ilə onun rejim parametrlərinin optimal sahəsinin təyin edilməsi

Südün sağımının mexanikləşdirilməsi ilə yeni bir əl əməliyyatı da ortaya çıxmışdır ki, bu da südün son payının əl ilə çıxarılmasından ibarətdir. Təcrübə göstərmişdir ki, sağım aparatının işi inəyin südvermə aktına nə qədər yaxşı uyğunlaşarsa o zaman südün yelindən maşınla tam çıxarılma faizi də artmış olur. Laktasiya dövründə və hətta bir sağım müddətində inəklərin südvermə səciyyəsinin dəyişgən olması, bu baxımdan naxırda fərdi xüsusiyyətə malik heyvanların mövcudluğu sağım texnikasının işini çətinləşdirmiş olur. Xüsusi ilə inəyin aktiv südvermə dövründə döyüntülərlə sorma və sıxma taktları yerinə yetirən sağım aparatının süd axınına tormozlaşdırıcı təsiri ehtimalı yaranır ki, bu da südün yelindən tam çıxarılma faizini azaldır və sağım sonunda qalıq südün əl ilə çıxarılmasını vacib edir. Burada qüsurlu cəhət yalnız sağıcı-

nın əl əməyinin artması deyil, həm də inəyin gələcək məhsuldarlığının və maşınla sağım səmərəliliyinin azalmasından ibarətdir. Bunları nəzərə alaraq işləyib hazırladığımız eksperimental sağım aparatının işinin tədqiqi göstərdi ki, inəyin aktiv südvermə anında yelinin fasiləsiz sorulmasını təmin edir. Bu da südvermə refleksi sönmədən südün əsas kütləsinin yelindən çıxarılmasını, süd istehsal orqanlarının inkişafının stimullaşdırılmasına şərait yaratmış olur. Belə aparatın dəyişgən rejimlərdə işləməsi həmin rejimləri müəyyən edən parametrlərin optimallaşdırılmasını tələb edir [12].

Müasir sağım aparatlarının əsas parametrləri döyüntülər sayı (x_1), sorma taktı uzunluğu (x_2), əmcək altındakı vakuum (x_3), sağım stəkanının divarlararası kamerasındakı vakuum (x_4), kollektorun hava sorması (x_5) və əmcək rezinini sıxan vakuum (x_6) sayılır. Məhz bu parametrlərin qiymətləri sağım aparatının iş rejimini müəyyənləşdirir. Sağım aparatının istismarı zamanı bu parametrlərin xarici və daxili təsirlər nəticəsində dəyişməsi aparatın işinin pozulmasına səbəb olmasın deyə onların vaxtında yoxlanması və nizamlanması lazım gəlir. Ancaq ədəbiyyatda bu parametrlərin fizioloji buraxıla bilən həddləri, yəni həmin həddlərin açılması zamanı südvermə prosesinə və heyvanın sağlamlığına mənfi təsiri barədə məlumatın olmaması aparatlara nəzarətin dövrülüyünü müəyyən etməyə imkan vermir. Bunu nəzərə alaraq həmin parametrlərin buraxıla bilən optimal sahəsini müəyyənləşdirəcək məsələnin həllinə baxırıq. Bunun üçün optimallaşdırma kriteriyası olaraq maşınla sağımın bir neçə əsas göstəricisini özündə birləşmiş kompleks göstərici-funksional qəbul edirik. Demək bu tədqiqatın əsasında çoxfaktorlu eksperiment durur ki, burada x_1, \dots, x_6 göstəricilərinin maşınla sağımın miqdar və keyfiyyət göstəricilərinə təsiri aşağıdakı kimi funksiyaların cəmi ilə səciyyələnir:

$$\check{u}_k = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1.108)$$

burada y_k – maşınla sağımın keyfiyyət göstəriciləridir (bir dəfəyə miqdarı- y_1 ; sağılmamış südün miqdarı- y_2 ; sağım müddəti- y_3).

Sağım aparatlarının səciyyələrinin tədqiqinə həsr olunmuş bir

sıra işlərdə [260] müəyyən olunmuşdur ki, sərbəst dəyişdirilən parametrlərin başlanğıc dəyişmə sahəsi aşağıdakı qeyri-bərabərliklə ifadə olunan parallapipedi xatırladır:

$$\left. \begin{aligned} 40 \leq x_1 \leq 120; \quad 50 \leq x_2 \leq 70; \quad 39,9 \leq x_3 \leq 54,5 \\ 39,9 \leq x_4 \leq 54,5; \quad 0,021 \leq x_5 \leq 0,061; \quad 5,3 \leq x_6 \leq 28,6 \end{aligned} \right\} (1.109)$$

Bu qeyri-bərabərliklərin sağ və sol tərəfləri sərbəst dəyişdirilən parametrlərin aşağı və yuxarı variasiya səviyyələridir (parametrlərin ölçüləri belədir: x_1 -dəq⁻¹; x_2 -san; x_3, x_4 və x_6 -kPa; x_5 -m³/san). Qeyd etmək lazımdır ki, verilmiş qiymətlər sahəsindəki (1.109) hüdud nöqtələrinin ədədi qiymətləri optimumdan əhəmiyyətli dərəcədə fərqlidirlər. Sərbəst dəyişdirilənlərlə keyfiyyət göstəricilərini əlaqələndirən bu cavab funksiyası sahəsini xətti funksiya şəklində vermək mümkündür. Beləliklə, maşınla sağımın keyfiyyət göstəricilərini qiymətləndirmək üçün aşağıdakı şəkildə riyazi modeldən istifadə edirik:

$$\check{u}_k = \sum_{u=0}^H \check{\sigma}_{u,k} x_u, \quad (1.110)$$

burada $b_{i,k}$ – xətti reqressiya əmsallarıdır.

Parametrlərin buraxılabilən qiymətlər sahəsini optimallaşdırmaq üçün Boks-Uilsonun addımlı üsulundan [349] istifadə edərək iki mərhələli eksperimentlər aparmışıq.

Birinci mərhələdə optimal sahənin istiqamətini müəyyən edən xətti modelin qurulması üçün seriyalarla təcrübələr yerinə yetirilmişdir. Bu mərhələnin nəticələrinin statistik işlənməsindən sonra 1 inəyin 1 sağımda maşınla sağımının keyfiyyət göstəricilərinin (y_k) orta qiyməti və onların orta kvadratik meyletməsi müəyyən edilmişdir. Bundan sonra xətti reqressiyanın əmsalları tapılmışdır:

$$\check{\sigma}_{u,k} = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H x_{i,u} \check{u}_{i,k}, \quad (1.111)$$

burada N – təcrübələr miqdarıdır.

$b_{i,k}$ əmsallarının qiymətlərinə görə maşınla sağımın keyfiyyət göstəricilərinin aşağıdakı funksiyaları alınmışdır:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{u}_1 &= 6,44 + 0,39x_1 - 0,25x_2 + 0,22x_3 - 0,27x_4 + 0,015x_5 - 0,15x_6 \\ \ddot{u}_2 &= 0,67 - 0,043x_1 + 0,028x_2 + 0,071x_3 + 0,00125x_4 + 0,033x_5 + 0,063x_6 \\ \ddot{u}_3 &= 5,59 + 0,28x_1 - 0,45x_2 - 0,29x_3 - 0,43x_4 + 0,12x_5 + 0,11x_6 \end{aligned} \right\} (1.112)$$

Regressiya əmsallarının əhəmiyyətliliyini Student kriteriyasına (t_{kr}) görə qiymətləndirmişik.

Tədqiqatların ikinci mərhələsində sərbəst dəyişdirilənlərin optimal sahəsi müəyyənləşdirilmişdir. İkinci mərhələnin planını qurmaq üçün optimal sahəyə tərəf qradiyent üzrə addımın hərəkət uzunluğunu aşağıdakı kimi hesablamışıq:

$$u_{\#} = \frac{\partial - a}{2} \sum_{\kappa=1}^3 b_{\kappa} \bar{\sigma}_{u_{\kappa}}, \quad (1.113)$$

burada d və a – parametrlərin variasiyalarının yuxarı və aşağı səviyyələri;

$c_1 = c_2 - 1$ kq südün satış qiyməti, man;

$c_3 - 1$ dəqiqəlik maşınla sağıma verilən əmək haqqıdır, man.

Tədqiqatın ikinci mərhələsinin planı cədvəl 1.6-da göstərilmişdir. Tədqiqatlar laktasiyanın geniş sağım dövrünün 10 günündə aparılmışdır. Nəzarət və təcrübə qrupunun hər birində məhsuldarlığı 2800-3000 kq olan 4 baş qara-ala cinsli inəklər götürülmüşdür. Nəzarət qrupundakı inəklər "Albena" markalı Türkiyə Respublikasında istehsal olunmuş ikitaklı sağım aparatları ilə sağılmışlar. Cədvəl 1.6-nın ikinci sətirində sorma taktının uzunluğu kəskin sürətində aparatın adı iş rejimi, kəsinin məxrəcində isə aktiv südvermə rejimi üçün qiymətləri əks etdirir.

Maşınla sağımın keyfiyyət göstəricilərinin eksperimentdən alınmış orta qiymətlərinə görə funksionalları tapılır:

$$\mathcal{K} = b_1 \ddot{u}_1 - b_2 \ddot{u}_2 - b_3 \ddot{u}_3. \quad (1.114)$$

Funksionallar hər eksperimentdə təcrübə və nəzarət qrupları üçün müəyyən edilmişdir. Təcrübə qrupunda olan inəklərin sağımına keyfiyyət göstəriciləri və funksional dəyişmə qanunauyğunluğu qrafiki olaraq şəkil 1.26-da göstərilir.

Maşınla sağımın təcrübə qiymətləri

№	Göstəricilər	Ölçü vahidi	Təcrübələr										Addımın uzunluğu
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Döyüntülər tezliyi (x_1)	dəq ⁻¹	80	90	100	110	120	70	60	50	40	30	10
2	Sorma taktının uzunluğu (x_2)	%	$\frac{60}{100}$	$\frac{58}{100}$	$\frac{56}{100}$	$\frac{54}{100}$	$\frac{52}{100}$	$\frac{62}{100}$	$\frac{64}{100}$	$\frac{66}{100}$	$\frac{68}{100}$	$\frac{70}{100}$	-2
3	Əmcək altında vakuüm (x_3)	kPa	46,6	48,6	50,6	52,6	51,6	44,6	42,6	40,6	38,6	36,6	2
4	Divarlaraarası vakuüm (x_4)	kPa	46,6	45,8	45,0	44,2	43,4	47,4	48,2	49,0	49,8	51,6	-0,8
5	Əmcək rezinini sıxan vakuüm (x_5)	kPa	15,3	12,6	9,9	7,2	4,5	18,0	20,7	23,4	26,1	28,8	-2,7

Rejim parametrlərinin hüdud qiymətləri cədvəl 1.7-də və sağımın keyfiyyət göstəriciləri təcrübə və nəzarət qrupları üzrə cədvəl 1.8-də verilmişdir.

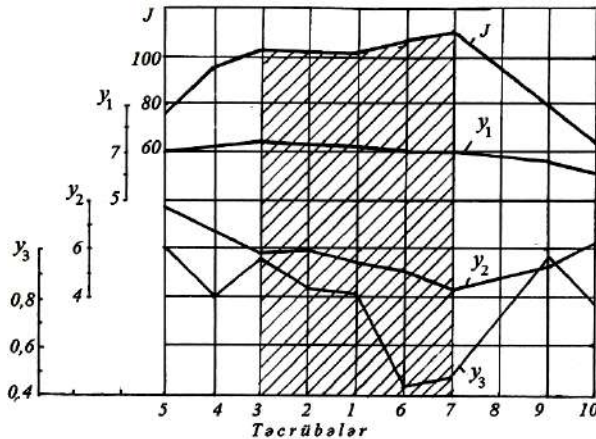
Rejim parametrlərinin hüdud buraxıla bilən qiymətləri

№	Parametrlər	Ölçü vahidi	Buraxıla bilən hüdud qiyməti
1	Döyüntülər tezliyi	dəq ⁻¹	100...60
2	Sorma taktının uzunluğu	%	56/100...64/100
3	Əmcək altında vakuüm	kPa	50,5...42,6
4	Divarlaraarası vakuüm	kPa	45,0...48,9
5	Kollektorun hava sorumu	m ³ /san	0,053
6	Əmcək rezinini sıxan vakuüm	kPa	10,0...20,6

Şəkil 4.9-dakı qrafikdən görünür ki, optimal sahə 3; 2; 1,6 və 7 təcrübələrini əhatə edir və eksperiment mərkəzinə (təcrübə 1) görə simmetrik yerləşmişdir. Hüdud 3-cü və 7-ci təcrübədə alınan nöqtələrdir.

Maşınla sağımın keyfiyyət göstəriciləri

№	Göstəricilər	Ölçü vahidi	Ədədi qiymətlər	
			Təcrübə	Nəzarət
1	Bir dəfədə sağım:	kq		
	Orta		7,04	6,57
	optimal sahədə		7,25	-
	optimal sahədən kənarında		6,56	-
2	Sağım müddəti:	dəq		
	Orta		5,77	4,77
	optimal sahədə		5,46	-
	optimal sahədən kənarında		6,54	-
3	Sağılmamış südün miqdarı:	kq		
	Orta		0,78	0,88
	optimal sahədə		0,72	-
	optimal sahədən kənarında		0,93	-



Şəkil.1.26. Təcrübə inək qrupunda funksionalın (J) və göstəricilərin (y_1, y_2, y_3) dəyişmə xarakterini əks etdirən qrafik.

Alınmış nəticələr yeni işlənilib hazırlanmış sağım aparatının iqtisadi və fizioloji cəhətdən əsaslandırılmış buraxıla bilən hüdud qiymətləri əsasında onların nizamlanmasını və nəzarət dövrülülüyünü müəyyən etməyə imkan verir.

1.4.6. Eksperimental sağım aparatının təsərrüfat şəraitində yoxlanması

Eksperimental sağım aparatının işini qiymətləndirmək üçün onun təsərrüfat sınağı aparılmışdır. Sınaq zamanı onun yelinə təsiri və mövcud Türkiyə istehsalı "Albena" ikitaklı sağım aparatı ilə müqayisəli olaraq məhsuldarlığı öyrənilmişdir.

Laktasiyanın müxtəlif dövrlərində olan inəklər üçün maşınla sağım sürətinin riyazi gözləməsi cədvəl 1.9-da verilmişdir.

Cədvəl 1.9

Eksperimental sağım aparatı ilə sağılan müxtəlif qrup inəklərdə maşınla sağım sürətləri

№	Laktasiyanın mərhələləri üzrə inək qrupları	Bir dəfədə sağılan südün miqdarı, l	Maşınla sağılan südün miqdarı, dəq	Maşınla sağım sürəti, m/dəq
1	Doğum sonrası	5,2	5,1	1010,6
2	Geniş sağım	7,7	5,9	1300,5
3	Geniş sağımdan sonrakı dövr	8,3	5,7	1450,8

Sağıcının 1 litr süd sağmağa əmək sərfi eksperimental aparatla "Albena" aparatı üçün müqayisəli olaraq cədvəl 1.10-da verilir.

Cədvəl 1.10

Sağıcının "Albena" və eksperimental sağım aparatı ilə sağım aparılıqda 1 l südə əmək sərfi

№	Laktasiyanın mərhələləri üzrə inək qrupları	1 l südə əmək sərfi, dəq/l	
		"Albena" ikitaklı	Eksperimental sağım aparatı
1	Doğum sonrası	1,4	0,98
2	Geniş sağım	1,1	0,76
3	Geniş sağımdan sonrakı dövr	1,0	0,69
	Orta göstərici	1,16	0,81

Eksperimental sağım aparatının sınağı onun iş qabiliyyətli olduğunu, baza sağım aparatına nəzərən inəklərin hansı qrupda olmasından asılı olmayaraq sürətli sağılmasını, 1 litr südə əmək sərfini 1,4 dəfə azaltmağa imkan verdiyini göstərmişdir. Təcrübə ərzində eksperimental sağım aparatı ilə sağılan inəklərdə südvermənin tormozlanması, əmcəklərin zədələnməsi və subklinik mastit əlamətləri müşahidə edilməmişdir.

•

2. FERMER TƏSƏRRÜFATLARINDA BİRİNCİ NÖV SÜD ALINMASININ TEXNOLOJİ VƏ TEXNİKİ TƏMİNATININ İŞLƏNMƏSİ

Aqrar sektorun başlıca məsələlərindən biri istehsalatda intensivləşdirməyə nail olmaq, başqa sözlə az məsrəflə istehsal həcmi artırmaq, itkilərə yol verməmək və eyni zamanda məhsul keyfiyyətinin bazar tələbindən aşağı səviyyəyə enməsinə yol verməkdir. Bütün bunlar istehsalatda mütərəqqi texnologiya, etibarlı və səmərəli mexaniki vasitələrin tətbiqini vacib edir.

Hazırda respublikada heyvandarlıq məhsulları istehsalı demək olar ki, əsasən özəl təsərrüfatların üzərinə düşür. Respublikada ildə 1073,7 min ton süd istehsal olunur ki, bunun 1068,4 min tonu əhali və kəndli (fermer) təsərrüfatlarının payına düşür [11]. Azərbaycanda torpaq mülkiyyətçilərinin təsərrüfatçılıq xüsusiyyətlərindən biri də odur ki, onların hamısı əkinçiliklə yanaşı heyvandarlıqla da məşğuldurlar. Demək olar ki, torpaq mülkiyyətçilərinin böyük əksəriyyətinin sağmal inəyi vardır. Hazırda süd istehsalı kiçik təsərrüfatlarda, emalı isə həm süd istehsal olunduğu yerdə, həm də mərkəzləşmiş yerli kiçik süd qəbulu və emalı məntəqə və sexlərində yerinə yetirilməsi səciyyəvi haldır. Belə şəraitdə vacib problemlərdən biri yüksək keyfiyyətli məhsul əldə etmək, onun xarab olmasının, itkisinin qarşısını almaqdan ibarətdir. Təcrübə göstərir ki, təsərrüfatda sağılan südün istərsə xam halda realizə edilməsi və yaxud emal olunması üçün 2-3 saatdan çox vaxt keçir. Belə şəraitdə emala təqdim olunmuş südün böyük bir hissəsinin birinci növ kimi qiymətləndirilməsi mümkün deyil. Təbiidir ki, birinci növlülüü qorunmayan süddən alınan məhsul keyfiyyətinə görə rəqabət gücünə malik ola bilməyəcəkdir. Nəticədə satış bazarının itirilməsi, itkiyə yol verilməsi və satış qiymətinin aşağı düşməsi üzündən istehsalçılar milyon manatlarla ziyan çəkir, respublikanın ümumi ərzaq balansına isə mənfi təsir göstərir.

Belə vəziyyətin səbəblərindən biri və ən əsası ondan ibarətdir ki, süd istehsal olunan yerdə südün keyfiyyətinin qorunması lazımi səviyyədə təmin edilmir, digər deyimlə onun ilkin emalı demək olar ki, həyata keçirilmir. Bunun səbəbi isə ilk növbədə mövcud ilkin emal maşın və avadanlıqların kiçik təsərrüfat və müəssisələrin bir sıra təşkilati, istismar və iqtisadi tələblərinə uyğun gəlməməsindən ibarətdir. Bu maşınlar külli miqdarda sərmayə qoyulmuşu, istismar xərcləri tələb edir ki, onların nə stasionarda, nə də yaylaq şəraitində tətbiqi səmərə təmin etmir. Göründüyü kimi süd və süd məhsulları istehsalçısının iqtisadi cəhətdən daha səmərəli, kiçik qabaritli, sadə konstruksiyalı, asan istismar olunan, tez təsirli, mümkün qədər təbii resurslardan istifadəyə əsaslanan südün ilkin emalı avadanlığı və texniki vasitələrinə ehtiyacı olduqca böyükdür.

Südün ilkin emalı əsasən onun mexaniki qarışıqlardan (çirkərdən) təmizlənməsi və soyudulmasından ibarətdir [101]. Yerli şəraitdə südün emala təqdim olunma vaxtının maksimumuna görə bakterisid fazasının (özü-özünü qoruma müddətinin) uzadılmasını təmin edən soyudulma temperaturunun hüdudunun müəyyən edilməsi, bu məqsədlə soyuducu agent olaraq təbii soyuqluq mənbələrindən istifadə imkanlarının reallaşdırılması istiqamətində südün ilkin emalının texnoloji və konstruktiv cəhətdən yeni tərzdə işlənməsi olduqca aktual sayıla bilər. Odur ki, məsələnin aktuallığı nəzərə alınaraq burada qarşıya qoyulan məqsəd yerli təsərrüfat şəraitində südün ilkin emalının təkmilləşdirilmiş texnologiya və texniki vasitələrinin əsaslandırılmasıdır.

2.1. SÜDÜN MEXANİKİ QARIŞIQLARDAN TƏMİZLƏNMƏSİNİN VƏ SOYUDULMASININ ÖYRƏNİLMƏ VƏZİYYƏTİ

2.1.1. Südün ilkin emalının vəziyyəti və başlıca problem

Əhalinin süd məhsullarına tələbatını ödəyən, bazar rəqabətinə girə bilən, iqtisadi cəhətdən səmərə verən, dünya standartları səviyyəsində hazırlanıb satılan süd və süd məhsulları maldarlığın inkişafının son və mütləq göstəricilərinin əsasını təşkil edir. Respublika əhalisinin istehlakında süd və süd məhsulları əvəzedilməz rol oynayır. Təsadüfi deyil ki, ərzaq məhsullarına sərf edilən xərclərin 40%-i süd və süd məhsullarının payına düşür [8].

Ərzaq malların əmtəə dövriyyəsində süd məhsullarının xüsusi çəkisi olduqca böyükdür. Bir sözlə bu məhsullar istər insanların gündəlik qidalanmasında, istərsə də ticarət şəbəkəsinin fəaliyyətində mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Süd istehsalı hazırda kənd təsərrüfatının inkişaf etməkdə olan sahələrindəndir. 1999-2003-cü illərdə süd istehsalı 223,2 min tondan 1073,7 min tona qədər (4,8 dəfə) artmışdır [8,10,11]. Bununla belə yerli süd və süd məhsulları istehsalı daxili tələbatı tam ödəmir. Hələlik süd məhsulları bazasında xarici mallar nəzərə çarpacaq dərəcədə böyük yer tutmaqdadır.

Hazırda respublikada südlük mal saxlayan kəndlilər hər başdan yüksək məhsuldarlıq ala bilmədiklərinə baxmayaraq onlar öz təsərrüfatlarında inəklərin cins tərkibini yaxşılaşdırmaqla və sayını artırmaqda maraqlıdırlar. Bəzi təsərrüfatlar yalnız südlük heyvandarlıq üzrə ixtisaslaşır ki, burada inəklərin sayı 10 başdan artıq olmaqla hər başdan illik orta süd sağımı 2200 litr təşkil edir [76, 314, 315]. Müqayisə üçün göstərmək olar ki, ABŞ-da hər baş inəkdən süd sağımı Azərbaycandakından 3-4 dəfə çoxdur [25,8]. Avropanın südçülük regionlarında illik süd istehsalı hər baş inəkdən orta hesabla 5000 litr, Fransada 5600 litr, Rusiya Federasiyasında isə 2500 litr təşkil edir.

Respublikada aparılmış sorğuya əsasən torpaq mülkiyyətçilərinin 28,8%-nin 1 sağlam inəyi, 31,8%-nin 2 sağlam inəyi, 22,8%-nin isə 5-dən yuxarı sağlam inəyi vardır [26]. Torpaq mülkiyyətçilərinin 65,7%-i hər il bir düyə, 21,8%-i isə iki düyə artırdıqlarını bildirmişlər. Beləliklə proqnozlaşdırmaq olar ki, yaxın bir neçə ildə kəndli (fermer) təsərrüfatlarında südlük inəklərin sayı sürətlə artacaqdır. Azərbaycanın xüsusi ilə Abşeron regionunun heyvandarlıq təsərrüfatlarında, Gədəbəy rayonunda südçülük təsərrüfatlarının genişləndirilməsinə doğru təmayül müşahidə edilir.

Süd istehsalçılarının 32,9%-i istehsal etdiyi südün gündə 2 litrini ailə ehtiyacları üçün sərf edir [134,137]. Orta xam süd satış miqdarı isə 5-20 litr arasındadır. Azərbaycanda süd istehsalının səciyyəvi cəhətlərindən biri onun istehsal yerində emal edilməsidir [51]. Mülkiyyətçilər süddən əsasən pendir və qatıq, az hissəsi isə yağ istehsal edirlər. Bununla belə qeyd etmək lazımdır ki, südün kimyəvi tərkibinə, keyfiyyətinə və bakterioloji vəziyyətinə nəzarət yoxdur. Bəzi rayonlarda nisbətən iri təsərrüfatlarda (misal üçün Göygöl rayonu, Səmədoğlu şirkəti) süd emal sexləri təşkil edilmiş və bəzi rayonlarda isə (misal üçün Samux rayonu Abdallı mərkəzləşdirilmiş süd emal məntəqəsi) mərkəzləşdirilmiş kiçik emal müəssisələri yaradılmışdır. Sonuncu ətraf dairədə olan kəndli təsərrüfatlarından südü alıb məntəqədə toplayır və ondan pendir istehsal edir.

Fermer təsərrüfatları birbaşa yerlərdə kiçik emal sexləri təşkil etməyə meyilli olmalarına baxmayaraq [167, 297, 313] hazırda bu işin reallaşmasına mane olan amillər də kifayət dərəcədədir.

Əksər istehsalçıları mövcud emal avadanlığının sərmayə tutumu, texnoloji prosesin əmək və enerji tutumluluğu qane etmir [165, 319, 411]. Digərləri hazır məhsullar bazarında rəqabətə güc gətirə bilmirlər [25]. Azərbaycanda südün 1 litrinin orta qiyməti dünya standartlarına yaxındır. Lakin südün keyfiyyət göstəriciləri, mexaniki və bakterioloji təmizliyinə görə Avropa standartlarına uyğun deyildir. Burada südün turşululuğunun birinci növə uyğun olaraq 16-18⁰ T-dən çox olması əsasən onun sağılan kimi soyudulmamasından, mexaniki çirkliliyi isə səmərəli süzmə və təmizləmə

üsulu tətbiq edilməməsi ilə bağlıdır. Bakterioloji çirklilik isə həm bu iki faktordan və həm də sanitar gigiyena qaydalarına ciddi əməl olunmasından asılıdır.

Göründüyü kimi respublikada süd istehsalının hazırkı vəziyyəti onun ilkin emalını vacib etməklə bu işlərin yerli istehsal şəraitinə uyğun olaraq təkmilləşdirilməsini, ona yeni yanaşma tərzini müəyyənləşdirməklə elmi-texniki nailiyyətlərin indiki inkişaf səviyyəsinə əsaslanıb, süd və süd məhsulları istehsalçıları üçün texnoloji cəhətdən daha əlverişli və iqtisadi səmərə təmin edən texniki vasitələrin işlənməsini tələb edir.

2.1.2. Südün mexaniki qarışıqlardan təmizlənməsi və soyudulmasının ilkin emal texnologiyasında yeri və qiymətləndirilməsi

Sağılmış südə kənar mexaniki qarışıqlar (toz, quru ot, döşənək, tük, peyin və s. qırıntılar) düşə bilər ki, bunlarda çoxlu miqdarda müxtəlif mikroblar olur. Maşınla sağımda bu ehtimal nisbətən az olmasına baxmayaraq hətta bu üsulla əldə edilmiş süd də mexaniki çirklərdən azad olmur [17,28, 33, 280]. Əl ilə sağımda mexaniki çirklənmə daha çoxdur [240,241]. Qeyd etmək lazımdır ki, sağlam inəkdən sağılan südün bakterioloji çirklənməsinə də məhz mexaniki çirklərin süd tərkibində çox olması yol açır. Süddə mexaniki qarışıqların miqdarının azalması süd istehsalında vacib əməliyyat kimi ortaya çıxmışdır. Bu məqsədlə istərsə maşınla sağım, istərsə əl ilə sağımda südü filtirdən (süzgəclərdən) süzürlər. Südü sağım vedrələrindən süd bidonlarına, çənlərə tökərkən təcrübədə bir neçə qat tənzip, pambıq süzgəc və süni lifdən hazırlanmış parçadan süzürlər.

Nəzərə almaq lazımdır ki, südü süzmək üçün hər cür kapron parçalar yaramaz. Bəzi kapron parçalardan südə insan orqanizmi üçün zərərli maddələr keçə bilər [40]. Süzgəc kimi istifadə olunan material hər dəfə istifadə olunandan sonra əvvəlcə isti suda, sonra isə istiliyi 328...333⁰K olan 2 faizli soda məhlulunda və yaxud məişətdə işlədilən yuyucu tozlarla yuyulub, təmiz su ilə yaxalan-

malıdır. Dezinfeksiya məqsədi ilə süzgəclər fəal xlorluğu 0,02% olan xlorlu əhəng məhlulu tətbiq etmək olar. Əgər süzgəclər çox çirklənərsə pambıq parçadan olan süzgəcləri 20...30 dəqiqə, süni parçadan olan süzgəcləri isə 10-15 dəqiqə suda qaynatmaq lazımdır [179,209]. Südün təmizlənməsi lazımı şəkildə yerinə yetirilməzsə mexaniki qarışıqlarda olan mikroorqanizmlər süddə sürətlə çoxalacaq, südün turşuluğunun artmasına və sonra da çürüməsinə səbəb olacaqdır. Nəzərə almaq lazımdır ki, bu əməliyyat bütün təsərrüfatlar üçün olduqca vacibdir. Çünki ayrı-ayrı təsərrüfatlardan bir daha toplanan südlərin birinin çirklilik dərəcəsi çox olarsa artıq qabdakı ümumi süd kütləsinin keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb ola bilər [398, 399,402]. Odur ki, emala keyfiyyətli süd vermək məqsədi ilə südün ilkin emalı vacib texnoloji proses kimi qəbul edilmişdir. Südün keyfiyyət göstəriciləri – turşuluq və bakterioloji tərkibinin yeni sağılmış süddə olduğu kimi emala qədər keçən dövrdə qorunub saxlanmasında mexaniki çirklənmənin rolunun böyük olması nəzərə alınaraq bu göstəriciyə nəzarət etmək üçün standart olaraq onun üç qiyməti müəyyən edilmişdir. Südün mexaniki çirkliliyi etalon süzgəc kağızında qalmış hissəciklərə əsasən birinci, ikinci və üçüncü qrup kimi müəyyən edilir. Standarta görə birinci növ südün mexaniki çirklənməsi birinci qrupa aid edilən süd hesab edilir. İkinci növ südün mexaniki çirklənməsi ikinci qrup olur. Üçüncü qrup mexaniki çirklənməsi olan süd qeyri növ hesab edilir.

Azərbaycan şəraitində südün mexaniki çirklənməsi üzrə aparılmış yoxlamalar [21] göstərmişdir ki, 174 süd nümunəsində birinci qrup 14,94%, ikinci qrup 25,28%, üçüncü qrup isə 59,77% təşkil etmişdir. Südün mexaniki çirklənməsinə ayrı-ayrı fəsilələrin də böyük təsiri olduğu müəyyən edilmişdir. Abşeronda emala təqdim olunan südün qış fəslində 76,47%-i, yaz fəslində 66,66%-i, payız fəslində 55,55%-i, yay fəslində isə 42,1%-i mexaniki çirkliliyə görə üçüncü qrupa aid edilmişdir.

Bununla belə respublika şəraitində süzgəclərin müqayisəli tədqiqi aparılmadığından onların həm mexaniki çirklərdən təmizləmə qabiliyyəti, həm prosesin uzun müddətliyi, həm də texniki

xidmətin əmək, material və enerji tutumluluğu qeyri müəyyən olaraq qalmaqdadır.

Məlumdur ki, yeni sağılmış südün tərkibində anadan keçmiş anticisimeçklər olduğundan, o, bakterisid (özünü qoruma) xüsusiyyətinə malik olur. Bu xüsusiyyət südün nəinki bakterioloji cəhətdən təmiz qalmasına, hətta ziyanlı bakteriyaların məhv olmasına kömək edir. Südün bu xüsusiyyəti vaxt keçdikcə öz təsirini itirməyə başlayır. Xüsusi ilə isti mühitdə (nəzərə alsaq ki, mövsümdən asılı olmayaraq təzə sağılmış südün temperaturu $308-310^{\circ}\text{K}$ olur və bu gec soyuyur) südün bakterisid xüsusiyyəti zəifləyir və süddə ziyanverici mikroorqanizmlərin inkişafı sürətlənməyə başlayır. Bu dövrün nə qədər uzun çəkməsi südün təmizliyi və temperaturu ilə əlaqəlidir. Bunu cədvəl 2.1-dən görmək mümkündür.

Cədvəl 2.1

Südün temperaturundan asılı olaraq bakterisid dövrünün dəyişməsi

Temperatur, $^{\circ}\text{K}$	Südün bakterisid dövrü, saat	
	Süzgəcdən keçirilməmiş	Süzgəcdən keçirilmiş
310	2,0	3,0
303	2,5	5,0
291	5,0	10,0
289	7,5	13,0
286	18,0	36,0
283	24,0	
278	36,0	

Cədvəldən görüldüyü kimi südün istifadəyə və yaxud emal olunanadək nə qədər saxlanması asılı olaraq onun çox və ya az soyudulması tələb olunur. Südü soyutmaqla onun bakterisid təsir müddətini uzatmaq mümkündür. 283°K -ə qədər soyudulmuş südün bakterisid müddətini 24 saata qədər uzatmaq olur. Yeni sağılmış südün tezliklə temperaturunun hər 10°K soyudulması onun saatlarla keyfiyyətli saxlanma müddətinin uzadılması deməkdir.

Məhz bakterisid fazası uzadılmış süddə birinci növbə tələbinə uyğun təbii təzə süd turşuluğunu ($16-18^{\circ}\text{T}$) və 1 ml-də mikrobların sayının 500 mindən çox olmaması qorunub saxlanıla bilər. Bū-

tün bu amillər südün ilkin texnologiyasında təzə südün mexaniki çirklərdən təmizlənməsi ilə yanaşı onun soyudulmasını vacib etmişdir.

Fiziki-kimyəvi və mikrobioloji göstəricilərinə görə südün növlərinə aşağıdakı Dövlət Standartı (DÜİST 13264-88) müəyyən edilmişdir (cədvəl 2.2).

Cədvəl 2.2

Süd növlərinin fiziki-kimyəvi və mikrobioloji göstəriciləri

№	Göstəricilər	Ölçü vahidi	Normalar	
			I növ	II növ
1	Turşuluq	⁰ T	16...18	19...20
2	Mexaniki təmizlik	Etalon təmizlik dərəcəsi qrupu	I	II
3	Bakterioloji təmizlik	Bakterioloji çirklənmə sinfi	I (1 ml süddə mikrobların sayı 500 minə qədər)	II (1 ml süddə mikrobların sayı 4 milyona qədər)

Respublikada demək olar ki, hətta süd emalı sexlərində südün bakterioloji çirklənmə səviyyəsinin yoxlanması qənaətbəxş səviyyədə deyildir. Bu sahədə müxtəlif dövrlərdə aparılmış müayinə nəticələri [21] emala təqdim olunan yığma südün bakterioloji təmizliyinin aşağı səviyyədə olduğunu göstərmişdir. Belə ki, 137 süd nümunəsindən 37,87%-i bakterioloji çirklənməyə görə IV sinfə (1 ml süddə mikrobların sayı 20 milyondan çox), 39,64%-i III sinfə (1 ml süddə mikrobların sayı 4 milyondan 20 milyonadək), 11,83%-i II sinfə (1 ml süddə mikrobların sayı 4 milyona qədər) və yalnız 10,64%-i I sinfə (1 ml-də mikrobların sayı 500 minə qədər) aid edilmişdir.

Bütün bunlar respublika şəraitində süd istehsal yerlərində və süd toplama və emal məntəqələrində südün ilkin emalının lazımı səviyyədə olmamasını göstərir. Əgər südün süzğəcdən keçirilməsinə hər hansı optimal şərtlərin olmaması şəraitində qismən də olsa əməl olunursa südün soyudulmasının həyata keçirilməsi barədə təsdiqedicə fikir söyləmək çətindir. Bununla belə yerli şəraitdə mövcud süd soyutma üsul və texniki vasitələrinin tətbiqi nəinki tədqiq olunmuş hətta mütəxəssis səviyyəsində texniki-iqtisadi qiymətləndirilməsi yerinə yetirilməmişdir.

2.1.3. Sütün mexaniki qarışıqlardan təmizlənməsində istifadə olunan üsul və vasitələrin tənqidi təhlili

Sütün alınmasında qiymət onun növünə görə müəyyən edilmişdir. Birinci növ ilə ikinci növün qiymətlərində fərq 7% təşkil edir. Süd istehsalçısının gəlirli olması üçün südü məhz birinci növlə satması vacibdir.

Bilindi ki kimi südün növünə təsir edən amillər onun turşuluğu, bakterioloji təmizliyi və mexaniki təmizliyindən ibarətdir. Sütün gigiyenik şəraitdə sağlam inəklərdən sağılması təmin olunmuşsa onun ferma şəraitində normal turşuluqda ($16-18^{\circ}\text{T}$) və bakterioloji təmizlikdə (I sinif olmasını təmin etmək üçün ən sadə üsul təzə sağılmış südün ($308-310^{\circ}\text{K}$ temperaturda) tez zamanda soyudulmasını ($289, 286, 283, 281^{\circ}\text{K}$ -ə kimi) təmin etməkdən ibarətdir. Digər vacib məsələ südün mexaniki çirklərdən təmizlənməsinin təmin olunmasıdır. Birinci növ süd üçün bu təmizlik etalona görə I təmizlik qrupuna uyğun olmalıdır. Hətta süd 286°K -ə qədər soyudulduqda bakterisid fazası 18 saatdırsa, yaxşı təmizlənmiş süd üçün bu dövr 36 saatdır. Süd 289°K -ə qədər soyudulduqda bakterisid fazası 7,5 saatdırsa, mexaniki çirklərdən təmizlənmiş süddə həmin temperaturda bakterisid fazası 13 saat təşkil edir.

DÜİST 8218-56-ya əsasən mexaniki təmizliyə görə birinci qrupa o süd aid edilir ki, onda adi gözlə görünə bilən hissəciklər olmamalıdır. Bu hissəciklərin ölçüsü $43-45\ \mu\text{m}$ müəyyən edilmişdir. Demək südü mexaniki çirkədən təmizləmək üçün sadə süzgəclərdən istifadə edilərsə onda süzücü filtirin narınlığı $40\ \mu\text{m}$ -dan aşağı olmalıdır. Sütün mexaniki çirklərdən təmizlənməsi üçün ən çox yayılmış üsullardan biri onun sürgəçdən keçirilməsidir. Bunun üçün müxtəlif filtr və tərtibatlar mövcuddur. Fermalarda adətli üzrə ya sütün açıq süzülməsi (sütün qravitasiyası hesabına) və yaxud örtülü (təzyiqlə) həyata keçirilir. Bu zaman müxtəlif süzücü materiallardan istifadə olunur.

Süd əl ilə sağılan təsərrüfatlarda sütün açıq süzülməsi, maşınla sağın olan təsərrüfatlarda isə sütün örtülü süzülməsi həyata keçirilir. Örtülü mərkəzdənqaçma tipli təmizləyicilərdən isə əsasən

süd toplayıcı məntəqələrdə və süd emalı müəssisələrində istifadə olunur [367]. Təcrübələr göstərmişdir ki, çox vaxt südün bakterio- loji təmizliyində də bu və ya digər təmizləyici materialın seçilməsi həlledici rol oynayır [468]. Digər tərəfdən hidravlik təzyiqlə örtü- lü süzülmədə mexaniki qarışıqın böyük hissəsinin azalması nəticə- sində mikroorqanizmlərin çoxu süzgəcdən keçmiş olur.

Jovanovic [509] müəyyən etmişdir ki, müxtəlif süzücü mate- riallar mexaniki çirkin azalmasına müxtəlif cür təsir göstərirlər, amma müəyyən hallarda mikroorqanizmlərin artması müşahidə edilir. G.Hansen [502] göstərir ki, tənzip parçadan hazırlanmış süzgəc südün çirklənməsi mənbəyidir. Odur ki, 3 qatlı metal tor- dan hazırlanmış süzgəc-filtrdən istifadəyə üstünlük vermişlər. Söz yox ki, bütün bunlarla müqayisədə mərkəzdənqaçma tipli təmiz- liyicilər və baktofuqalar daha yaxşı nəticə göstərmişlər [138, 367].

АДМ-09.000 sağım qurğularında lavsan materialdan ibarət süzgəcdən istifadə olunur [133]. Ancaq bu cür filtrlə xidmət gös- tərilməsi çox çətindir. Hər sağımdan sonra filtrlər sökülüb lavsan süzgəclər yuyulmalıdır. Süzgəclərin tez-tez yuyulması isə onların sıradan çıxmasına səbəb olur. Təcrübə göstərmişdir ki, örtülü sü- zülmədə istifadə edilən bu süzgəclər 100 mkm ölçülü mexaniki çirki buraxmışlar. Odur ki, bu südü birinci növ kimi təhvil vermək üçün onun yenidən süzülməsi vacib gəlmişdir.

Çuvaşyanın (Rusiya Federasiyası) Sıktıvkar fabrikası birdə- fəlik istifadə edilən iki laylı süzgəc istehsal edir. Bu filtr elemen- tində birinci lavsan qatından keçən süd sonra ikinci polipropilen qatdan da keçərək daha xırda mexaniki çirklərin tutulub saxlan- masını təmin edir. Ancaq qeyd etmək lazımdır ki, bunlar yalnız süd boru kəmərləri sağım qurğularında tətbiq üçün yararlıdır.

Bir dəfəlik süzgəcdən istifadə edilməsi isə açıq süzmədə də istifadə edilə bilər. Ancaq bu süzmə qabiliyyəti baxımından tədqiq olunmamışdır.

Təcrübə göstərmişdir ki, süd boru kəmərinə tətbiq edilən filtrlər sistemində təzyiqlə düşməsinə, hidravlik müqavimətin art- masına gətirib çıxardır. Bu isə sağım aparatlarının işinə mənfi tə- sir göstərməklə süd itkisinə səbəb olur. Bəzən bu çatışmazlıqları

aradan götürmək üçün boru kəmərinə filtdən imtina edib süd toplayıcı çənin girişində filtr qoyurlar [226]. Bu variantda isə süd nasosunun məhsuldarlığı aşağı düşür, onun intiqalının etibarlılığına mənfi təsir göstərir.

Südün mexaniki qarışıqlardan ən yaxşı təmizlənməsi süd təmizləyici separatorlar (OM-1A) sayılırlar [57, 58, 399, 402]. Bunun üstünlüyü ondan ibarətdir ki, proses örtülüdür, südün köpüklənməsinə imkan yaranmır. Ancaq bu cür süd təmizləyicilərində yığılan çirkin avtomatik olaraq xaric edilməsi və separatorun sirkulyasiyalı yuyulması məsələləri həll edilməmişdir. Odur ki, separatorun yuyulmasına həddindən çox vaxt tələb olunur. Bundan başqa süd təmizləyici separatorlarda yağ kürəciklərinin örtüyü zədələndiyindən südün tərkibində qeyri sabit yağ kürəciklərinin sayı 2-2,5 dəfə artmış olur. Bu isə südün keyfiyyətinin pisləşməsinə və itkisinə gətirib çıxarır. Bəzi mütəxəssislər bu itkinin 1 ton süddə 23,5kq təşkil etdiyini göstərmişlər [412, 413].

2.1.4. Süd soyutma üsul və texniki vasitələrinin müasir inkişaf səviyyəsi və təkmilləşdirilmə meyilləri

Təsərrüfatlarda südün ilk xassələrini qoruyub saxlamaq məqsədi ilə onun mikroflorasına təsirin ən səmərəli və əlverişli üsulu onun soyudulmasıdır [4, 19, 42, 57, 58, 90, 346, 384, 465].

Keçmiş Sovet İttifaqında qəbul olunmuş qaydaya əsasən əgər südü birinci növ kimi 16-18⁰T turşuluqda, mexaniki təmizlik birinci etalonla və bakterioloji təmizlik birinci siniflə müəyyən edilirdisə, eyni zamanda süd 10⁰C-ə qədər soyudulmuş olduqda südün hər sentnerinə əlavə mükafat təyin olunurdu. Bu südün birinci növ keyfiyyətini təmin etmək üçün tətbiq edilən ən etibarlı üsul sayılırdı. Çünki fermer südün soyudulmasında maraqlı olduğu üçün onu məhz 10⁰C-ə qədər soyudurdu. Bu əlavə xərclərlə əlaqəli olsa da [414] o zaman səmərəli variant kimi qəbul edilmişdir. Buna baxmayaraq o dövrdə belə kolxoz və sovxozlarda istehsal olunan südün çox az hissəsi həmin dərəcəyə qədər soyudulmuş olurdu.

Böyük Britaniyada fermada sağılan südün süd bazarı bürosu gəlib götürür [382]. Bunlar südün temperaturunu qeydə alırlar. Südün tərkibinin analizi üçün nümunələri isə dövrü olaraq fermərin qabaqcadan bilmədiyi vaxtlarda götürür. Burada südün Büro tərəfindən götürülmə vaxtına görə müxtəlif temperaturlara qədər soyudulması həyata keçirilir. Büro işçiləri sağım vaxtını, südün götürülən vaxtını və südün temperaturunu qeydə alırlar.

Göründüyü kimi enerji və xərclərə qənaət baxımından südün qənaətbəxş hüdudda soyudulması tətbiq edilir.

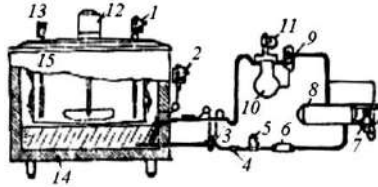
2.1.4.1. Südün vannalarda soyudulması. Südün vannalarda soyudulması, saxlanması və onun avtosisternalarda nəql etdirilməsi təcrübədə çoxdan yoxlanmış [287,338], o, süd sənayesində olduğu kimi, kənd təsərrüfatında da yararlı sayılır. Onların xüsusi ilə elektriklişdirilmiş iri təsərrüfatlarda tətbiqi faydalı olub, xərclərin azalmasına əl əməyinin yüngülləşməsinə qəbul-yuma işlərində itkilərin azalmasına kömək edir.

Fermalarda südün soyudulması üçün müxtəlif növlü vannalar və soyutma üsullarının tətbiq edilməsi məlumdur. Bunlar müxtəlif forma və tutuma malik olub, birbaşa soyudanlar (adi və vakuumlu), buzlu su ilə soyudanlar (buz akumulyatoru kimi işləyənlər) aiddirlər. Bundan başqa üzərində və ya kənarında quraşdırılmış kompressor aqreqatı olan südsaxlayıcıları vardır. Qeyd olunan vannalar böyük və ya kiçik soyutma divarına malik olurlar.

ABŞ-da daha çox düzbucaqlı formada olan və buzlu sudan istifadəyə əsaslanan Dəri-Kool vannaları geniş yayılmışdır (şək.2.1). Vanna iki əsas elementdən: maşın hissəsi və izolə edilmiş polad çəndən ibarətdir. Vannanın xaricdən perimetri boyunca buzlu suyu yayan sistem mövcuddur. Su vannanın eşik tərəfini suvararaq çənin dibinə axır. Südün temperaturuna nəzarət etmək üçün o termometr ilə təchiz olunmuşdur.

Bu vannanın əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, buradakı şaquli kürəkli qarışdırıcı hər hansı ötürməsiz, birbaşa elektrik mühərrikindən hərəkət aldığı üçün yağlanma tələb etmir. Qarışdırıcının iki sürəti vardır: kiçik sürət süd saxlanıldıqda, böyük sürət isə

süddən nümunə götürən zaman onun güclü qarışdırılması lazım gəldikdə tətbiq edilir. Südün temperaturunu siferblatlı termometr göstərir. Temperatur müəyyən səviyyədə xüsusi termorequlyator vasitəsi ilə avtomatik olaraq sabit saxlanır.



Şək.2.1. Buzlu su ilə soyutma vannası:

1,2-termostat; 3- termorequlyator; 4- nəzarət aynası; 5- klapın; 6-süzgəc; 7-nizamlayıcı; 8-kondensator; 9-yağ ayırıcı; 10- kompressor; 11- təzyiq relesi; 12-qarışdırıcı; 13-termometr; 14-buxarlandırıcı; 15-buzlu suyu paylayıcı sistem.

Qraham-Enok şirkəti (İngiltərə) tutumu 500-dən 2000 litrə qədər olan vannalar istehsal edir [498]. Çənin divarları və dibi rıflənmiş, penoplast ilə izolə edilmiş, xarici tərəfdən örtüyə çəkilmişdir. Bu buzlu suyun hərəkəti üçün vintvarı kanalın yaranmasına səbəb olmuşdur.

İngiltərənin digər firması Dairy Supply Co buzlu su ilə südü soyutmaq üçün düzbucaqlı vanna istehsal edir. Buz akkumulyatorunun buxarlandırıcıları sərt şəkildə olub, çən ilə izolə örtüyü arasındakı su köynəyində yerləşdirilmişdir. Su, köynəyinin dibində yerləşmiş borucuqlar vasitəsi ilə kompressordan verilən hava ilə qarışır.

SSRİ patentində (№ 185146) təsvir edilmiş südü soyutmaq və saxlamaq üçün nəzərdə tutulmuş vanna konstruktiv cəhətdən maraqlıdır. Soyutmanın intensivləşdirilməsinə onunla nail olunur ki, çənin içərisində (perimetr boyunca) suvarma soyuducuları yerləşdirilmişdir. Bunların altında isə südü nazik layla çənin soyuducu divarlarına qovan paylayıcı yerləşdirilmişdir.

Çənin divarlarının soyudulması üçün onun gövdəsi soyuducu agent kanalları ilə təchiz edilmişdir. Qurğu aşağıdakı, kimi işləyir: süd çənə yuxarı tərəfdən qoyulmuş suvarma soyuducusu səthi ilə

nazik pərdə halında süzülür. Süd çənin aşağı hissəsinə töküldükdə əlavə olaraq aşağı sistemlə soyudulur və südün müəyyən temperaturda qalması təmin edilir. Soyuma prosesini intensivləşdirmək və eyni zamanda yağ kürəciklərinin süddə bərabər yayılmış vəziyyətini qorumaq üçün çəndə süd qarışdırılır.

Avstraliya və Yeni Zelandiyada südün buzlu su ilə soyudulmasına əsaslanan vannalar geniş yayılmışdır [495]. Danimarkada isə südü vannada soyutmaq üçün buzlu sudan başqa soyuducu agent buxarlandırıcı tərtibatlardan istifadə edirlər.

Keçmiş SSRİ patentində (№ 238276) südün soyudulması üçün örtüyə malik vanna, suyu soyudulma sistemi və vannanın içində suvarma soyuducuları olan qurğu təsvir edilir. Südün soyudulmasının intensivləşdirilməsi üçün vanna xarici perimetri üzrə soyuducu vasitə daşıyan suvarma soyuducu sistemi ilə əhatə olunmuşdur. Suvarma soyuducu sistemin altında isə sərt şəkilli buxarlandırıcı yerləşdirilmişdir. Soyuducunun üzərində südün soyutma sistemi üzrə bərabər yayılmasını təmin edən orqan qoyulmuşdur. Soyuducu vasitə sistemi spiral kanal şəklində yerinə yetirilmiş və o vannanı xarici tərəfdən əhatə etmişdir.

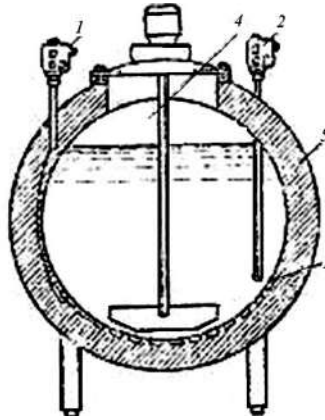
Bolqarıstanda süd soyuducu BMO-1 və BMO-2 markalı suvarma soyutmalı vannalar istehsal edilir.

Bir sıra yerlərdə maşınli sağım tətbiq edilən fermalarda vakuumlu vannalardan istifadə edilməsi də məlumdur. Bu vannalar əksər hallarda süd boru kəməri və sağım qurğusu ilə əlaqələnmiş olurlar. Südün qapalı sistemlə soyuducuya gəldiyi üçün onun qıç vaxtı donmasının və işdə boşdayanmanın qarşısı alınmış olur.

Bir sıra vanna tipli soyuducuların dibində soyuducu agent buxarlandırıcılar kanallarda yerləşdirilmişdir (şək.2.2). Bu tip soyuducular Gascoigne, Turner Co (ABŞ) və APV (İngiltərə) tərəfindən istehsal edirlər. Çexiyada silindirvari şaquli ISB 500 və İSB1000 markalı vannalarda soyuducu agentin verilməsi kənarında qurulmuş kompressordan təmin edilir. Bu vannalar daxili səthi şüşəemal ilə işlənmiş poladdan hazırlanmışlar.

Şəkil 2.1 və şəkil 2.2-də soyuducu agentin buxarlandırıcısından istifadə etməklə və buzlu su ilə suvarma tətbiq etməklə süd

soyuducu vannaların en kəsikləri təsvir edilmişlər. Şəkillərdən göründüyü kimi birinci soyutma variantında vanna səthinin 20% südün soyudulmasında iştirak edir. Südün üst səthindəki hava soyutmada iştirak etmir. Soyutma sürəti aşağıdır. Südün temperaturunu 3⁰C-dən aşağı düşməsi mümkündür. Burada vanna divarların da yaxın hissələrin donması da mümkündür. İkinci soyutma variantında suyun hava ilə soyuması və soyuq vanna divarlarından soyumasında fərq böyük olmur, o hərtərəfli soyuyur və donma təhlükəsi yoxdur.



Şək.2.2. Soyuducu vasitəni buxarlandırıcı tərtibatla təchiz olunmuş süd soyutma vannası:

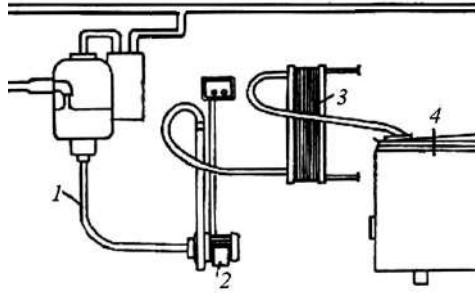
1,2 - termostat; 3 - buxarlandırıcıların kanalları; 4 - qarışdırıcı; 5 - izolyasiya.

Sağımdan alınmış süd birbaşa çəndəki soyudulmuş südə əlavə edildikdə o ikinci varianta nəzərən birinci variantda daha yaxşı soyuyur. Çəni hər tərəfdən əhatə edən soyuducu su kanalları soyuducu agentini, buxarlandırıcı-akumulyatordan istifadə etməklə ümumi məhsulu 2 saat müddətində soyudur. Burada buzun əriməsi də bərabər qaydada olur. İkinci varianta nəzərən birinci variantda vannanın divarları nisbətən isti olduğundan üzərinə düşən süd qurduqda çətin təmizlənmə çöküntü verir. İkinci variantda vannanın səthi yaş və soyuq olduğundan o çür çöküntü baş vermir.

Birinci vannada, elektrik cərəyanının kəsilməsi halında və yaxud hər hansı nasazlıq baş verdiyi halda südün soyudulma prosesində də pozulması mümkündür. İkinci vannada isə natural buzun böyük ehtiyatı olduğunda həmin təsadüfi halların təhlükəsi yoxdur. İkinci variantda əmtəlik süd miqdarı az olduqda elektrik enerjisinə qənaət etmək və az buz hazırlamaq mümkündür. Birinci variant maksimum əmtəlik südün soyudulmasına hesablanmışdır. Ancaq burada südün soyudulmasında soyuqluqdan istifadənin 2-3 yolu da mövcuddur. Belə olması birinci üsulu ikinci üsula nəzərən daha qənaətli edir. Digər tərəfdən birinci variantda istifadə olunan vannanın dibindəki soyuducu agent buxarlandırıcısının kipliyi pozulduqda və soyuducu agent axdıqda onun sökülüb təmir zavoduna göndərilməsi lazım gəlir. İkinci variantda isə nasazlıq baş verdikdə onun təmirini yerində etmək mümkündür. Buzlu su ilə soyutmaya nəzərən daim soyuducu agentin buxarlanmasına hesablanmış soyutma sistemində kompressorun faydalı iş əmsalı aşağı olur [136, 415, 453]. Burada soyuducu agentin buxarlandırılmasında nisbətən az temperaturdan istifadə olunması və ətraf mühitə soyuqluğun itirilməsinin qarşısının alınması vacib məsələ kimi qarşıda durur. Birinci variantda elektrik enerjisi sərfi ikinci variantda nəzərən 50% az olur. İkinci variantdakı vannanın istehsal sahəsi də nisbətən çoxdur. Birinci variantda gigiyena daha yaxşı təmin olunur.

Yüksək soyutma effekti əldə etmək üçün bəzən iki mərhələli soyutma tətbiq edirlər. Bu cür soyutma sistemləri inəkləri süd boru kəmərinə sağan zaman (AДM tipli sağım qurğuları) sağım və südün ilk emal xəttini təşkil edir (şəkl.2.3). Çən ayrıca qabdan ibarət olub dibində soyuducunun buxarlandırıcısı yerləşdirilmişdir. Bu ondan ötrüdür ki, çəndə toplanan ilkin soyudulmuş südün temperaturunu ($277,4^0\text{K}$) saxlama müddətində dəyişməz olaraq saxlamaq mümkün olsun.

Bu üsulun üstün cəhətini sərmayə qoyuluşunun və soyutma xərclərinin azaldılması ilə əlaqələndirirlər [416]. Ancaq qeyd etmək lazımdır ki, burada sağım xəttinə əlavə bir neçə avadanlığın qoşulması lazım gəlir.



Şək.2.3. Əvvəlcədən soyudulmuş südün süd saxlama və soyutma çəninə verilmə sxemi:

1-süd boru kəməri; 2-nasos; 3- lövhəli soyuducu; 4-vanna.

Rusiya Federasiyasında «Voloqda» Elm-istehsalat Birliyində [218, 445] süd boru kəmərinə sağılan südü soyutmaq üçün süd boru kəmərinə soyuducu su hərəkət etdirilən borunun içində yerləşdirilməsi təklifi işlənmişdir. Burada su süd axınının əksinə hərəkət etdirilir. Müəlliflər qeyd edirlər ki, soyuducu suyun başlanğıc temperaturu ilə başlanğıc temperaturu 308°K olan südün son temperaturu arasında 276°K fərq olur. Südün son temperaturu suyun başlanğıc temperaturundan 276°K artıq olur. Soyutmaya enerji sərfi hər baş inəyə hesabla $26,6 \text{ kVt\cdot saat}$ təşkil edir. Belə qurğu xüsusi boru kəməri sistemi tələb etməklə yanaşı təsərrüfatda boru kəmərlə sağım qurğularının olmasını tələb edir.

Fermada südün soyudulması və saxlanması üçün Rusiya Federasiyasının «Kurqanselmaş» zavodu müxtəlif variantda soyuducu çənlər istehsal edir [353]. Bu çənlər kompressor-kondesator aqreqləri ilə təchiz edilmişlər. Buxarlandırıcı tipli soyuducu orqan çənin aşağı hissəsində yerləşdirilmişdir. Soyuducuda R22 soyuducu agentindən istifadə olunur. Çən mexanikləşdirilmiş yuyulma sisteminə malikdir. Soyuducu çənlərin digər variantlarında soyuducu aparat çənlə bir yerdə olmayıb başqa otaqda quraşdırılır. Belə çənlər də digər çən soyuducu süd saxlayıcı çən və tanklarda olduğu kimi böyük həcmdə (2000-2500 litr) südün ilkin emalı üçün nəzərdə tutulmuş, xüsusi otaqların olmasını tələb edir, enerji tutumlu və texniki xidmət baxımından da əmək tutumludurlar.

Ukrayna Respublikasının Bratislav təcrübə-eksperimental zavodunda kəndli heyvandarlıq təsərrüfatları üçün südün soyudulması və saxlanması təyinatlı ПП-Ф-0,5 markalı soyuducu çənlər istehsal edirlər [118,120]. Bunlar 10-50 baş inəyi olan təsərrüfatlar üçün nəzərdə tutulmuşlar.

Birinci növ süd təhvil verməni təmin edir. Südün emal müəssisəsinə yola salana qədər avtomatik olaraq soyudulmuş vəziyyətdə saxlamağa imkan vardır. Bu soyuducularda soyuqluğun akkumulyasiya tipi seçilmiş və kiçik gücdə soyuducu aparatdan istifadə olunur. Əvvəlcə buzlu su hazırlanır, sonra isə buzlu su ilə çəndəki süd soyudulur və həmin temperaturda saxlanılır. Burada kiçik güclü soyuducu aparat tətbiq edilsə də aralıq buzlu su akkumulyatorundan istifadə edilməsi soyutma effektivliyini aşağı salır.

Almaniya Federativ Respublikasının süd toplama məntəqələrində Roth, Ahlborn, Astra, Schmiedt və başqa şirkətlərin istehsal etdikləri soyuduculardan istifadə edirlər. Bunlar əvvəlcədən axım xəttində soyudulmuş südün temperaturunu müəyyən qədər yenə aşağı salmağa və uzun müddət xarab olmadan saxlamağa imkan verir. 1000 litr həcmi olan vannada soyutma soyuducu agentin bir başa buxarlandırılması və çox hissəsinin isə buzlu su ilə soyudulması təmin edilir.

Şimalı Amerikada südün vannalarda soyudulmasına Avropadan qabaq başlamışlar və orada əsasən (80-85%) vannada südün soyudulmasında soyuducu agentin birbaşa buxarlandırılması üsulu tətbiq edilir. Avropa ölkələrində istifadə edilən soyutma avadanlıqları demək olar ki, olduqca az miqdarda unifikasiya olunmuşlar. Ancaq soyutma tendensiyası Şimalı Amerikada olduğu kimi qalır.

Şərqi Avropa ölkələrində «Kristal», VO-1, VO-2, ISB-500, «Kifchoizerhüte», «Alfa-Laval» markalı müxtəlif tipli qabda süd soyudan qurğulardan istifadə edirlər. Ancaq bunların tətbiq edildikləri ölkələrdə iqtisadi səmərəliliyi bəzəndə müxtəlif fikirlərin olmasına baxmayaraq nə onların, nə də digər üsulların Azərbaycan şəraitində texnoloji və iqtisadi cəhətdən qiymətləndirilməsi həyata keçirilməyibdir.

2.1.4.2. Süd tanklarında südün soyudulması. Almaniya Federativ Respublikasının Etscheid, Fransanın Japy, Hollandiyanın Mueller, Belçikanın Packo firmalarının buraxdıqları süd soyuducu tanklarında da əsasən iki soyutma prinsipi, birbaşa çənin köynəyində buxarlandırıcı soyuducu orqanın yerləşdirilməsi və yaxud aralıq soyuqluq mənbəyindən istifadə etmək yer tutmuşdur [289, 290].

Etscheid şirkətinin buraxdığı KTS-2700 və RTHS-2750 markalı soyuducu tanklarda bilavasitə qaynayan soyuducu agent təsiri ilə soyutma aparılır. Bu soyuducu tanklar Frigocolor istilik rekuperatoru və Lavatronic avtomat yuma sistemi ilə təchiz edilmişlər. KTS-2700 2700 litr həcmli üfuqi kip çəndən ibarətdir. Soyuducuda istifadə edilən elektrik mühərriklərinin gücü 6 kVt-dır. Soyuducu tankın soyuducu aqreqatı kompressordan, üç ədəd yüksək sürətli ventilyator ilə təchiz edilmiş hava kondensatorundan, su kondensatoru – istilik rekuperatorundan, tankın dibində yerləşdirilmiş axımlı-məsaməli buxarlandırıcıdan və soyuducu agentini soyuducu aqreqatdan tankın altında yerləşmiş buxarlandırıcı ilə əlaqələndirən elastik boru kəməmindən ibarətdir. Buxarlandırıcı paslanmayan polad lövhələrdən hazırlanır. Lövhələr elə qaynaq edilir ki, arasındakı boşluqdan soyuducu agent R22 keçə bilsin. İstilik rekuperatoru (Frigocolor) xüsusi kanalları, izolyasiyası, giriş-çixış borucuqları olan silindrik istilik dəyişdiricidən ibarətdir. Soyuducu tank həmçinin motor-reduktor intiqallı mexaniki qarışdırıcı ilə təchiz edilmişdir. Bunun valına xüsusi pərlər də yerləşdirilmişdir ki, yuma zamanı həmin pərlər yuyucu məhlulu tankın içərisində çiləməyə kömək edir.

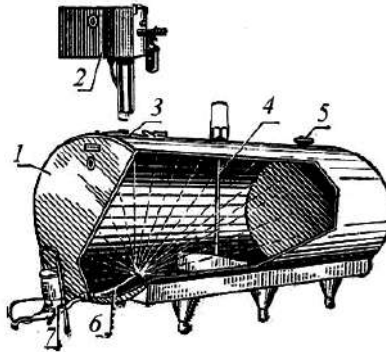
Burada süd 281°K qədər soyudulur və həmin temperaturda saxlanılır. Südün temperaturu bu hüduddan aşağı düşdükdə kompressorun, ventilyatorların və qarışdırıcıların mühərrikləri avtomatik olaraq dayandırılır. Südün temperaturu müəyyən edilmiş temperaturdan 274°K artdıqda işə mühərriklər yenidən işə düşürlər.

Şirkətin verdiyi məlumatlara əsasən 308°K -də olan təzə sağılmış südü 281°K qədər soyutmaq üçün 1,5 kVt elektrik enerjisi sərf olunur. Buxarlandırıcıdan soyuducu agentin buxarları kom-

pressor tərəfindən sorularaq kondensasiya olunana qədər sıxılır və bu zaman yaranan istilik hesabına rekuperator da su 335°K -ə qədər qızdırılır.

Göründüyü kimi bu cür mükəmməl konstruksiyaya malik süd soyuducu tank eyni zamanda böyük həcmdə südün soyudulması və uzun müddət saxlanması üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bununla belə soyuducu tankın avadanlıqlarının çoxluğu avtomat sistemlərin tətbiqi onun istismarı üçün xüsusi hazırlıqlı mütəxəssislərin olmasını tələb etməklə bərabər onlar böyük enerji tutumuna malikdirlər. Bu qurğular həmçinin bacarıqlı usta tərəfindən texniki xidmətlərin yerinə yetirilməsini tələb edir.

Hollandiyanın Mueller şirkətinin buraxdığı O-300 markalı soyuducu tankda da süd bilavasitə qaynayan soyuducu agent hesabına soyudulur. Bu qurğu da avtomat yuma sistemi ilə (şək.2.4) təchiz olunmuşdur.

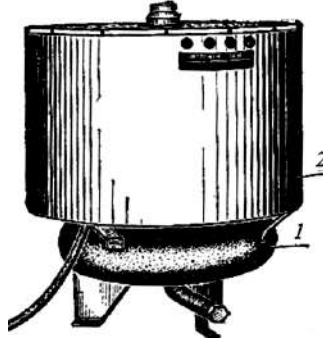


Şək.2.4. Mueller şirkətinin buraxdığı soyuducu tank:

1-çən; 2-yuyucu avtomat; 3-qapaq; 4-qarışdırıcı; 5-havalandırıcı filtri; 6-forsunka; 7-nasos.

Bu soyuducu tank da istilik rekuperatoru ilə təchiz olunmuşdur (şək.2.5). Bunun müstəqil avtomat yuma sistemi vardır. İstilik rekuperatoru kipləşdirilmiş stasionar çəndən ibarət olub 1250 litr su tutumludur. Rukupetorun havalandırıcı filtri, qarışdırıcısı vardır. Göründüyü kimi buxarlandırıcı orqana malik süd soyuducularında soyuducu agentin kompressiya olunması zamanı əmələ gə-

lən istilikdən yuyucu suyu qızdırmaqda istifadə üçün xüsusi tərtibatlar tətbiq edilir. Ancaq bu tərtibatların özü texnoloji prosesi metal və enerji tutumlu etməklə işi və konstruksiyanı daha da mü-rəkkəbləşdirmişdir.



Şək.2.5. Mueller şirkətinin istilik rekuperatoru:

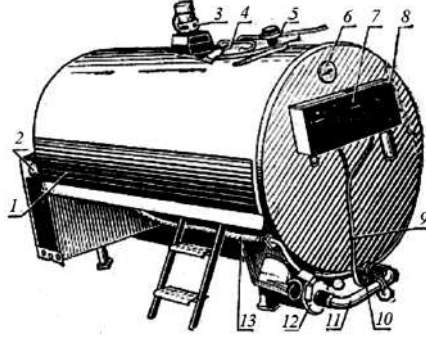
1- istilik dəyişicisi; 2- termos-çən.

Şirkətin mütəxəssisləri rekuperatorun artıq xərc tələb etdiyini nəzərə alaraq, onun səmərəsini artırmaq məqsədi ilə burada isinmiş sudan inəklərin yelininin yuyulmasında və buzovların suvarılmasında da istifadə edilməsini tövsiyə edirlər. Aydın məsələdir ki, nəzəri cəhətdən belə vəzifələr əhəmiyyətli görünərsə də təcrübədə bu işləri yerinə yetirmək üçün əlavə avadanlığa və əməliyyatlara ehtiyac vardır. Süd qablarının yuyulmasına gəldikdə isə onlar nə qədər avtomatlaşdırılsa belə süd təmas edən səthlərə mexaniki təsir imkanı olmalıdır.

Bəzi şirkətlər (Japy) soyuducu sistemdəki istiliyi utilizasiya etmək üçün daha mürəkkəb sxemlər tətbiq edirlər (şək.2.6). Burada tankın yuyulması aşağıdakı əməliyyatları nəzərdə tutur: yaxalama, yuyucu məhlul ilə yuma, gözləmə, son yaxalama. Bütün bu işlərə 30...45 dəqiqə vaxt ayrılır.

Demək olar ki, Belçikanın Packo şirkətinin ABŞ-ın Dari-Kool şirkətinin istehsal etdikləri soyuducu tanklar da prinsipinə yuxarıda qeyd edilən konstruksiyaların analoqlarıdır. Buradan belə bir nəticəyə getmək olar ki, Qərbi Avropa dövlətlərində buraxı-

lan soyuducu tanklarda əsasən südün bir başa soyuducu agent vasitəsi ilə soyudulmasına üstünlük verir və bunu iqtisadi cəhətdən daha səmərəli hesab edirlər. Bu tankların qapalı olması bunlarda avtomat yuma sistemlərin tətbiqini vacib etmişdir.



Şək.2.6. Japy şirkətin soyuducu tankda tətbiq etdiyi istilik utilizasiya sxemi:

1- çən; 2- elektrik qızdırıcısı; 3- rekuperator; 4- hava kondensatoru; 5,7,8,9- soyuducu agent üçün boru kəmərləri; 6,10,11- su boru kəməri; 12- kompressor aqreqat.

Ukrayna Respublikasında iri südçülük fermalarında südün ilkin emalı kimi mərkəzdənqaçma təmizləyici qurğuda təmizlənməsi və OOT-M süd soyuducusunda südü soyudaraq süd zavoduna göndərənə qədər saxlamaq təcrübəsi geniş yayılmışdır [57, 58, 351]. Bu texnologiyada 1 tona qədər südü 24 saat saxlamaq lazım gəldiyindən onu 8⁰C- yə qədər soyudurlar. Texnologiya mexaniki çirklərdən təmizlənmiş və yaxşı soyudulmuş südün emala təqdim olunmasını təmin etməsinə baxmayaraq o qədər də müvəffəqiyyətli sayıla bilməz. Burada fermada ayrı-ayrı vedrələrə sağılmış süd əvvəlcə tövlələrə yaxın blokda yerləşdirilmiş çəndə toplanır. Çünki sağıcılara iki-üç inəyi vedrəyə sağdıqdan sonra vedrəni yaxınlıqdakı toplayıcı çənə boşaltmaq daha asandır. Bu toplayıcı çəndən süd nasos vasitəsi ilə ayrıca otaqda yerləşdirilmiş TOB-1 süd tankına vurulur. Bu otaqda eyni zamanda mərkəzdənqaçma tipli süd təmizləyicisi yerləşdirilmişdir. Tankdan süd təmizləyicisinin 1,8 m yuxarıda yerləşən qəbul bakına vurulur, oradan isə süd

öz axını ilə təmizləyicinin barabanına ötürülür. Yalnız bundan sonra mexaniki çirklərdən təmizlənmiş süd OOT-M soyuducusunda toplanaraq soyudulur və emal müəssisəsinə göndərilənə qədər saxlanır. Belə texnologiyada mexanikləşdirmə vasitələrindən istifadə olunmasına baxmayaraq bir sıra qüsurlu cəhətlər mövcuddur. Sağım müddəti ərzində (bəzən sağım 2,5 saat cəkir) tövləyə bitişik blokdakı çəndə toplandıqca vaxt keçməsinə baxmayaraq soyudulmur. Demək südün sağılan kimi soyudulması təmin olunmur. Südün mərkəzdənqaçma üsulu ilə təmizlənməsinə qədər 3 saatdan çox vaxt keçir. Bu isə südün keyfiyyətinin pisləşmə ehtimalını artırır. Bu müddətdə südün temperaturu müəyyən qədər aşağı düşmüş olur (309°K -dən 300°K -yə və daha az temperatura qədər düşə bilər). Südü isə süd təmizləyicisinə verməzdən qabaq $313\dots323^{\circ}\text{K}$ -yə qədər qızdırmaq lazımdır, gəldiyindən indi daha çox enerji sərf etmək tələb olunur. Əslində isə bu texnoloji əməliyyatı təsərrüfatlarda çox vaxt yerinə yetirmirlər. Bu isə südün yağlılığının bir hissəsinin itkisinə səbəb olur.

2.1.4.3. Təbii soyuqluqla südün soyudulmasının öyrənilmə səviyyəsi. Təbii soyuqluqdan südün soyudulmasında istifadə uzrə Mordova Dövlət Universitetinin (Rusiya Federasiyası) alimləri də tədqiqat işləri aparmış və xüsusi qurğu işləyib hazırlamışlar [141]. Müəlliflər qeyd edirlər ki, müvafiq avadanlığın çatışmazlığı üzündən burada emala təqdim edilən südün yalnız 42%-i soyudulmuş olur. Soyudulan süd üçün istifadə edilən soyuducu qurğuların tədbiqində isə hər ton südün soyudulmasına 25 kVt·saat enerji sərf edilir.

Təbii soyuqluqdan istifadə etmək üçün Mordova alimləri ilk növbədə diqqəti təbii soyuqluğun akkumulyasiyasına yönəlmişlər. Onların işləyib hazırladıqları akkumulyator süd blokundan kənardə açıq havada yerləşdirilir. Akkumulyator boru kəmərləri vasitəsi ilə su nasosları və iki seksiyalı lövhəli soyuducularla əlaqələndirilmişdir. Akkumulyator özü həcmi 10 m^3 olan polad çəndən ibarətdir. Çənin iki ağız var. Ağızlardan birində istilik dəyişdirici tərtibat yerləşdirilmişdir. Bu tərtibat forsunka, ventilyator

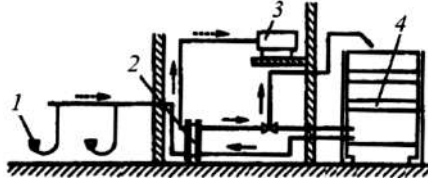
(B-06-300) və süzücü-suarıcı orqandan ibarətdir. Çəndən su nasosla soyuducuya vurulur. Soyuducuda südün soyudulması və özü isinmiş su istilik dəyişdirici tərtibatın forsunkasına verilir. Forsunkadan püskürdülən su ventilyatorun verdiyi hava axını ilə soyudularaq süzücü- suvarıcıdan keçib çənə tökülür.

Qışda hava çox soyuq olduqda ventilyatordan istifadəyə ehtiyac olmur. Müəlliflər qeyd edirlər ki, bu qurğunun köməyi ilə südün soyudulmasına enerji sərfi 10 dəfə azalır. Burada 1 ton südün soyudulmasına 1,5 kVt enerji sərf olunur. Burada diqqəti cəlb edən cəhət forsunka ilə püskürdülən isti suyun hava axını ilə soyudulmasından ibarətdir. Ancaq həmin effekti soyuducu səthə suvarıcı suyun buxarlandırılmasında da tətbiq etmək olardı. Bu isə tədqiq olunmamışdır.

Sonrakı tədqiqatlarını Mordova alimləri İ.N.Bosin və V.S.Borisov [142] təbii soyuqluq akkumulyatorunun təkmilləşdirilməsinə həsr etmişlər. Xüsusi ilə soyuq su çənindən su götürən boru qışda buz bağlanma ehtimalının qarşısını almaq üçün texniki təklif işləmiş və sistemə əlavə aralıq soyuq su toplayıcı çəni daxil etmişlər. Digər bir təklifdə isə müəlliflər qışda təbii soyuqdan istifadə etməklə buz ambarı yaratmaq layihəsi irəli sürmüşlər [143]. Burada istilik izolyasiyalı yeraltı beton hovuzda soyuq hava təsiri ilə nazik su təbəqəsi dondurularaq toplanır və gec əriyən, qalın buz massivi yaranır. Müəlliflər buz əmələ gəlmənin intensivliyini hesablamaq üçün metodika və qrafiki asılılıqlar işləyib hazırlamışlar. İdeya diqqətəlayiq olmaqla belə sərmayə tutumludur və cənub rayonları üçün istismarı şübhə doğurur. Digər tərəfdən südün fermada soyudulması məqsədi üçün təklif olunan buz ambarının il boyu fəaliyyəti üçün onun böyük həcməldə olması və səmərəliliyi üçün gündəlik emal olunacaq südün böyük miqdarda olması tələb olunur.

Südün ilkin emalı ilə əlaqədar südün soyudulmasında bir sıra tədqiqatlar və təkmilləşdirmə işləri [141-143,157] təbii soyuqluqdan istifadəyə əsaslanmışdır. Rusiya Federasiyasının Moskva vilayətinin Krasnoqorsk rayonunda südçülük təsərrüfatında yerli müstəxəssislər Elmi-Tədqiqat İnstitutunun alimləri ilə birgə südün

soyudulması üçün təbii soyuqluğu akkumulyasiya edən tərtibat tətbiq etməklə soyuducu sistem işləyib hazırlamışlar [157]. Müəlliflər mövcud qurğuların çox enerji tutumlu olduğuna, istismarının isə çətinliyinə istinad edirlər. Soyuducu vasitə olaraq sudan istifadə edilir (şək.2.7.)



Şək.2.7. Süd soyutma sisteminin sxemi:

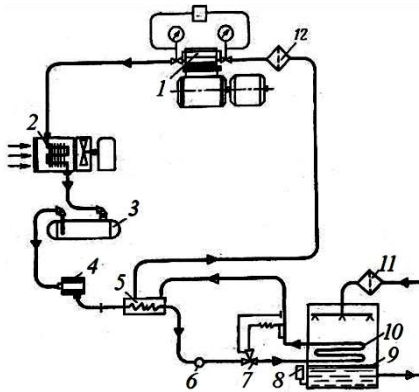
1- sağım aparatı; 2- lövhəli suvarma soyuducusu; 3- süd çəni;
4- təbii soyuqluq akkumulyatoru.

Su qışda xarici hava ilə, yayda isə xüsusi ambarda hazırlanmış buzla soyudulur. Təbii soyuqluq akkumulyatorundan su nasosla lövhəli suvarma soyuducusuna vurulur. İşlənmiş su yenidən akkumulyatorun çəninə qaytarılır. Akkumulyator şaquli konstruksiyalı olub bir və ya bir neçə su çəni ilə təchis olunmuşdur. Qışda hava çox soyuq olduqda çənin biri, hava çox soyuq olmadıqda isə çənin ikisi və ya üçü istifadə olunur. Bu ona görədir ki, birinci çənə qaytarılan isinmiş suyun soyumasına vaxt lazım gəlir.

Yaz yay dövründə buz ambarının suyundan istifadə olunur. Buz ambarı 100 tonlarla tutumu olan beton xəndəklərdir. Burada buzu lay-lay qışda hazırlayırlar, üzəri polietilen pərdə və 30 sm qalınlıqda opilka qatı ilə örtülmüş olur. Yayda buz əridikcə soyuq su ambardan kiçik hovuzə, oradan isə soyuducuya ötürülür. Təsərrüfat daim süd emal müəssisəsinə birinci növ süd verir. Qeyd olunan sistemin tətbiqi ilə müəlliflərin qeyd etdiyinə görə təsərrüfat hər il 100 min kVt-saat elektrik enerjisinə qənaət etmiş olur.

Südüün ilkin emalı məqsədi ilə suvarma soyuducularından istifadə etmək üçün soyuq su mənbəyi yaratmaq lazım gəldiyindən Ukraynanın «Odessxolodmaş» İstehsalat Birliyində [288] su soyutma qurğusu (YB-10) işləyib hazırlamışlar. Bu qurğunun prinsipal sxemi şəkil 2.8-də verilmişdir. Qurğuda ФБ-6 kompressorun-

dan istifadə edirlər. Qurğunun soyuqluq istehsalı 11,6 kVt və yaxud 10000 kKal/saatdır. Qurğu qapalı sistem şəklində işləyir. Kompresor-1 soyuducu agenti buxarlandırıcıdan-10 sorub sıxır və kondensatora-2 basır. Burada soyuducu agent kondensatoru qabırqaları borularına üfürülən xarici havanın temperaturasına soyudulur və kondensat halına keçir. Maye soyuducu agent ilanvari borulara axaraq kompresorun buxarlandırıcıdan sorduğu buxar hesabına soyudulur. Bundan sonra maye soyuducu agent nizamlayıcı ventildən-7 keçib buxarlandırıcıya daxil olur. Buxarlandırıcı ilanvari borudan ibarət olub soyudulan su çəmində yerləşir.



Şək.2.8. Sütün ilk emalı zamanı soyudulması üçün soyuq su hazırlayan YB-10 qurğusunun prinsipial sxemi:

1-kompresor; 2-kondensator; 3-resiver; 4-filtr quruducu; regenerativ istilik dəyişicisi; 6-baxış aynası; 7-istilik nizamlayıcı ventily; 8-səviyyə göstəricisi; 9-su çəni; 10-buxarlandırıcı; 11- su süzgəci; 12- R-12 soyuducu agent süzgəci.

Bu cür qurğularda suyu 279⁰ K-yə qədər soyudurlar ki, sonradan süd soyuducularında soyudulmuş su soyuducu agent vəzifəsini yerinə yetirərək südü 281-283⁰ K-yə qədər soyuda bilsin.

Təbii soyuqluqdan istifadə edən mütəxəssislər [141, 143, 164, 288] bu cür qurğuları ehtiyat vasitə kimi, istifadə etməyi tövsiyə edirlər. Süd qısa müddətə 3-4 saata emal müəssəsinə çatdırılacaqsa və qışda ətraf mühitin temperaturu mənfidirsə onda su soyu-

ducu qurğudan deyil artezian suyundan və təbii soyuqluqdan istifadə edilir. Yay zamanı və yaxud südün emalı müəssisəsinə çatdırmağa çox vaxt tələb olunarsa onda YB-10 qurğusundan istifadə lazım gəlir.

Qeyd etmək lazımdır ki, belə üsul respublikamızın mövcud təsərrüfatçılıq şəraitində kiçik süd emalı sexləri üçün əhəmiyyətli ola bilər. Ancaq bu halda da əvvəlcə süd soyuducularının optimal texnoloji və konstruktiv sxemi əsaslandırılmış olmalıdır.

Bolqarıstanda təsərrüfatlarda südün soyudulması üçün dolayısı üsula əsaslanan (yəni əvvəlcə soyuq su hazırlayıb sonra onun vasitəsi ilə soyuducu qurğularda südün soyutma) soyutma sisteminə üstünlük verirlər. Burada gecə elektrik enerjisinin qiyməti ucuz olduğuna görə suyu soyudan aqreqatdan gecə istifadə edirlər. Gecə soyudulmuş su ilə gündüz sağılmış südün soyudurlar [423].

Burada maraqlı doğuran cəhət elektriklişdirilmiş soyuducu agentlə işləyən soyuducu qurğulardan istifadə edilməməsidir. Xüsusən il qış dövründə xarici hava ilə suyun soyudulmasında istifadə olunması müsbət qiymətləndirilə bilər. Sistemin yay üçün nəzərdə tutulmuş buz ambarı sərmayə tutumlu olmaqla yerli iqlim şərtlərindən asılı məsələ olduğundan tətbiqi fermanın böyüklüyünə və soyuq qış və mötədil yay iqlimli bölgələrlə məhdudlaşır. Hətta qış dövründə (noyabrdan aprele qədər) soyutmada elektrik enerjisinə qənaət edilməsi müsbət qiymətləndirilməlidir. Əfsus ki, Azərbaycan şəraitində bu üsulların müxtəlif variasiyaları tədqiq olunmadığından, yerli şərait üçün elmi cəhətdən əsaslandırılmış konkret tövsiyələr də mövcud deyildir.

Yuxarıda qeyd olunanlardan belə nəticəyə gəlmək mümkündür ki, bir yandan südün keyfiyyətinin qorunması baxımından onun soyudulması tələb olunarsa digər tərəfdən mövcud üsul və qurğulardan istifadə edilməsi böyük xərc tələb etdiyindən kiçik təsərrüfat və müəssisələr üçün səmərəli hesab edilmir. Belə təsərrüfatlarda südün təbii soyuqluq mənbələrindən istifadə etməklə az enerji ilə soyudulması da öyrənilməmiş qalmışdır. Ölkənin dağətəyi rayonlarında bulaq və çay sularından, qış zamanı su və havanın temperaturundan südün soyudulmasında istifadə

edilməsi də toxunulmamış ehtiyat mənbəyi kimi qalır. Qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycanda sərinsulu çayların miqdarı 1200-ə çatır [168]. Quba-Xaçmaz zonasında orta debiti 16,75 l/san, suyunun temperaturu 286-288⁰K olan 374 bulaq mövcuddur. Şəki-Zakatala zonasında isə debiti 12,5 l/san və suyun temperaturu 280-282⁰K olan 87 bulaq vardır. Kiçik Qafqazın bulaq suyunun temperaturu 281-285⁰K olan 87 bulaq vardır. Naxçıvan Muxtar Respublikasında debiti 4-10 l/san, suyun temperaturu 281...288⁰K olan 65 bulaq məlumdur. Daha yüksək dağ rayonlarında debiti 50 l/san olan bulaqlar var ki, bunların suyunun temperaturu 275-278⁰K olur. Dağətəyi rayonların çoxlu sayda kiçik çayları daha böyük debitə (300 l/san) malikdirlər. Bunların suyunun temperaturu 286-290⁰K olur.

Bilindiyi kimi, bulaq və çayların suyundan soyuqluq mənbəyi kimi istifadə edərək suvarma tipli soyuducular tətbiq etməklə süd bidonlarında 308-310⁰K temperaturda təzə sağılmış südün soyuducu suyun temperaturundan 1-2⁰K artıq temperatura kimi soyutmaq mümkündür. Belə halda südün özünü qoruma vaxtını, yəni onun bakterisid fazasını 7-8 saata çatdırmaq olar.

Bununla belə bu sahənin az öyrənilməsi və xüsusi tədqiqat işlərinin aparılması süd istehsal edən kəndli (fermer) təsərrüfatları və kiçik süd emal müəssisələri üçün təbii soyuqluq mənbələrindən istifadə etməklə sadə və az enerji tutumlu qurğuların yaradılmasını indiyə kimi ləngitməkdədir.

Təbii su mənbələrindən istifadə etməklə suvarma tipli soyuducuların soyutma intensivliyinin artırılması yolları kifayət dərəcədə öyrənilməmişdir. Xüsusi hal kimi, istər yayda və istərsə də qışda suvarılan səthə hava selinin təsiri və suda buxarlanmanı aktivləşdirici maddələrdən istifadə edilməsi tədqiqatların diqqətindən yayınmışdır.

2.2. SÜDÜN SOYUDULMASINDA TƏBİİ SOYUQLUQDAN İSTİFADƏNİN NƏZƏRİ TƏDQIQI

2.2.1. Soyutma sisteminin seçilməsi üçün faydalılıq kriterisinin əsaslandırılması

Yeni istehsalat şəraiti üçün sadə konstruksiyalı, təbii enerji ehtiyatlarına əsaslanan, asan idarə olunan, ucuz texnologiya və qurğuların layihələndirilməsində elə şərt ödənməlidir ki, hesabat ili ərzində onların tətbiqi üzrə xərclər (x_{il}) minimum olsun [178, 179, 39]

$$x_{il} = \dot{I} + (r + E_n) S \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

burada \dot{I} – illik istismar xərcləri, man;

r – əsas fondların renovasiya norması;

E_n – sərmayə qoyuluşunun səmərəlilik normativi;

S – sərmayə qoyuluşudur.

Təsərrüfatda südün ilk emalınınin təşkilində sağmal inəklərin xüsusiyyətləri də nəzərə alınmalıdır. Belə ki, sağım zamanı süd çıxımı inəklərin fizioloji vəziyyətindən asılı olur. Odur ki, hesabatda sağım prosesi nəzərə alınmalıdır [35]. Belə olduqda ilkin emala veriləcək südün miqdarını aşağıdakı kimi müəyyən etmək mümkündür:

$$g = \alpha\beta\delta \frac{NM}{LTK}, \quad (2.2)$$

burada α - laktasiyanın hər hansı ayı üzrə inəyin məhsuldarlığını nəzərə alan əmsal;

β - naxırda südünü qurutmuşları nəzərə almaqla sağılan inəklərin sayını nəzərə alan əmsal,

$\beta = 0,9$;

δ - gün ərzindəki sağımların qeyri-bərabərliyi,

$\delta = 1,5 \dots 2$;

N - təsərrüfatdakı inəklərin miqdarı (artım planı da nəzərə alınmaqla);

M – bir başın illik məhsuldarlığı, l ;

L – götürülmüş hesabat ayında laktasiya günlərinin sayı;

T – sağım və südün ilk emalı üçün buraxıla bilən vaxt, $T=2$ saat;

k – gündəki sağımların miqdarıdır, $k=2$.

Suvarma üsullu soyutma tətbiq edilməsi üçün texnoloji prosesin kəsilməsi üçün aşağıdakı şərt nəzərə alınmalıdır:

$$g = Q = \sum_1^{n_1} g_1 = \sum_1^{n_2} g_2 = \dots = \sum_1^{n_i} g_i = const, \quad (2.3)$$

burada Q – ilkin emal xəttinin məhsuldarlığı, l/saat;

g_1, g_2, \dots, g_i – məşinlərin məhsuldarlığı, l/saat;

n_1, n_2, \dots, n_i – xətdə eyni tipli məşinlərin sayıdır.

İşin təşkilində əsas qurğunun soyuducu olduğunu nəzərə alsaq, onun məhsuldarlığı əvvəlcədən təyin olunmalıdır [406].

$$Q_{soy} = K \frac{FR_{or}}{c(t' - t'')}, \quad (2.4)$$

burada Q_{soy} – soyuducu qurğunun məhsuldarlığı, l/saat;

K – istilikötürmə əmsalı, kkal/m²·saat·dərəcə;

F – soyutma səthi, m²;

R_{or} – orta istilik basqısı, dərəcə;

t' – südün başlanğıc temperaturu, dərəcə;

t'' – südün son temperaturudur, dərəcə.

Göründüyü kimi soyutma məhsuldarlığı əsasən soyutma səthindən və temperatur rejimindən asılıdır. Orta temperatur basqısının artması soyutma məhsuldarlığını artırır, ancaq südün başlanğıc və son temperaturları arasındakı fərq isə məhsuldarlığın aşağı düşməsinə səbəb olur.

Bundan başqa soyuducu qurğunun layihələndirilməsi üçün soyuducu vasitənin sərfiyyatı daha əhəmiyyətli yer tutur. Soyudu-

cu qurğudan soyuducu agent (vasitə) nə qədər çox keçərsə soyudulan məhsulun son temperaturu o qədər aşağı olacaqdır. Başqa sözlə orta temperatur basqısı və soyutma intensivliyi artacaqdır.

Soyuducu agentin sərfinin təkrarlığını aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$m = 0,94 \frac{t'_{sud} - t''_{sud}}{t''_{su} - t'_{su}} = 0,94 \frac{\Delta t_{sud}}{\Delta t_{su}}, \quad (2.5)$$

burada t'_{sud} və t''_{sud} - südün başlanğıc və son temperaturu;

t'_{su} və t''_{su} - suyun (soyuducu agentin) başlanğıc və son temperaturu;

Δt_{sud} - südün temperaturunun azalması;

Δt_{su} - suyun temperaturunun artmasıdır.

Soyuducu agentin təkrarlığı 1:1-dən 3:1-ə qədər artdıqda soyuducu qurğunun faydalılığının artması qeydə alınmışdır. Nəzərə almaq lazımdır ki, təkrarlığı bundan daha çox artırmaq məqsədəuyğun deyildir. Çünki bu zaman qurğunun faydalılığının aşağı düşməsi müşahidə olunmuşdur.

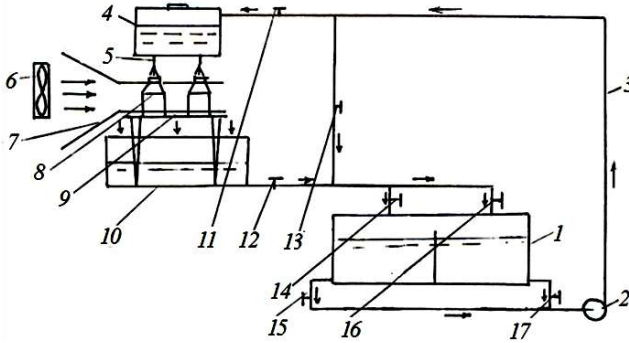
Soyuducu qurğunun faydalılığını dəqiqləşdirmək üçün faktiki soyutmanın nəzəri soyutmaya nisbəti müəyyən edilməlidir. Həqiqi soyutma isti və soyumuş südün temperaturlar fərqi ilə, nəzəri soyutma isə isti süd ilə soyutmada hələ istifadə edilməmiş soyuducu agentin temperaturlar fərqi götürülür. Bunları nəzərə alaraq yeni işlənib hazırlanacaq soyuducu qurğunun faydalı iş əmsalını hesablamaq mümkündür:

$$\eta = \frac{t'_{sud} - t''_{sud}}{t'_{sud} - t'_{su}}. \quad (2.6)$$

Alınmış düsturlar təbii soyuqluq mənbələrinin südün ilkin emalında soyutma tələbinə cavab verə biləcək potensiala malik olmaqla səmərəlilik təmin edəcəyini göstərmişdir.

2.2.2. Təbii soyuqluqdan südün soyudulmasında istifadə sxeminin əsaslandırılması

Təbii soyuqluqdan südün soyudulmasında istifadə üsullarının tənqidi təhlili nəticəsində işçi hipoteza olaraq mövsümi və bütün il boyu işləyə bilən qurğu sxemi tərtib edirik (şək.2.9). Soyudulan agent olaraq təbii su mənbəyi (artezian suyu, quyu suyu, bulaq, çay və s.) və hava qəbul edilir.



Şək.2.9. Təbii soyuqluqdan istifadə edərək südün qablarda soyudulma sxemi:

1 - su hovuzu (akkumulyator); 2 - su nasosu; 3 - su boru kəməri; 4 - aralıq çəni; 5 - su püskürdücüləri; 6 - havalandırıcı; 7 - havalandırma kamerası; 8 - süd qabı; 9 - dayaq; 10 - su toplayıcı vanna; 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 - kranlar.

Tərtib edilmiş soyutma sistemi seksiyalı su hovuzundan -1, su nasosundan -2, su boru kəməmindən-3, aralıq çəndən-4, su püskürdücülərindən-5, havalandırıcıdan-6, havalandırma kamerasından-7, süd qablarından -8, dayaqdan -9, su toplayıcı vannadan-10 və kranlardan - 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 ibarətdir. Sistem mövsümdən və yerli şəraitdən asılı olaraq bir neçə variantda işləyə bilər. Qış mövsümündə hovuzda (akkumulyator) su kifayət dərəcədə soyuq olduqda 15 və ya 17 kranlarından biri açılır, 11 və 12 kranı açılır, 13 kranı isə bağlanır. Su nasosu-2 vasitəsi ilə aralıq çəninə-4 vurulur. Süd qabları su püskürdücüləri-5 altında, su toplayıcı vannanın-10 içərisindəki dayaq üzərində qoyulur. Sü-

dün tələb olunan temperaturu alınan soyutma temperaturundan aşağıdırsa o zaman süni havalandırıcı-6 da işə salına bilər. Buna ehtiyac olmadıqda havalandırma kamerası-7 elə yerləşdirilə bilər ki, təbii yelçəkmə təsir göstərsin. Bu soyutma effektivliyini artırmağa imkan verir. Süd qablarının üzərindən axan su qabdakı südü soyudaraq su toplayıcı vannaya tökülür. Burada toplanan su akkumulyatorun-1 bölmələrinin birinə axıdılır. Bu üsul daha çox süd istehsal edilən yerə uyğun gəlir. Əgər süd toplama və emal məntəqəsində südün çox miqdarda toplanması və uzun müddət saxlanma ehtiyacı olacaqsa o zaman akkumulyatorunda buzdən istifadə və yaxud kombinə edilmiş variant tətbiq edilə bilər.

Sxemdə təsvir olunan prinsipal qurğuların konstruktiv parametrlərini tapmaq üçün onun əsas iş rejimlərini gözdən keçiririk. İzah olunan variant üçün energetik balans tənliyini aşağıdakı kimi yazmaq olar [32]:

$$q_{süd}c_{süd}(t_{süd1} - t_{süd2}) = q_{su}c_{su}(t_{su2} - t_{su1}) \quad (2.7)$$

burada $q_{süd}$, q_{su} – südün və suyun sistemə verilmə məhsuldarlığı, $m^2/saat$;

$c_{süd}$, c_{su} – südün və suyun xüsusi istilik tutumu, kC/m^3 dərəcə;

$t_{süd1}$, $t_{süd2}$ - südün istilikdəyişicidə əvvəlki və sonrakı temperaturu, dərəcə;

t_{su1} , t_{su2} - suyun istilikdəyişiciyə girişdə və çıxışda temperaturudur, dərəcə.

Aşağıdakı şərtləri qəbul edirik:

$$\frac{q_{süd}}{q_{su}} = 3; \quad \Delta = 2...3^0 K; \quad t_{su1} = t_0; \quad c_{süd} = c_{su} \quad (2.8)$$

burada Δ – sonra südün sudan fərqli artıq temperaturu, 0C ;

t_0 – havanın temperaturudur, 0C .

Bunları nəzərə alsaq yazıb bilərik:

$$t_{süd1} - t_{süd2} = 3(t_{su2} - t_{süd2} + 2) \quad (2.9)$$

buradan

$$t_{su2} = \frac{1}{3}(t_{sud1} + 6) \quad (2.10)$$

Qəbul olunmuş şərtlərdən belə çıxır ki, soyuqluq akkumulyatorunun tutumu südün həcmindən üç dəfə artıq olmalıdır. Süd flyaqlarda soyudularsa bu fərq daha da çox olacaqdır. Flyaqlarda süd soyudulan zaman təcrübə göstərmişdir ki, südün soyuma prosesi soyuducu suyun başlanğıc və son temperaturaları bir-birinə yaxın qiymətlər alana kimi davam edir. Belə hal üçün soyutma sisteminin enerji balansı aşağıdakı kimi yazıla bilər [164]:

$$Q_{süd} C_{süd}(t_{südb} - t_{süds}) = V C_{su}(t_{su2} - t_{su1}), \quad (2.11)$$

burada $Q_{süd}$ – soyudulan südün miqdarı, m^3 ;

$t_{südb}$, $t_{süds}$ – südün başlanğıc və soyutmanın sonundakı temperaturası, dərəcə;

V – soyuqluq saxlayan həcmdir, m^3 .

$\frac{V}{Q_{süd}} = k$ ilə işarə etsək, yazıla bilər:

$$t_{südb} - 6 = k(t_{su2} - t_0). \quad (2.12)$$

Əgər istilikdəyişicidə südə soyuqluq verib ondan istilik udmuş su yenidən soyuducu su olan həcmə qaytarılırsa (suya qənaət etdikdə) o zaman soyuqluq saxlayan su çəni (soyuqluq akkumulyatoru) daha böyük həcmə malik olmalıdır. Bu metal tutumu və enerji sərfinin də artması deməkdir. Bunun qarşısını almaq üçün çəni bölməli hazırlayıb onun bölmələrini soyutma konturuna növbəli vermək məqsəduyğundur.

Totalım V həcmli çəni n sayda bərabər həcmli bölmələrə ayırmışıq. Hər bölmənin həcmi $\frac{k}{n}$ edəcəkdir. Onda

$$t_{südb} - t_{süds} = \frac{k}{n}(t_{süds} - t_0) \quad (2.13)$$

buradan

$$t_{suds} = \frac{t_{sudb} \cdot n}{n+k} + \frac{k}{n+k} t_0 \quad (2.14)$$

Beləliklə i -ci bölmə üçün yazıla bilər:

$$t_{sudi} = \frac{t_{sud(i-1)} \cdot n}{n+k} + \frac{k}{n+k} t_0. \quad (2.15)$$

Sonrakı ($i+1$) bölməsi üçün

$$t_{sud(i+1)} = \frac{t_{sudi} \cdot n}{n+k} + \frac{k}{n+k} t_0 = \frac{t_{sud(i-1)} \cdot n^2}{n+k} + \frac{k}{n+k} \left(\frac{n}{n+k} + 1 \right) t_0 \quad (2.16)$$

(2.15) və (2.16) düsturlarını müqayisə etdikdə görürük ki, hər bölmə üçün t_{suds} düsturunu $n(n+k)$ -ya vurub üzərinə $kt_0(n+k)$ əlavə etməklə formalaşır. Onda n -ci bölmə üçün yazıla bilər:

$$t_{sudn} = \frac{t_{sudb} n^n}{(n+k)^n} + \frac{k}{n+k} \left[\frac{n^{n-1}}{(n+k)^{n-1}} + \frac{n^{n-2}}{(n+k)^{n-2}} + \dots \right] t_0. \quad (2.17)$$

Alınmış tənlik bölmələri olan su çəni istifadə edildikdə südün hansı temperaturaya qədər soyudula bilməsini hesablamağa imkan verir.

Buzdan istifadə edilən variantda südü 276-277⁰K-ə qədər soymaq mümkündür. Bu böyük miqdarda südü 50 km-dən artıq məsafəyə nəql etdirdikdə onun birinci növbə uyğun göstəricilərini qorumağa imkan verir. Seçilmiş sxemdə akkumulyatorada istifadə ediləcək buzun miqdarını aşağıdakı düsturla hesablamaq mümkündür:

$$B = \frac{CM(t_{bas} - t_{son})}{80}, kq \quad (2.18)$$

burada M – soyudulacaq südün miqdarı, kq;

C – südün xüsusi istilik tutumu, kkal/kq⁰K;

t_{bas} , t_{son} – südün başlanğıc və son temperaturu, ⁰K;

80 – buzun əriməsinin gizli istiliyidir, kkal/kq.

Verilmiş hesabat düsturundan həqiqətdə yerli şəraitə uyğun olaraq fərqli qiymətlərin alınması mümkündür. Odur ki, təcrübi əhəmiyyət kəsb edən qiymətlər əldə etmək üçün nəzəri qiymətləri təshih etmək və bunun üçün təcrübi tədqiqatların yerinə yetirilməsi daha məqsədəuyğun sayıla bilər.

Verilmiş sxem (şək.2.9) əsasında hər hansı variantı tətbiq edərkən akkumulyatorun həcmi hesablaşmaq tələb olunur. Bunun xüsusi cəhəti ondan ibarətdir ki, yay vaxtı akkumulyatorunda suyun temperaturu müəyyən vaxt intervalında əvvəlki temperaturuna dönməyə meyl göstərir.

Bunu nəzərə alaraq yay mövsümü üçün akkumulyator tətbiq etdikdə saatlıq soyuqluq miqdarını aşağıdakı kimi hesablaşmaq mümkündür:

$$Q_{saatyay} = \frac{M_{g \max} C(t_{bas} - t_h)k}{862\Delta\tau_g}, \quad (2.19)$$

burada $Q_{saatyay}$ – yay mövsümündə akkumulyatorun saatlıq soyuqluq məhsuldarlığı, kVt;

M_{gmax} – soyudulacaq süd miqdarı (bir sağımdan alınan süd), kq;

C – südün istilik tutumu, kkal/kq⁰K;

t_{bas} – südün başlanğıc temperaturu, ⁰K;

t_h – yayda havanın orta temperaturu, ⁰K;

k – avadanlığa və ətraf mühitə soyuqluğun itkisini nəzərə alan əmsal, $k=1,05 \dots 1,1$;

862 – akkumulyatorun soyuqluq məhsuldarlığını kkal-dan kVt-a çevirmə əmsalı;

$\Delta\tau_g$ - südün orta soyudulma müddətidir, saat.

Əgər təbii soyuqluqla (akkumulyator suyu) soyuducu maşının kombinasiyası lazım gələrsə o zaman aşağıdakı şərtə əməl olunmalıdır:

$$\sum Q_{saatmas} + Q_{saatyay} \geq Q_{saat}, \quad (2.20)$$

burada $\sum Q_{saatmas}, Q_{saatyay}$ - müvafiq olaraq maşın və akkumul-
yator üçün soyuqluğa saatlıq tələb, kVt;
 Q_{saat} - soyuqluğa cəmi saatlıq tələbdir, kVt.

Kombinə edilmiş üsul üçün yay mövsümündə maşının saatlıq soyuqluq məhsuldarlığına tələbatı aşağıdakı kimi hesablamaq mümkündür:

$$Q_{saatmas} = \frac{M_{g \max} C(t_h - t_{son})}{862\Delta\tau_g}, \text{ kVt} \quad (2.21)$$

burada t_{son} – süd soyudulduqda onun son temperaturudur, ^0K .

Alınmış hesabat düsturları seçilmiş sxemin müxtəlif variantlarında enerji qənaətli rejimi müəyyən etməyə və təbii enerji mənbəyindən səmərəli surətdə istifadə texnologiyasını müəyyənləşdir-məyə imkan verir.

2.2.3. Sütün qablarda soyudulmasının səmərəli parametrlərinin əsaslandırılması

Axıdılan soyuq su ilə örtülü qabda sütün soyudulmasında so-yutma prosesi stasionar olmayan rejimdə baş verir. Burada süd ilə soyuducu agent (soyuducu su) arasında temperaturlar fərqi azal-dıqca istilik mübadilə intensivliyi də azalmış olur. Odur ki, əsas parametr kimi istilikötürmə əmsalının öyrənilməsi vacib gəlir.

$$k = \left(\frac{1}{\alpha_s} + \frac{\delta_s}{\lambda_s} + \frac{\delta_d}{\lambda_d} + \frac{\delta_a}{\lambda_a} + \frac{1}{\alpha_a} \right)^{-1}, \quad (2.22)$$

burada $\frac{1}{\alpha_s}$ - süd tərəfindən qab divarı yanındakı layın termiki müqaviməti, $\text{m}^2 \cdot ^0\text{K/Vt}$;

$\frac{\delta_s}{\lambda_s}$ - süd tərəfindən qab divarına toxunan layın termi-ki müqaviməti, $\text{m}^2 \cdot ^0\text{K/Vt}$;

$\frac{\delta_d}{\lambda_d}$ - istilik ötürən divarın termiki müqaviməti,
 $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Vt}$;

$\frac{\delta_a}{\lambda_a}$ - soyuducu agent tərəfindən divara toxunan layın
termiki müqaviməti, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Vt}$;

$\frac{1}{\alpha_a}$ - soyuducu agent tərəfindən qab divarı yanındakı
layın termiki müqaviməti, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Vt}$.

Süd qabının ümumi termiki müqavimətinə təsir edən faktorların [34] təhlili göstərmişdir ki,

$$\frac{\delta_s}{\lambda_s} = \frac{\delta_d}{\lambda_d} = 0 \quad (2.23)$$

olmaqla qab divarının təmiz istilik ötürməsi üçün tənlik (6.22) aşağıdakı şəkili alır:

$$k = \left(\frac{1}{\alpha_s} + \frac{1}{\alpha_a} \right)^{-1} = \alpha_s \left(1 + \frac{\alpha_s}{\alpha_a} \right)^{-1} = \alpha_a \left(\frac{\alpha_a}{\alpha_s} + 1 \right)^{-1}. \quad (2.24)$$

Bu tənlikdən görünür ki, ümumi istilikötürmə əmsalı ən kiçik xüsusi istilikötürmə əmsalından belə kiçikdir.

Süd qabı divarından istilikötürməni intensivləşdirmək üçün α_s və α_a əmsallarının hansı parametrlərdən asılı olduqlarını müəyyən etmək lazımdır.

Soyuq və istinin məcburi təması ilə istilik mübadiləsi prosesi kriteriyası asılılıqla ifadə olunur:

$$Nu = f \left(Re, Pr, \frac{\mu_s}{\mu_{st}}, \frac{d_s}{De}, \frac{l_n}{L_0} \right), \quad (2.25)$$

burada Re – Reynolds kriterisi;

Pr – Prandtl kriterisi;

$\frac{\mu_s}{\mu_{st}}$ - özlülük simpleksi;
 $\frac{d_s}{De}, \frac{l_n}{L_0}$ - həndəsi oxşarlıq simpleksidir.

Soyudulan süd qarışdırılırsa

$$Nu = \sigma Re^a Pr^b \left(\frac{\mu_s}{\mu_{st}} \right)^c, \quad (2.26)$$

burada σ - sabit ədədi əmsal;

a, b, c – üst göstəriciləridir.

Prandtl kriterisi və özlülük simpleksi üçün « b » və « c » göstəricisini T.N.Çilton, T.V.Drev, R.N.Lebensin təklif etdikləri müvafiq qiymətlər (0,33 və 0,14) kimi qəbul etmək olar [496, 504].

Nisbilik əmsalı σ -nin və « a » göstəricisinin ədədi qiymətini tapmaq üçün Re-kriterisindən asılı ölçüsüz K_0 parametrindən istifadə edirik:

$$K_0 = \sigma Re^a \quad (2.27)$$

$$\text{burada } K_0 = \frac{Nu}{Pr^{0,33} \left(\frac{\mu_s}{\mu_{st}} \right)^{0,14}};$$

$$Re = \frac{n_a d_a^2}{\nu} - \text{Reynolds kriterisi};$$

n_a – qarışdırıcının fırlanma tezliyi, san⁻¹;

d_a – qarışdırıcının diametri, m;

ν - südün kinematik özlülüydür, m²/san.

Soyutmaq üçün süd qabının forması əsaslanmamış olduğundan çox vaxt səmərəlilik təmin etmək mümkün olmur. Qabın optimal formasını seçmək üçün minimum xüsusi səthə istinad etmək olar:

$$S = \frac{F}{V}, \quad (2.28)$$

burada F – qabın səthi, m^2 ;
 V – qabın həcmidir, m^3 .

Müəyyən edilmişdir ki, ən kəsiyi ellips təşkil edən qablar şərtləri daha çox ödəyirlər. Bunun üçün aşağıdakı hesabat düsturunu təklif etmək olar:

$$S = \frac{f\left(\frac{b}{a}\right)}{\pi b} + \frac{2}{L}, \quad (2.29)$$

burada L – qabın uzunluğu, m;
 b – ellipsin kiçik yarımoxu, m;
 a – ellipsin böyük yarımoxu, m;
 $f\left(\frac{b}{a}\right)$ – « a » və « b »-dən asılı funksiyadır.

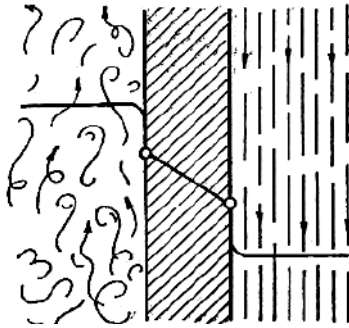
Alınmış nəticələr südün qablarda soyudulma texnologiyası üçün qabların forması və səmərəli parametrlərini əsaslandırmağa imkan verir.

2.2.4. Suvarma tipli soyuducular üçün soyutma səthinin əsaslandırılması

Süd soyutma qurğularında istilik mübadiləsi metal lövhə vasitəsi ilə olduğundan onların hesabat üsulu [57, 58, 115,116, 272] əsasən divar təşkil edən lövhənin seçilməsinə, istilik dəyişən mayelərin hərəkət sürətinin təyininə və yaxud istilik ötürmə və müqavimət əmsallarının təyininə əsaslanmışdır. Bu üsulları birbaşa suvarma soyuducusuna tətbiq etdikdə müəyyən xətalara ehtimalı vardır. Burada istilik mübadiləsini həyata keçirən lövhələrin mümkün kompanovka variantlarını seçmək və parametrləri optimallaşdırmaq çoxlu sayda hesablamaların aparılmasını tələb edir.

Suvarma soyuducusunun istilik mübadilə orqanının optimal parametrlərini müəyyən etmək üçün müxtəlif istilik mübadilə səthləri ilə istilik texniki və hidrodinamiki tədqiqatlar əsasında hesabat üsulu işləyib hazırlamaq lazım gəlir.

Suvarma soyuducularında da istilik mübadiləsi müəyyən səth üzrə gerçəkləşir (şək.2.10). Qurğunun layihələndirilməsi məhz bu səthin əsaslandırılmasını tələb edir. Bunun üçün başlanğıc parametrlərin seçilməsi mühüm vəzifə olmaqla diqqətli təhlil tələb edir. Bu parametrlərə qurğunun məhsuldarlığı, məhsulun başlanğıc və son temperaturu, soyuducu vasitənin başlanğıc temperaturu, soyuducu vasitənin təkrar sərfi və yaxud sirkulyasiyası, təzyiq, soyudulacaq məhsul və soyuducu vasitənin fiziki-mexaniki xassələri, istilik mübadiləsini yerinə yetirən divar lövhənin işçi səthi, su axıdılan en, lövhə divarın qalınlığı, onun istilik keçirmə əmsalı və soyuducu vasitənin axınının qalınlığı aiddirlər. Başlanğıc məlumatlara həmçinin istilik mübadiləsi həyata keçirən mövcüd lövhə divarların kriterial tənlilikləri aid edilə bilirlər. Bu sonuncular qurğuda xüsusi istilik vermə əmsallarının və hidravlik müqavimətin hesablanması üçün lazım gəlirlər.



Şək.2.10. İstiliyin qab divarından ötürülmə sxemi.

Səthin daha böyük olmaması onun konstruktiv formasından, komponovkadan və texnoloji xüsusiyyətdən asılı olur. Göründüyü kimi hesabat «nümunə-yoxlama» üsuluna əsaslanmalı olur. Əvvəlcə səth tələb olunanda, az götürülür sonra optimal texnoloji göstəricilər əldə edilənə qədər artırılır. O fakt da nəzərə alınmalıdır ki, hər komponovka sxeminə mayələr arasında temperatur düşgüsünün qeyri bərabər yayılması mümkündür ki, bu da istilik ötürmənin azalmasına gətirib çıxarır. Bu effektin qiyməti tətbiq

edilən divar lövhənin konstruksiyasından, istilik axınından, ümumi istilik ötürmə əmsalından asılı olur.

Hesabat üsulu aşağıdakı tənliklərin birgə həlli ilə qurulmuşdur.

Axının fasiləsizlik tənlikləri

$$G = m_1 B \rho_1 h u_1, \quad (2.30)$$

$$u_1 = \frac{G}{m_1 B \rho_1 h}, \quad (2.31)$$

$$u_2 = \frac{nG}{m_2 B \rho_2 h}, \quad (2.32)$$

burada G – qurğunun məhsuldarlığı, kq/san;

m_1, m_2 – axım kanallarının sayı, soyudulan məhsul və soyudan vasitə üçün;

B – soyutma sahəsinin (lövhə-divar) eni, m;

ρ_1 - soyudulacaq məhsulun sıxlığı, kq/m³;

ρ_2 - soyuducu vasitənin sıxlığı, kq/m³;

h - soyutma qalınlığı, m;

n – sərfiyyat təkrarlığı;

u – axın sürətidir, m/san.

Qurğunun hidrodinamiki parametrlərini səciyyələndirən tənliklər

$$Eu = B Re^N, \quad (2.33)$$

burada $Eu = \frac{\Delta P}{\rho u^2}$ - Eyley kriterisi;

ΔP - basqı itkisi, m.su.süt;

ρ - soyuducu vasitənin sıxlığı, kq/m³;

B, N – təcrübi yolla müəyyən edilən əmsallar;

$Re = \frac{u d_{eu} b}{\nu}$ - Reynolds kriterisi;

$d_{ek}=2b$ – ekvivalent diametr, m;
 ν - kinematik özlülükdür, m²/san.

Qurğunun istilik texniki parametrlərini səciyyələndirən tənliklər

$$Nu = A Re^p \left(\frac{Pr_{maye}}{Pr_{di\ var}} \right)^{0,25} Pr_{maye}^{0,43} \quad (2.34)$$

burada $Nu = \frac{\alpha d_{ek}}{\lambda}$ - Nurselt kriterisi;

α - istilikvermə əmsalı, kkal/m² saat dərəcə;

λ - istilikkeçirmə əmsalı, kkal/m saat dərəcə;

A, P – təcrübi yolla təyin olunan əmsallar;

$Pr = \frac{\nu}{a}$ - Prandtl kriterisi;

a – temperaturötürmə əmsalıdır, m²/san.

Basqı itkisi aşağıdakı kimi təyin edilir

$$\Delta P = \xi \frac{u^2}{2g}, \quad (2.35)$$

burada $\xi = 2Eu$ - müqavimət əmsalıdır.

(2.30), (2.31), (2.35) tənliklərindən alırıq:

$$\Delta P_1 = Eu \frac{1}{g} \left(\frac{G}{m_1 b \rho_1 h} \right)^2 \quad (2.36)$$

$$\Delta P_2 = Eu \frac{1}{g} \left(\frac{nG}{m_2 b \rho_2 h} \right)^2 \quad (2.37)$$

Lövhə-divar üçün ümumi istilikötürmə əmsalı aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{di\ var}}{\lambda_{di\ var}} + \frac{1}{\alpha_2}, \quad (2.38)$$

burada k – ümumi istilikötürmə əmsalı, kkal/m²saat dərəcə;

α_1, α_2 - istilikvermə əmsalları, kkal/m²saat dərəcə;

$\delta_{di\ var}$ - lövhə-divarın qalınlığı, m;

$\lambda_{di\ var}$ - lövhə-divarın istilikkeçirmə əmsalıdır,

kkal/m saat dərəcə.

Nu və Re -nin qiymətlərini (2.34) tənliyində yerinə qoyub, α_1 və α_2 -ni və u_1 və U_2 ilə əvəz etsək alırıq:

$$\frac{\alpha d_{ek}}{\lambda} = A \left(\frac{d_{ek}}{\nu} \right)^p \left(\frac{Pr_{maye}}{Pr_{di\ var}} \right)^{0,25} Pr_{maye}^{0,43} u^p, \quad (2.39)$$

$$\alpha_1 = f_1(u_1^p); a = f_2(u_2^p). \quad (2.40)$$

α_1 və α_2 -nin qiymətlərini (2.38) tənliyində yerinə yazsaq k -ni təyin edə bilərik. Bundan sonra işçi soyutma səthini hesablaya bilərik:

$$F = \frac{G(t_{b1} - t_{s1})}{k\Delta t_{or}}, \quad (2.41)$$

burada F – işçi soyutma səthi, m²;

t_{b1}, t_{s1} - soyudulan məhsulun başlanğıc və son temperaturu, dərəcə;

$\Delta t_{or} = \frac{\Delta t_b - \Delta t_m}{2,3 \lg \frac{\Delta t_b}{\Delta t_m}}$ - temperaturların orta loqarifmik fərqi

qıdır.

Soyuducu vasitənin son temperaturu istilik balansını tənliyində təyin edilir:

$$t_{s2} = \frac{c_1(t_{b1} - t_{s1}) + nc_2 t_{b2}}{nc_2}, \quad (2.42)$$

burada t_{b2} , t_{s2} – soyuducu vasitənin başlanğıc və son temperaturu, dərəcə;

c_1 , c_2 – mayelərin istilik tutumudur, kkal/kq dərəcə.

Tərtib edilmiş hesabat üsulu suvarma soyuducusu üçün səmərəli şəraitin müəyyən edilməsinə əsas verir.

2.2.5. Suvarıcı aralıq çəninin işinin əsaslandırılması

Aralıq çənin sudan boşalıb hava ilə dolması prosesində suyun tam axma vaxtını müəyyən etmək lazım gəlir. Aralıq çəndən suyun axması ilə oraya hava sorulma şərtləri aşağıdakı kimi olur:

$$V = const, \quad \frac{P}{P_{at}} < 0,528 \text{ və } \frac{P_a}{P_{at}} \approx 0,57 > 0,528,$$

burada V – çənin hava olan həcmi, m^3 ;

P – su axarkən hava həcmində təzyiqin düşmə həddüdü, kPa;

P_{at} – atmosfer təzyiqi, kPa;

P_a – suyun axmağa başlamasını təmin edən təzyiqdir, kPa.

Başlanğıcda su axdıqca çəndə sorulmanı aradan götürmək üçün çənə hava dolma müddəti (t) aşağıdakı kimi tapıla bilər [270]:

$$t = \frac{V \left(0,528 - \frac{P}{P_{at}} \right)}{\mu_2 \psi_{\max} f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} + \frac{V(J_a)}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}}, \quad (2.43)$$

burada J_a – inteqralın qiyməti

$$J_a = \int_{P/P_{at}}^{P_a/P_{at}} \frac{d \left(\frac{P_i}{P_{at}} \right)}{\psi} \quad (2.44)$$

- μ_2 - havanın məsarif əmsalı;
 f_2 - çənə hava buraxan ağızçıqın en kəsik sahəsi, m²;
 ψ - hava məsrəfi funksiyası;
 V_{at} – içəri dolan atmosfer havasının həcmidir, m³.

Başlanğıcda aralıq çəndən su püskürdücülərə buraxıldıqda çəndə sorma yaranır sonra bu içəri dolan atmosfer havası ilə tən-zimlənir. Get-gedə çən boşaldıqca çənin hava həcmi də artmağa başlayır. Çəndə hava həcmiminin dəyişməsi aşağıdakı kimi müəyyən edilə bilər:

$$V_i = V + V_{su} \left[\left(\frac{P_i}{P_{at}} \right)^{\frac{1}{k_1}} - \left(\frac{P_a}{P_{at}} \right)^{\frac{1}{k_1}} \right] \quad (2.45)$$

$$dV_i = \frac{1}{k_1} V_{su} k_1 \sqrt{\left(\frac{P_i}{P_{at}} \right)^{1-k_1}} d \left(\frac{P_i}{P_{at}} \right) \quad (2.46)$$

- burada k_1 – hava axını adiabatı;
 V_{su} – çəndə suyun həcmidir, m³.

Aralıq çənin hava ilə dolmasının differensial tənliyi aşağıdakı kimi olur:

$$\frac{P_{at}}{P_i} d \left(\frac{P_i}{P_{at}} \right) = \frac{\mu_2 \psi f_2}{V_i} \sqrt{P_{at} V_{at}} \left(\frac{P_i}{P_{at}} \right)^{-1} dt - \frac{dV_i}{V_i}. \quad (2.47)$$

V_i və dV_i -nin qiymətlərini yuxarıdakı (2.47) düsturda yerinə yazsaq alırıq:

$$\frac{P_{at}}{P_i} d \left(\frac{P_i}{P_{at}} \right) = \frac{\mu_2 \psi f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}} \left(\frac{P_i}{P_{at}} \right)^{-1} dt}{V + V_{su} \left[\left(\frac{P_i}{P_{at}} \right)^{\frac{1}{k_1}} - \left(\frac{P_a}{P_{at}} \right)^{\frac{1}{k_1}} \right]} - \frac{\frac{1}{k_1} V_{su} k_1 \sqrt{\left(\frac{P_i}{P_{at}} \right)^{1-k_1}} d \left(\frac{P_i}{P_{at}} \right)}{V + V_{su} \left[\left(\frac{P_i}{P_{at}} \right)^{\frac{1}{k_1}} - \left(\frac{P_a}{P_{at}} \right)^{\frac{1}{k_1}} \right]} \quad (2.48)$$

buradan

$$\begin{aligned}
 dt = & \frac{Vd\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}{\mu_2 \psi f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} + \frac{V_{su} \left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)^{\frac{1}{k_1}} d\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}{\mu_2 \psi f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} - \\
 & - \frac{V_{su} \left(\frac{P_a}{P_{at}}\right)^{\frac{1}{k_1}} d\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}{\mu_2 \psi f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} + \frac{\frac{1}{k_1} V_{su} \sqrt[k_1]{\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)^{1-k_1}} d\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}{\mu_2 \psi f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}} \left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}
 \end{aligned} \quad (2.49)$$

Bu ifadəni inteqrallayıb çənə suyun axmasını təmin edən miqdarda hava dolma vaxtını (t_a) təyin edə bilərik:

$$\begin{aligned}
 t_a = & \frac{V}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} \int_{P_a/P_{at}}^1 \frac{d\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}{\psi} + \frac{V_{su}}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} \int_{P_a/P_{at}}^1 \frac{\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)^{\frac{1}{k_1}} d\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}{\psi} - \\
 & - \frac{V_{su} \left(\frac{P_a}{P_{at}}\right)^{\frac{1}{k_1}}}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} \int_{P_a/P_{at}}^1 \frac{d\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}{\psi} + \frac{\frac{1}{k_1} V_{su}}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} \int_{P_a/P_{at}}^1 \frac{\sqrt[k_1]{\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)^{1-k_1}} d\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}{\psi}
 \end{aligned} \quad (2.50)$$

İnteqralları aşağıdakı kimi işarə etsək:

$$\int \frac{d\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}{\psi} = J; \int \frac{\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)^{\frac{1}{k_1}} d\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}{\psi} = F; \int \frac{\sqrt[k_1]{\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)^{1-k_1}} d\left(\frac{P_i}{P_{at}}\right)}{\psi} = U \quad (2.51)$$

alırıq.

$$t_a = \left[\frac{V}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} - \frac{V_{su} \left(\frac{P_a}{P_{at}} \right)^{\frac{1}{k_1}}}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} \right] (J_{at} - J_a) +$$

$$+ \frac{V_{su}}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} (F_{at} - F_a) + \frac{\frac{1}{k_1} V_{su}}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} (U_{at} - U_a)$$
(2.52)

Hava dolmaqla eyni vaxtda püskürdücülərdən su xaric olur.
Elementar vaxt (dt) ərzində püskürdücülərdən su axımı aşağıdakı kimi olur:

$$dW = \frac{\pi D^2}{4} dh_i, \quad (2.53)$$

burada D – çənin diametri, m;
 h_i – suyun çəndə cari hündürlüyüdür, m.

Digər tərəfdən suyun çəndən elementar axmasını aşağıdakı kimi ifadə etmək mümkündür:

$$dW = \mu \frac{\pi d^2}{4} v_i dt, \quad (2.54)$$

burada d – püskürdücü borucuqların ümumi diametri, m;
 μ - su məsarif əmsalı;
 v_i - püskürdücülərdən suyun axmasının cari sürətidir, m/san.

Qeyd olunanlara əsasən aşağıdakı bərabərliyi yazı bilərik:

$$\frac{\pi D^2}{4} dh_i = \mu \frac{\pi d^2}{4} v_i dt. \quad (2.55)$$

Püskürdücülərdən suyun axma sürətini Bernulli tənliyinə [165, 252, 256] əsasən tapmaq olar:

$$\frac{P_i}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = -(H - h_i) + \frac{P}{\gamma} + \frac{v_i^2}{2g} + \frac{v_i^2}{2g} \left(\xi + \lambda \frac{l}{d} \right), \quad (2.56)$$

burada v_1 - cəndən südün orta axma sürəti, m/san;

H – cəndə suyun hündürlüyü, m;

ξ - yerli müqavimət əmsalı;

λ - hidravlik sürtünmə əmsalı;

l – su çıxaran borucuqların uzunluğudur, m.

$V = const$ qəbul edib və P_i -ni h_i funksiyası ilə ifadə edərək:

$$P_i = h_i \frac{P_{at} - P_a}{h_2 - h_1}, \quad (2.57)$$

alırıq.

$$\frac{h_i(P_{at} - P_a)}{\gamma(h_2 - h_1)} + \frac{v_i^2}{2g} = -H + h_i + \frac{P}{\gamma} + \frac{v_i^2}{2g} + \frac{v_i^2}{2g} \left(\xi + \lambda \frac{l}{d} \right), \quad (2.58)$$

burada h_2 – suyun cəndə tam təzyiqli yaranana qədər düşdüyü hündürlükdür, m.

Bəzi çevirmələrlə yazıla bilər:

$$v_i^2 = \frac{2gh_i(P_{at} - P_a) + v_1^2\gamma(h_2 - h_1) - 2g(P - H)}{\gamma \left(1 + \xi + \lambda \frac{l}{d} \right)}, \quad (2.59)$$

$$v_i = \varphi \sqrt{\frac{[2gh_i(P_{at} - P_a) + v_1^2\gamma(h_2 - h_1) - 2g(P - H)(h_2 - h_1)]\gamma}{h_2 - h_1}}, \quad (2.60)$$

burada φ - suyun hərəkət sürəti əmsalıdır,

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\lambda_1 + \xi + \lambda \frac{l}{d}}}, \quad (2.61)$$

ν_i -nin qiymətini (2.55) düsturunda yerinə yazsaq və çevirmələr etsək alırıq:

$$dt = \frac{D^2 dh_i}{\mu d^2 \varphi \sqrt{\frac{2g\gamma[h_i(P_{at} - P_a) + \nu_1^2 \gamma(h_2 - h_1) - (P - H)(h_2 - h_1)]}{h_2 - h_1}}}. \quad (2.62)$$

Bu ifadəni h_1 -dən h_2 -yə qədər inteqrallayıb suyun axmasını təmin edən hava dolmasına keçən vaxtı (t_a) tapırıq:

$$t_a = \frac{D^2}{\mu \varphi d^2} \int_{h_1}^{h_2} \frac{dh_i}{\sqrt{\frac{2g\gamma}{h_2 - h_1} \sqrt{\frac{h_i(P_{at} - P_a)}{h_2 - h_1} + \nu_1^2 \gamma(P - H)}}}. \quad (2.63)$$

Aşağıdakı əvəzetmələri yerinə yetirək:

$$\frac{D^2}{\mu \varphi d^2} = a; \quad \sqrt{\frac{2g\gamma}{h_2 - h_1}} = b; \quad (2.64)$$

$$\frac{P_{at} - P_a}{h_2 - h_1} = c; \quad \nu_1 \gamma - (P - H) = e. \quad (2.65)$$

Onda

$$t_a = \frac{a}{b} \int_{h_1}^{h_2} \frac{dh_i}{\sqrt{ch_i + e}} = \frac{a}{b} \cdot \frac{2}{c} \left(\sqrt{ch_2 + e} - \sqrt{ch_1 + e} \right). \quad (2.66)$$

(2.52) tənliyi ilə (2.66) tənliklərini eyniləşdirib (2.52) tənliyinin sağ hissəsini T ilə işarə edirik və aralıq çəndə tam atmosfer təzyiqi bərpa olduqda suyun hündürlüyünün nə qədər olmasını aşağıdakı kimi hesablaya bilirik:

$$h_2 = \frac{T^2 + \left(\frac{2a}{bc}\right)^2 (ch_1 + e)}{\left(\frac{2a}{bc}\right)^2 c} - \left(\frac{2a}{bc}\right)^2 e. \quad (2.67)$$

Bu andan sonra su çəndən sabit atmosfer təzyiqi şəraitində axmağa başlayır.

Suyun səviyyəsinin azaldığı hal üçün onun çəndən axma sürətini yenə Bernulli tənliyi vasitəsi ilə müəyyən edirik:

$$\frac{P_{at}}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = -H + h_2 + \frac{P}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{v_2^2}{2g} \left(\xi + \lambda \frac{l}{d} \right); \quad (2.68)$$

$$v_2 = \varphi \sqrt{\frac{2gP_{at} + \gamma v_1^2 - 2g[\gamma(h_2 - H) + P]}{\gamma}}. \quad (2.69)$$

Su sərfini aşağıdakı kimi ifadə edirik:

$$Q = \varepsilon f v_2, \quad (2.70)$$

burada ε - suyun sıxılma əmsalı;

f - su axıdan boruların en kəsik sahələridir, m².

Su sərfiyyatı düsturuna v_2 -nin qiymətini yazdıqda alırıq

$$Q_2 = \mu f \sqrt{\frac{2gP_{at} + \gamma v_1^2 - 2g[\gamma(h_2 - H) + P]}{\gamma}}, \quad (2.71)$$

burada $\mu = \varepsilon \varphi$.

dt zamanı ərzində elementar su sərfi aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$dW = \mu f \sqrt{\frac{2gP_{at} + \gamma v_1^2 - 2g[\gamma(h_2 - H) + P]}{\gamma}} dt. \quad (2.72)$$

Digər tərəfdən elementar su sərfini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$dW = -dh \cdot F, \quad (2.73)$$

burada F - aralıq su çəninin en kəsik sahəsidir, m².

Demək aşağıdakı bərabərlik ödənməlidir:

$$-dhF = \mu f \sqrt{\frac{2gP_{at} + \gamma v_1^2 - 2g[\gamma(h_2 - H) + P]}{\gamma}} dt. \quad (2.74)$$

buradan

$$dt = - \frac{dhF}{\mu f \sqrt{\frac{2gP_{at} + \gamma v_1^2 - 2g[\gamma(h_2 - H) + P]}{\gamma}}}. \quad (2.75)$$

$V_1 = const$ qəbul edib bu ifadəni h_2 -dən sıfıradək inteqrallayaq çəndə tam atmosfer təzyiği yaranması üçün hava dolma vaxtını (t_{at}) tapırıq:

$$t_{at} = \frac{D^2}{\mu d^2} \cdot \frac{h_2}{\sqrt{\frac{2gP_{at} + \gamma v_1^2 - 2g[\gamma(h_2 - H) + P]}{\gamma}}}. \quad (2.76)$$

Su çəninin boşalma dövrləri aşağıdakı kimi hesablanabilir:

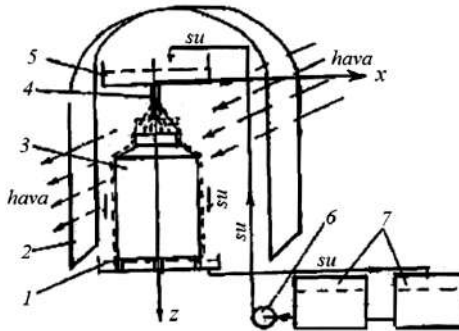
$$t_1 = t_{dol} + t_{bos} \quad (2.77)$$

$$\begin{aligned} t_1 = & \frac{V \left(0,528 - \frac{P}{P_{at}} \right)}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} + \frac{V(J_a)}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} + \left[\frac{V}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} - \frac{V_{su} \left(\frac{P_a}{P_{at}} \right)^{\frac{1}{k_1}}}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} \right] \cdot (J_{at} - J_a) + \\ & + \frac{V_{su}}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} (F_{at} - F_a) + \frac{\frac{1}{k_1} V_{su}}{\mu_2 f_2 \sqrt{P_{at} V_{at}}} (U_{at} - U_a) + \\ & + \frac{D^2}{\mu d^2} \cdot \frac{h}{\sqrt{\frac{2gP_{at} + \gamma v_1^2 + 2g[\gamma(h_2 - H) + P]}{\gamma}}}. \end{aligned} \quad (2.78)$$

Bu havanın dolma və çənin boşalma dövrlərini hesablayaraq sistemin normal işini təmin etmək üçün onun konstruktiv parametrlərini hesablamaq mümkündür.

2.2.6. Hava axını tətbiqi ilə suvarma tipli eksperimental soyuducunun nəzəri tədqiqi

Hava axını tətbiqi ilə suvarma tipli eksperimental qurğuda havalandırma süni (ventilyator vasitəsi ilə) və yaxud təbii hava axını ilə (yelçəkən) işləyə bilər (şək.2.11). Qurğu təbii hava cərəyanı yaradan çadırdan (süni tunel və yaxud havalandırma kamerası) -2, onun altında yerləşmiş soyuducu su qabı, süd qabı-3, istifadə edilmiş su qabı-1, kənarında yerləşdirilmiş təbii soyuqluq akumuliyasiya edən hovuzlar -7 və su nasosundan-6 ibarətdir.



Şək.2.11. Təbii soyuqluq suvarma soyuducu qurğusu:

1- istifadə edilmiş su qabı; 2- təbii hava cərəyanı yaradan çadır (tunel); 3- süd qabı; 4- çiləyici; 5- soyuducu su qabı; 6- su nasosu; 7- təbii soyuqluq akumuliyasiya edən hovuzlar.

Təbii soyuqluq akumuliyasiya edən su hovuzlarından su, soyuducu su toplanan qaba, oradan isə çiləyici ilə süd qabına çilənir. Süd qabı yerləşən yer çadırla əhatə olunaraq süni tuneli xatırladır. Tunel təbii hava axını (yelçəkən) təmin edən istiqamətə yönəldilir. Süd qabı və ya qabları ətrafında yaranmış mühit soyutma effektivliyini artırmış olur. Bunu müəyyən etmək üçün nəzəri təhlilə əsaslanırıq [29]. İlk öncə qeyd etmək lazımdır ki, çiləyicidən sürətlə uçan su damlları ətraf havaya aerodinamiki təsir göstərərək öz döyüntüsünün bir hissəsini ona ötürür. Çiləmə püskürmə ilə əlaqəli olduğundan püskürmənin başlanğıcda enləndikcə ona hava

qarışır. Damlalar arasında dolan xüsusi hava sərfi miqdarca ejectiona əmsalı ilə ölçülə bilər.

$$e = \frac{H}{G}, \quad (2.79)$$

burada H - hava miqdarı, dm^3/san ;
 G - su miqdarıdır, dm^3

Süd qabına çatan damlalar onun üzərində nazik pərdə təşkil edir və artıq havaya döyüntü ötürməkdə iştirak etmirlər. İri damlalar qarşıdakı maneəyə (süd qabına) dəyirdə onlar da parçalanır və eyni zamanda yavaşlayır. Burada suyun intensiv hərəkəti, damlaların yeni sahələrə dəyməsi, dağlaraq artmaqda olan sahə yaratması hesabına istilik və kütlə dəyişmə əmsallarının dəfələrlə artması baş verir. Bu zaman soyutma effekti 20...40 % arta bilər [406]. Püskürməni başlanğıcda sərbəst, sonra dövredici, sonra damlaların yayılma zonasında isə sıxılma zonasına bölsək, bunların hidrodinamika və xüsusi ilə də istilik – kütlə dəyişmədə özünəməxsus xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla birinci zona üçün sahələr balansını aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$S = S_p + S_a, \quad (2.80)$$

burada S_p – püskürmənin en kəskin sahəsi, m^2 ;
 S_a – püskürmə ilə qab arasındakı ətraf zonanın sahəsi, m^2 .

Maye və hava sərfiyyatının saxlanma tənliyinə əsasən

$$\frac{d}{dz} C_{su} = 0; \quad \frac{d}{dz} (C_{qr} + C_{qa}) = 0, \quad (2.81)$$

burada C_{su} – suyun istilik tutumu;
 C_{qr} – püskürmədəki qazın (havanın) istilik tutumu;
 C_{qa} – aralıq (ətraf) zonadakı qazın (havanın) istilik tutumu;

$\frac{d}{dz}$ - z oxu üzrə dəyişməni bildirir.

$$C_{qr} = \rho_q \cdot v_{qr} \cdot S_p, \quad (2.82)$$

$$C_{qa} = \rho_q \cdot v_{qa} \cdot S_a, \quad (2.83)$$

burada ρ_a - havanın sıxlığı, kg/m^3 ;

v_{qr} - püskürmədəki havanın sürəti, m/san ;

v_{qa} - aralıq sahədə havanın sürətidir, m/san .

İkinci zonada hava sirkulyasiya sahəsi püskürmə daxilinə girmiş olur. Bunun en kəsik sahəsini əsas S_0 və sirkulyasiya edən qaz axınının en kəsik sahələrinin (S_s) cəmi kimi götürmək olar:

$$S_p = S_0 + S_s, \quad (2.84)$$

Bunu nəzərə alaraq maye sərfinin saxlanması tənliyinə sirkulyasiya ilə əlaqəli ətraf damlaların kənara çıxmasını nəzərə alan funksiya daxil edilir.

Üçüncü zonada əsas axının en kəsik sahəsi qabın en kəsik sahəsi qədər artmış olur. Təzyiç sıçrayışı aşağıdakı kimi tapıla bilər:

$$\Delta P = \rho v_2 (v_2 - v_3), \quad (2.85)$$

burada v_2 və v_3 - ikinci və üçüncü zonalarda (onların hüdudlarında) havanın sürətidir.

İstilikdəyişməyə əsasən damlaların temperatur dəyişməsi aşağıdakı kimi olur:

$$\frac{dT_{su}}{dz} = \frac{C \lambda_q (T_{su} - T_{qa})}{C_{su} \rho_{su} d_{dam}^2 v_{su z}} \cdot Nu, \quad (2.86)$$

burada λ_q - havanın istilikkeçirmə əmsalı;

d_k – damlanın diametri, m ;

T_{su} – damlanın temperaturu, $^{\circ}\text{K}$;

T_{qr} – püskürmədəki havanın temperaturu, $^{\circ}\text{K}$;

$v_{su z}$ - z oxu üzrə damlanın sürəti, m/san ;

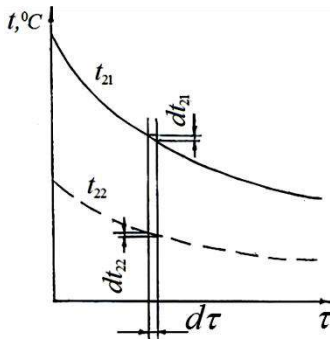
Nu – Nurselt kriterisidir.

Nurselt kriterisini aşağıdakı kimi hesablamaq mümkündür:

$$Nu = 2 + 0,45 \text{Re}^{0,55} \text{Pr}^{0,33}. \quad (2.87)$$

Göründüyü kimi istilikdəyişmə prosesi istilik-fiziki və hidravlik müqavimət faktorları ilə şərtlənmişdir. Damlaların xırdalanma zonasında kütlədəyişmə və istilikdəyişmə proseslərinin analitik həlli olduqca çətindir. Burada təcrübə qoyaraq həmin parametrlərin hesablanması həyata keçirmək lüzumluluğu vardır.

Ekspərimental qurğuda (şək.2.11) temperatur dəyişməsi həm suyun püskürdülmə rejimi, həm də havanın verilmə rejimindən asılı olduğu üçün istilik mübadiləsi üzrə hesabat üsullarını [342] olduğu şəkildə istifadə etmək mümkün olmur. Bunu nəzərə alaraq məsələyə xüsusi hal kimi baxırıq. Bunu nəzəri olaraq qrafiki şəkildə aşağıdakı kimi təsvir etmək olar (şək.2.12). Burada suvarılan qaba hava üfürülən xətdə havanın çıxışda temperaturu t_{22} , sərfiyyat və başlanğıc temperatur t_{21} eyni olduqda vaxta görə dəyişir.



Şək.2.12. Ekspərimental suvarma soyuducusunda süd və havanın temperaturlarının dəyişmə əyriləri.

Havanın səpələnən su məkanından keçərkən temperaturun az miqdarda düşməsinə baxmayaraq südün soyudulması intensivləşir və südün temperaturunun soyuducu suyun temperaturuna yaxınlaşmağa meyilləndiyi müşahidə olunur [30]. Südün temperaturunun dt qədər enməsinə keçən $d\tau$ elementar vaxta görə istilikötürmə tənliyi və istilik balansını aşağıdakı kimi olur:

$$dQ = W_1 dt_1 = W_2 (t_{22} - t_{21}) d\tau, \quad (2.88)$$

burada Q – istilik axını, Vt ;

W_1 və W_2 – müvafiq olaraq südün və havanın su havanın su ekvivalentləridir, Vt^0K .

Soyudulan südün temperaturu üçün temperatur basqısını kifayət qədər dəqiqliklə temperaturlar fərfinin orta loqarifmik qiyməti ilə ifadə etmək mümkündür.

$$t_1 - t_{21} = \frac{t_{21} - t_{22}}{\ln \frac{t_{11} - t_{21}}{t_{11} - t_{22}}} \quad (2.89)$$

burada t_{11} – südün başlanğıc temperaturudur, 0K .

Südün və havanın dəyişmə səciyyəsinə görə

$$(t_{21} - t_{22}) = (t_{11} - t_{21}) - (t_{11} - t_{22}) \quad (2.90)$$

İstilik balansına görə isə

$$W_1(t_{11} - t_{12}) = W_2(t_{21} - t_{22}) \quad (2.91)$$

Demək

$$(t_{21} - t_{22}) = \frac{W_1}{W_2}(t_{11} - t_{12}) \quad (2.92)$$

(2.90), (2.92) düsturların və $E_t = \frac{t_{11} - t_{12}}{t_{11} - t_{21}}$ şərtini nəzərə alsaq

(2.89) düsturunu aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$t_{21} - t_{22} = (t_1 - t_{21}) \ln \frac{1}{1 - \frac{W_1}{W_2} E_t} \quad (2.93)$$

Onda istilik balansının differensial tənliyi aşağıdakı kimi olacaq:

$$W_1 \frac{dt_1}{(t_1 - t_{21})} = W_2 \ln \frac{1}{1 - \frac{W_1}{W_2} E_t} d\tau. \quad (2.94)$$

Südün başlanğıc temperaturunun (t_{11}) τ saatdan sonra t_{12} olduğunu nəzərə alsaq yazıla bilər:

$$W_1 \int_{t_{21}}^{t_{12}} \frac{dt_1}{(t_1 - t_{21})} = W_2 \ln \frac{1}{1 - \frac{W_1}{W_2} E_t} \int_0^\tau d\tau \quad (2.95)$$

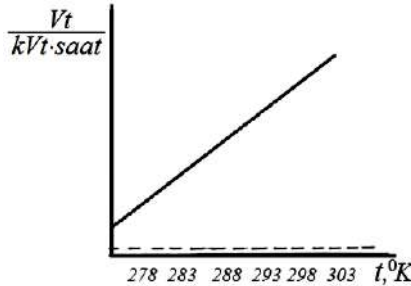
Alınmış tənliyi inteqralladıqda alırıq:

$$\ln \frac{t_{11} - t_{21}}{t_{12} - t_{21}} = \frac{W_2}{W_1} \ln \frac{1}{1 - \frac{W_1}{W_2} E_t} \tau \quad (2.96)$$

Bu düstura əsasən soyudulan südün son temperaturu t_{12} vaxtdan asılı olaraq aşağıdakı kimi təyin edilə bilər:

$$t_{12}(\tau) = t_{21} + (t_{12} - t_{21}) e^{-\frac{W_2}{W_1} \ln \frac{1}{1 - \frac{W_1}{W_2} E_t} \tau} \quad (2.97)$$

Soyuğa görə xüsusi məhsuldarlığın havanın temperaturundan nəzəri asılılığı qrafiki olaraq şəkil 2.13-də verilmişdir.



Şək.2.13. Su tipli suvarmada xarici havanın üfürülməsi tətbiq edildikdə xarici havanın temperaturundan asılı olaraq sistemin xüsusi soyuqluq məhsuldarlığının dəyişmə qrafiki.

Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, hava axını tətbiq etməklə suvarma üsulu süd soyuducusunda südün son temperaturu soyutma qabının istilik dəyişmə effektivliyindən E_t , xarici havanın temperaturundan t_{21} soyutma vaxtından τ və istilik daşıyıcılarının su ekvivalentləri nisbətindən asılı olur.

2.3. SÜDÜN TƏMİZLƏNMƏSİ VƏ SOYUDULMASI ÜÇÜN EKSPERİMENTAL TƏDQIQATLARIN PROQRAM VƏ METODİKASI

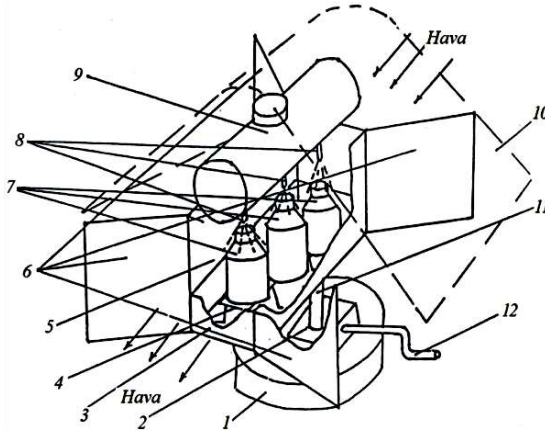
2.3.1. Südün təmizlənməsi və soyudulmasında eksperimental tədqiqatların proqramı

1. Ərazidə süd istehsal sıxlığı, onun daşınma şəraiti və bunların keyfiyyət göstəricilərinə təsirinin qiymətləndirilməsi;
2. Yeni sağılmış südün mexaniki çirklərdən təmizlənməsində işlədilən süzgəclərin yerli istehsal şəraitində tədqiqi;
3. Suvarma tipli soyutma baxımından südün istilik-mexaniki xassələrinin tədqiqi;
4. Eksperimental süd soyudan qurğunun laboratoriya və yerli istehsal şəraitində tədqiqi işçi rejimlərin təcrübi yolla əsaslandırılması.

2.3.2. Südün təmizlənməsi və soyudulmasında eksperimental tədqiqatların metodikası

2.3.2.1. Eksperemental süd soyuducu qurğunun konstruktiv və texnoloji xüsusiyyətləri. Qurğunun sxemi şəkil 2.14-də verilmişdir. Qurğunun qurluşuna aşağıdakılar daxildir: dayaq -1, reduktor-2, vanna-3, kürsü-4, istilikdəyişdirici bölmə -5, hava istiqamətləndiricilər -6, flyaqlar -7, çiləyicilər -8, su çəni -9, hava cərəyanı çadri -10, val -11, dəstək -12. Hava-su istilikdəyişdirici bölmə -5 düzbucaqlı en kəsikli borudan ibarət olub, bunun alt tərəfində vanna -3 yerləşdirilmişdir. Hava- su istilikdəyişdirici bölmə -5 uc tərəflərində hava istiqamətləndiricilər -6 ilə təchiz edilmişdir. Hava –su istilikdəyişdirici bölmə -5 vanna -3 ilə birlikdə val -11 üzərində bərkidilmişdir. Val -11 reduktorla -2 əlaqələndirilmiş və dayaq -1 üzərində yerləşmişdir. Reduktor -2 valı -11 fırlatmaq üçün dəstəklə -12 təchiz edilmişdir. Vanna -3 içərisində kürsü -4 və onun üzərində içərisində süd olan flyaqlar -7 qoyulmuşdur. Hava –su istilikdəyişdirici bölmənin -5 üzərində su çəni -9 yerləşdirilmişdir. Su çəni-9 alt tərəfdən çiləyicilər ilə təchiz edilmişdir.

Flyaqalar-7 hava-su istilikdəyişdirici bölmə-5 içərisində kürsü-4 üzərində elə yerləşdirilmişdir ki, onlar çiləyicilərin-8 düz altına düşür. Qurğu üst tərəfdən hava cərəyanı çadırı-10 ilə örtülür.



Şək.2.14. Eksperimental qurğunun sxemi:

- 1-dayaq; 2-reduktor; 3-vanna; 4-kürsü; 5-istilikdəyişdirici bölmə; 6-hava istiqamətləndiricilər; 7-flyaqalar; 8-çiləyicilər; 9- su çəni; 10- hava cərəyanı çadırı; 11-val; 12- dəstək.

Qurğudan aşağıdakı kimi istifadə olunur. Əvvəlcə dəstək -12 vasitəsilə hava -su istilikdəyişdirici bölmə -5 hava axınının ən aktiv olan vəziyyətinə gətirilir. Südlə dolu flyaqalar -7 vannada -3 içərisində kürsü-4 üzərində yerləşdirilir. Su çəni-9 soyuducu su ilə doldurulur. Bu zaman çəndəki -9 su təzyiqlə çənin altına birləşdirilmiş çiləyicilər -8 vasitəsi ilə flyaqaların -7 üzərinə çilənir. Çilənmiş su vannada -3 toplanır. Bu zonalarda təbii aktiv hava –su cərəyanı olduğundan flyaqaların-7 soyuma effektivliyi yüksəlir. Hava cərəyanı çadırı-10 və hava istiqamətləndiricilər -6 təbii aktiv hava axını yaratmağa kömək edir. Təklif olunan qurğunun üstünlüyü ondan ibarətdir ki, dəstək -12 vasitəsi ilə günün istənilən vaxtı qurğuya təbii aktiv hava cərəyanına müvafiq vəziyyəti vermək mümkün olur. Hava-su istilikdəyişdirici bölmədə -5 təbii hava aktivliyi təmin olunduqda demək olar ki, əlavə enerji sərf etmədən soyutma effektivliyi artmış olur.

Qurğunun konstruksiyasının yeniliyi ixtira səviyyəsində işlə-nərək patent sənədi ilə təsdiq edilmişdir (İ 20050020) [38].

2.3.2.2. Ərazidə süd istehsal sıxlığı və daşınma vəziyyəti barədə məlumatların toplanması və işlənməsi. Bu cür məlumatların toplanmasında ən geniş yayılmış metodlardan biri sorğu keçirməkdir. Bunun üçün bir neçə meyar hazırlanmışdır. Sorğunun mövzusunun konkretliliyi –«Ərazidə süd və süd məhsullarının istehsalı və satışının vəziyyəti»; sorğu metodunun təşkilinin asan olması – sorğu anketində cavabların müxtəlif mümkün variantlarının yazılması; respondentlərin bilavasitə istehsalçılar arasından seçilməsi; respondentlərin anonimliyinə təminat verilməsi; sorğunun çox vaxt və xərc tələb etməməsi; məlumatların mövcud riyazi üsullarla EHM-də işlənməsi çətinlik törətməməlidir.

Sorğu respublikanın Qərb regionunun müxtəlif rayonları ərazisində cəmi 1450 nəfər torpaq mülkiyyətçisi ilə aparılmışdır. Hər rayondan coğrafi şərait, kəndin böyüklüyü, başqa spesifikaları (yollar və s.) nəzərə alınaraq kəndlər seçilmişdir.

Anketlərin cavablarının kompüterdə işlənməsi və nəticələrin ümumiləşdirilməsi üçün əvvəlcə onlar istifadə üçün hazırlanmışdır. Bir qayda olaraq bu cür sorğularda anketlərin bəzilərində qeyri müəyyənlik ola bilər. Bu respondentlərin bir-birinə zid cavabları ilə əlaqəli olur ki, bu da kompüterdə anlaşılması çətin olan nəticələrə gətirib çıxara bilər. Ona görə düzəldilməsi mümkün olmayan anketlər ləğv edilir. Bizim apardığımız sorğu anketlərində belə anketlərin sayı 15 olmuşdur.

Sorğunun nəticələrinin işlənməsi üçün SPSS-11 (Statistikal Paskage Sosial Sciences) proqram paketindən istifadə edilmişdir. Bu paket statistik təhlilin bütün mərhələlərinin- informasiyanın daxil olunmasından başlayaraq müxtəlif ölçülü paylanmaların, cədvəllərin qurulması, destruktiv statistikanın hesablanması da daxil olmaqla mürəkkəb statistik metodların tətbiqinə qədər əhatə etməyə imkan verir.

Kompüterə daxil edilmiş məlumatlar bir neçə aspektdən təhlil edilmişdir. Anketin sualları üzrə bir ölçülü paylanma – hər bir

variantı qeyd edənlərin sayını həm fiziki, həm də faizlə əks etdirən xarakteristikalar hesablanmışdır (əlavə 2).

Bir ölçülü paylanmanın hesablanması ilk növbədə məlumatların kompüterə daxil edildiyi zaman buraxılan xətalara da üzə çıxarmağa kömək edir. Bir ölçülü paylama anketlərin xüsusi metodlarla seçilməsi ilə müxtəlif kombinasiyalar üçün də hesablanmışdır. Bu hesablamalar nəticəsində əldə edilmiş cavabların müqayisəsi sorğu nəticəsində seçmənin nə qədər representativ olması barədə mühüm məlumatların əldə edilməsinə imkan verir. Əlavə olaraq hər bir sual üzrə orta kvadratik meyletmə, dispersiya, etibarlılıq intervalı kimi səciyyələri də hesablanmışdır ki, bütün bunlar da alınmış informasiyaların nə dərəcədə inanılısı olması barədə təhlillər aparmağa imkan vermişdir.

2.3.2.3. Sütün istilikverməsinin və hidravlik müqavimətlərin müəyyən edilməsi. Sütün flyaqlarda suvarma tipli soyutma tətbiqi ilə soyudulmasında süd qablarının divarları istilikdəyişmə prosesində iştirak etdiyindən, onların səmərəli konstruksiyasının işlənməsi və bununla əlaqədar bunların istilik, hidravlik parametrlərini və hesabat asılılıqlarını üzə çıxarmaq tələb olunur.

Hazırda belə qəbul edilmişdir ki, ən asan yol kriteriyal tənliklərdən istifadə olunmasıdır [107, 116, 391]. Belə tənliklərin alınmasında istilikvermə və hidravlik müqavimətin təcrübi tədqiqatları əsas rol oynamışdır.

Suvarma tipli soyuducular üçün hesabat metodikası və empirik düsturların alınmasına əsas tələbat eyni parametrlərin tədqiq olunan konstruktiv variantda da saxlanmasıdır. Odur ki, bütün təcrübi tədqiqatlarda mövcud süd qab konstruksiyalarına [52-55 291, 328, 338] aid materiallardan istifadə edilmişdir. Maye mühitin lövhələr arasında və yaxud silindrik qab daxilində onu əhatə edən divarlardan istilik ötürmənin tədqiqində, istilik balans tənliyindən alınmış ümumi istilik ötürmə əmsallarının təhlilinə [252, 287, 297, 433] əsaslanan üsuldən istifadə edilmişdir. Bu üsulun tətbiqi aşağıdakı mülahizələrə əsaslanmışdır:

- metal lövhənin termiki müqaviməti həmin lövhənin təşkil etdiyi divar yaxınlığında mayenin sərhəd laminar laylarının termiki müqavimətləri ilə müqayisədə kiçikdir;

- məlum ümumi istilikötürmə əmsalı şəraitində xüsusi istilikvermə əmsalları, onlar arasında müəyyən nisbət olduqda təyin oluna biləndirlər. İstilikvermə əmsallarının belə təhlili aşağıdakı hallarda mümkündür: a) lövhələr arasında yaranan və istilik dəyişən mayələr ilə təmasda olan kanallar həndəsi olaraq idientik götürülür; b) istilik ötürən divar hər iki tərəfdən maye ilə təmasdadır;

- mayenin temperaturu kimi ölçmələrin riyazi işlənməsindən alınan orta qiymət götürülür;

- lövhələrarası məsafə kimi mayenin qalınlığı ekvivalent diametr olaraq qəbul edilir;

- ətraf mühitə istilik itkisi az olduğu üçün (0,1%) nəzərə alınmır.

Təcrübi tədqiqatlar xüsusi stend üzərində aparılaraq südün və suyun temperaturu laboratoriya termometrləri ilə ölçülmüşdür.

Tədqiqatlarda işçi məhlul olaraq sudan istifadə olunmuşdur. Südün axım sürəti 0,1 dən 0,7 m/san diapazonunda olmuşdur. Bu Reynolds ədədinin süd flyaqları üçün 500-dən 7000-ə qədər, $AD\dot{M}$ qurğusunun qofrlu səthə malik soyuducusu üçün isə 150-dən 2500-ə dəyişməsinə uyğun gəlmişdir. Təcrübə zamanı istilikdəyişən mayələrin məsrəfi, mayələrin başlanğıcda və sonda temperaturları, təzyiq dəyişmələri öyrənilmişdir.

2.3.2.4. Südün keyfiyyət göstəricilərinin müəyyən edilməsi.

Südün natural xüsusiyyətlərini əks etdirən ümumiləşmiş ölçü vahidi onun sıxlığıdır [319]. Südün sıxlığını müəyyən etmək üçün tutumu 250 ml olan şüşə silindrə həcmnin 3/4 hissəsinə qədər orta süd nümunəsi tökməli və bir az gözləməli. Köpüklənmənin qarşısını almaq üçün süd silindrin iç divarı ilə tökülməlidir. Sonra silindrə astaca xüsusi süd areometrini 1,030 bölgüsünə qədər salmalı və sakit vəziyyət alınacağıadək gözləməli və sonra isə iki hesablama aparılmalıdır: birinci termometr üzrə və ikinci areometrik şkala üzrə. Əgər südün temperaturu 293^0K – dirsə areometrik

göstərici sūdün sıxlığına uyğun gəlir. Əgər temperatur ondan aşağı, yaxud yuxarıdırsa düzəliş verir, yəni 293^0K ilə sūdün faktiki temperaturu arasındakı fərq $0,0002$ -yə vurulur. Temperatur 293^0K -dən yüksək olarsa, alınan rəqəm areometrın göstəricisinin üzərinə yazılır, aşağıdırsa, əksinə areometrın göstəricisindən çıxılır. Məsələn, areometrın göstəricisi $1,028$ və sūdün temperaturu 308^0K olarsa, 293^0K -də sūdün faktiki sıxlığı aşağıdakı kimi olur:

$$308 - 293 = 15 ; 15 \times 0,0002 = 0,003; 1,028 + 0,003 = 1,031.$$

Sūdün mexaniki çirklənməsinə nəzarət laboratoriyaya «Rekord» adlı cihaz vasitəsi ilə aparılır. Cihaz konusa bənzər ucu olan, içi boş alüminium silindrdən ibarətdir. Silindrin ucuna kip şəkildə torlu mütəhərrik lövhə bitişdirilmişdir. Torun üzərinə diametri $28-30\text{mm}$ olan pambıq, yaxud flanel süzgec, cihazın altına isə süzülmüş sūdün tökülməsi üçün qab qoyulur. Süzgecdən 250ml süd nümunəsi keçirilir. Süzmə qurtardıqdan sonra dairəcik götürülür və etalonla tutuşdurulur. Süzgecdə mexaniki qarışıq hissələri yoxdursa, sūd birinci qrupa, süzgecdə mexaniki qarışıqın ayrı-ayrı hissəcikləri görünərsə ikinciyə, süzgecdə mexaniki qarışıq (tük, qum, peyin və s.) varsa iki, yaxud xırda hissəciklərin nəzərə çarpacaq çöküntüsü qalırsa sūd üçüncü qrupa aid edilir. Sūdün köpüklənmə əmsalı qablarda sūdün soyudulma səmərəliliyinə təsir göstərir. Odur ki, proses üçün həmin göstəricini nəzərə almaq lazım gəlir. Bunu ölçmək üçün xüsusi metodika və tərtibat işlənib hazırlanmış və ondan aşağıdakı kimi istifadə edilmişdir. Süd toplanmış çənlərdən sūdü soyutma qablarına boşaldan borudan sūdü parallel olaraq xüsusi borucuqla ayıraraq, həcmi 1litr olan şüşə qaba $0,5\text{ litr}$ həcmində tökürük. Qabda sūdün maye və üzərində köpük hissəsi əmələ gəlir. Köpük hissənin hündürlüyünün maye hissə hündürlüyünə nisbətinin 100 -ə vurulması köpüklənmə əmsalı kimi qəbul edilir. Sūdün birinci növ kimi qiymətləndirilməsində turşuluq vacib göstərici sayılır. Sūdün turşuluğunu təyin etmək üçün $50-100\text{ml}$ -lik laboratoriyaya stəkanına və ya kolbaya 10ml orta süd nümunəsi, 20ml distillə edilmiş su, $2-3$ damcı fenolftaleyin məhlulu tökülür və qarışdırılır. Sonra qarışığı dairəvi hərəkət etdirməklə üzərinə büretdən damcı ilə açıq çəhrayı rəng alınanadək $0,1$ normal

natrium qələvisi əlavə edilir və bir dəqiqədə həmin rəng itməzsə, tirləşməyə sərf olunan qələvinin miqdarı 10-a vurulur, yəni 100 ml südə görə hesablama aparılır və südün turşuluğu Terner dərəcəsi ilə tapılır. Əgər distillə edilmiş su olmazsa, onda müayinə susuz aparılır və alınmış turşuluq dərəcəsindən 2 çıxılır.

Ekspərimental suvarma tipli süd soyuducusunda soyutma üsulunun südün bakterioloji çirklənməsinə təsirinin öyrənilməsi üçün, təzə sağılmış süd, müxtəlif rejimlərdə ($291 \pm 0,5^0\text{K}$, $290 \pm 0,5^0\text{K}$, $289 \pm 0,5^0\text{K}$ və $288 \pm 0,5^0\text{K}$) soyudulmuş süd nümunələri təhlil edilmişdir. Nümunələr ağız tənzip tıxacla bağlanan şəffaf şüşə qablarda götürülmüşdür. Bu qablar əvvəlcə yaxşıca yuyulmuş və sterilizə edilmişdir. Nümunələrin miqdarı 0,1kq olmuşdur. Nümunələr sanitar epidemioloji stansiyanın ixtisaslaşmış laboratoriyasında bakterioloji çirklənmə DÜİST 9225-68-ə görə yoxlanılmışdır [101, 292]. Müayinə üçün sınaq şüşəsində 10ml süd nümunəsi su hamamında $311-313^0\text{K}$ -ə qədər qızdırılır, sonra bura 2,5 faizli metilen abısının 10 dəfə duruldurmuş məhlulundan 1 ml tökülür, 2,5 faizli metilen abısı məhlulu hazırlamaq üçün, metilen abısının spirtə doymuş məhlulundan 5ml götürüb üzərinə 195ml distillə edilmiş su əlavə edilir. Həmin məhlulu 10 dəfə durultmaq üçün isə 1ml 2,5 faizli məhlul, 9ml distillə edilmiş su ilə qarışdırılır. Sınaq şüşəsi tıxacla bağlanılır, möhkəm qarışdırılır və yenidən $311-313^0\text{K}$ temperaturda termostat və ya su hamamına qoyulur. Hamamdakı suyun səviyyəsi sınaq şüşəsindəki mayenin səviyyəsindən yuxarı olmalıdır. Müqayisə məqsədi ilə sınaq şüşəsində eyni bu cür süd nümunəsi saxlanır, ancaq ona metilen abısı məhlulu əlavə edilmir. Nümunə qoyulduqdan müəyyən vaxt keçdikdən sonra içərisindəki tərkib solğunlaşmağa başladığıda onu aşağıdakı cədvəl 2.3 üzrə təyin edirik.

Cədvəl 2.3

Südün bakterialılığını təyin etmə cədvəli

Südün rənginin solğunlaşma sürəti	1ml süddə mikrobların miqdarı	Südün sinfi və qiyməti
10 dəqiqədən az	20 mln-dan çox	4-cü sinif, çox pisdir
10 dəqiqədən 1saata	20mln-a qədər	3-cü sinif, pisdir
1 saatdan 3saata	4mln-a qədər	2-ci sinif, kafidir
3 saatdan çox	500 minə qədər	1-ci sinif, yaxşıdır

2.3.2.5. Eksperimental qurğuda soyutma prosesinin əsas parametrlərinin optimallaşdırılması. Texnoloji proseslərdə ayrı-ayrı faktorların və onların qarşılıqlı əlaqəsinin çıxış signalına təsirinin tədqiqi üçün bir neçə metod mövcuddur. Bunların içərisində ən başlıcası faktorlu eksperimentin nəticələrinin dispersiyalı təhlili və ekstremal eksperiment [83] sayılır. Eksperimentin planlaşdırılması nəzəriyyəsi optimallaşdırılan faktorların çıxış signalına təsirini kifayət qədər düzgün qiymətləndirə bilən reqressiya tənliyi qurmağa imkan verir. Dispersiyalı təhlil aparmaq və ekstremal eksperiment planlaşdırmaq üçün eksperimentin planlaşdırılması metodikası xüsusi ədəbiyyatlarda [232, 331] ətraflı şəkildə izah edilmişdir. Eksperiment nəticələrinin işlənməsi bir sıra faktorların təsiri şəraitində cavab funksiyasının alınmasına əsaslanmışdır.

$$U=f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2.98)$$

burada U - cavab funksiyası;

x_1, x_2, \dots, x_n – sərbəst dəyişən faktorlardır.

Burada faktorlar dəyişən ölçmələr olub, effekt göstəricisinə bu və ya digər şəkildə təsir göstərirlər. Onlar idarə olunan, bir mənalı və xətti şəkildə korrelyasiya olunan şəkildə olmalıdırlar. Cavab funksiyasının həndəsi şəkil faktorlar fəzasında cavab səthini təşkil edir və aşağıdakı kimi aproksimasiya olunur:

$$U = \beta_0 + \sum \beta_i x_i + \sum \beta_{ij} x_i x_j + \sum \beta_{ii} x_i^2 + \dots \quad (2.99)$$

burada $\beta_0, \beta_i, \beta_{ij}$ - reqressiya tənliyinin nəzəri əmsallarıdır.

Eksperiment nəticəsində reqressiya əmsalları b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} şəklində və reqressiya tənliyi isə aşağıdakı şəkildə alınır:

$$\hat{y} = b_0 + \sum b_i x_i + \sum b_{ij} x_i x_j + \sum b_{ii} x_i^2 + \dots \quad (2.100)$$

burada \hat{y} - çıxış effektinin (effekt göstəricisinin) qiymətidir.

Eksperimentin planlaşdırılmasının aparılması üçün planın qurulmasının bir neçə üsulu vardır. Bunlara rototabellilər, ortoqonallılar, D -optimallılar, A -optimallılar, G -optimallılar və s. aiddilər. Ən çox yayılan və əlverişli sayılan D -optimallı plandır. D -optimallı planı birgə səmərəli qiymətləndirmə nəzəri konsepsiyaya

əsaslanmışdır. Bunun əsas üstünlüyü ondadır ki, bu ümumiləşmiş dissertasiyanı minimallaşdırır. Bizdə çıxış effekti kimi bakteriyaların minimumu qəbul edilə bilər. Demək faktorların optimal düzlüyü bu minimumu təmin edəcəkdir. Bundan başqa D -optimallı plan cavab səthini qurmaq üçün tələb olunan miqdarda eksperimentlərin aparılması, digərlərindən fərqli olaraq az şərtlərlə (üç şərt) ikinci səviyyəli polinomdan istifadə edilməsinə imkan verir. Optimal plan əsasında eksperiment aparmaq üçün lazım olan matrisada sütun və sətirlər (əlavə 3) təcrübə seriyalarından asılı olaraq faktorların səviyyəsini və əlaqə qaydasını müəyyən edirlər. Faktorun səviyyəsi hər matrisanın hər qəfəsindəki işarə ilə təyin olunur. +1 işarəsi ilə faktorun dəyişməsinin yuxarı səviyyəsini, -1 aşağı səviyyəsini, sıfır (0) isə orta səviyyəsini bildirir.

Bütün riyazi ifadələrdə və cədvəllərdə X_i faktorun müvafiq səviyyədə kodlaşmış qiymətini əvəz edir.

Faktoru kodlaşdırdıqda koordinat başlanğıcı eksperiment mərkəzinə gətirilərək oxlar üzrə faktorların dəyişmə vahidlərinin miqyası seçilir və faktor fəzasının xətti çevrilməsi həyata keçirilir. X_i - faktorunun kodlaşmış qiyməti aşağıdakı kimi yerinə yetirilir:

$$X_i = \frac{x_i - x_{oi}}{\varepsilon}, \quad (2.101)$$

burada X_i – ölçüsüz kəmiyyət olub yuxarı səviyyəsi +1, aşağı səviyyəsi -1, orta səviyyəsi 0-dır;

x_i – faktorun natural qiyməti;

x_{oi} – faktorun sıfır səviyyədə natural qiyməti;

ε - faktorun dəyişmə intervalının natural qiymətidir.

$$\varepsilon = \frac{x_i^Y - x_i^A}{2}, \quad (2.102)$$

burada x_i^Y, x_i^A - faktorun yuxarı və aşağı səviyyədə qiymətləridir.

Faktorun kodlaşmış qiymətdən natural qiymətə keçməsi aşağıdakı kimi yerinə yetirilir:

$$x_i = x_{oi} + \varepsilon X_i. \quad (2.103)$$

Aparılmış eksperimentlərin nəticələrinə görə alınmış Y_i effektivə uyğun olaraq reqressiya əmsalları qiymətləndirilir. Bu əmsalların sayı K' aşağıdakı kimi tapılır:

$$K' = C_{n+d}^d \quad (2.104)$$

burada d – polinomun üstü, C – uyğunlaşma miqdarı qiyməti, n – faktorların miqdarıdır.

Bundan sonra qarşılıqlı təsir göstərən faktor cütlərinin kodlaşdırılması yerinə yetirilir:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= x_1 \dots x_k = x_k \\ x_1^2 &= x_{k+1}; x_2^2 = x_{k+2} \dots x_k^2 = x_{k+k} = x_{2k} \\ x_1 x_2 &= x_{2k+1} \dots x_{k-1} x_k = x_{k'} \end{aligned} \right\} \quad (2.105)$$

Bunu nəzərə alsaq (2.100) düsturunu aşağıdakı şəkllə düşür:

$$\hat{y} = b_0 x_0 + b_1 x_1 + \dots + b_k x_k \quad (2.106)$$

Reqressiya tənliyi əmsalları yana meyletmə kvadratlarının minimallaşması ilə tapılır:

$$\sum^N (Y_u - b_0 x_{0u} - b_1 x_{1u} - \dots - b_k x_{k'u})^2 \rightarrow \min, \quad (2.107)$$

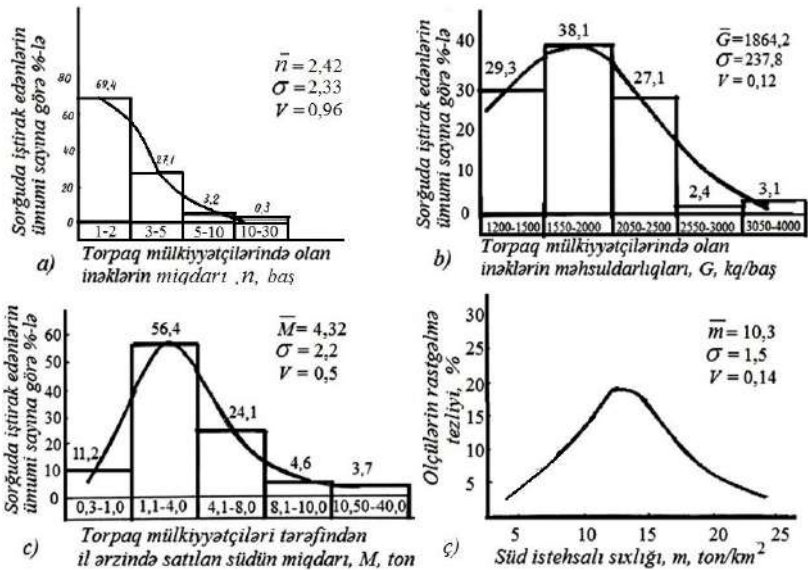
burada Y – eksperiment matrisasında sətirin nömrəsi;
 N – bu matrisadakı sətirlərin sayıdır.

2.3.2.6. Südün təmizlənməsi və soyudulmasında təcrübə qiymətlərinin yoxlanması. Təcrübə qiymətləri üçün dispersiyaların yekcinsliyini Koxren kriterisi əsasında yoxlamışıq. Təkrarlıq miqdarı təcrübələr matrisasının bütün sətirlərində eynidir. Koxren kriterisi maksimal dispersiyanın bütün dispersiyaların cəminə bölünməsi ilə tapılır. Bu kriterinin qiyməti $G_{t\alpha c} = 1,0952/4,7328 = 0,2314$. Koxren kriterisinin cədvəl qiyməti bundan böyük olmuşdur $0,2929 > G_{t\alpha c} = 0,2314$. Bu yekcinslik hipotezini təsdiqləyir. İkinci səviyyəli modelin adekvatlığı Fişer kriterisi əsasında yoxlanmışdır. Fişer kriterisinin hesabat qiyməti $F = 1,1923$ alınmışdır. Bunun cədvəl qiyməti isə 1,8 olub, 0,05 səviyyəli qiymətləndirməyə görə hesabat qiymətindən çoxdur. Demək reqressiya tənliyi vasitəsi ilə ifadə olunmuş modelin adekvatlığı 95% ehtimal ilə doğrudur.

2.4. SÜDÜN TƏMİZLƏNMƏSİNDƏ VƏ SOYUDULMASINDA TƏCRÜBİ TƏDQIQATLARIN TƏHLİLİ

2.4.1. Ərazidə süd istehsal sıxlığı və daşınma məsafələrinin tədqiqi

Respublikanın Qərb regionu üzrə 8 rayonun 1450 torpaq mülkiyyətçiləri arasında aparılmış sorğuya əsasən müəyyən edilmişdir ki, bunların şəxsi təsərrüfatlarında saxlanan sağmal inəklərin sayı 1 başdan 30 başa qədərdir. Bunlardan 69,4%-də 1-2 baş inək 27,1%-də 3-5 baş inək 3,2%-də 10 baş inək vardır (şək.2.15,a). 4 fermer isə onların 30 başdan çox sağmal inək saxladıklarını bildirmişlər. Əksər inəklərin (65,2%) süd məhsuldarlığı 1550-2500 kq- dır (şək.2.15,b).



Şək.2.15. Paylanma əyriləri:

a) torpaq mülkiyyətçilərində olan inək miqdarının; b) torpaq mülkiyyətçilərində olan inəklərin məhsuldarlıqlarının; c) torpaq mülkiyyətçiləri tərəfindən il ərzində satılan süd miqdarının; ç) süd istehsal sıxlığının paylanması.

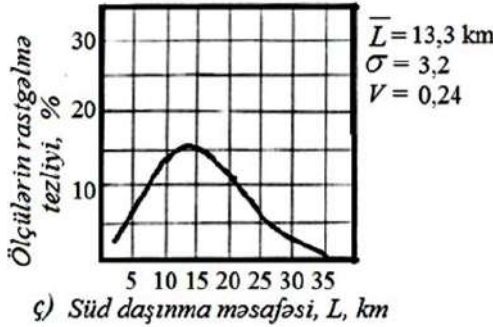
Son illər məhsuldar inəklərin miqdarının artması və 2500-4000 kq-a çatması (5,5%) müşahidə olunur. Qabaqki iki ilin statistik məlumatları ilə müqayisə etsək (2,1%) bunun 2 dəfədən çox artmasını deyə bilərik.

Əksəriyyət süd satanlar (56,4%) il ərzində 4 tona qədər süd satırlar. Ümumi soruşulan torpaq mülkiyyətçilərindən 24,1%-i il ərzində 8 tona qədər süd satmışlar. İl ərzində torpaq mülkiyyətçilərinin 4,6%-i 10 tona qədər, 3,7%-i isə 40 tona qədər süd satmışdır (şək.2.15,c).

Region üzrə süd istehsalı sıxlığının paylanması şəkildə (şək.2.15,ç) verildiyi kimidir.

Ərazidə orta süd istehsal sıxlığı 10,3 ton/km²-dir. Bu rəqəmin perspektivdə artma ehtimalının böyük olmasını da nəzərə alsaq mərkəzləşdirilmiş emal müəssisələrinin yaradılması böyük əhəmiyyət qazanır.

Südü kəndli-fermer təsərrüfatlarından qəbulundan sonra onun mərkəzləşdirilmiş yerli kiçik süd emal məntəqəsinə daşınma məsafələrinin paylanma səciyyəsi şəkil 2.16-da verilmişdir.

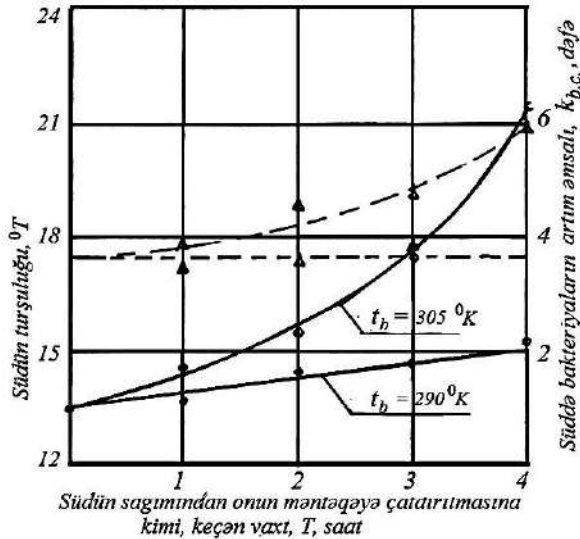


Şək.2.16. Süd istehsal olunan yerdən emal müəssisəsinə daşınma məsafələrinin paylanma səciyyəsi.

Südü emal müəssisəsinə daşınma məsafəsinin orta qiyməti 13,3 km, ən uzaq məsafə isə 35 km-ə çatır. Bu isə sağımdan sonra soyudulmamış südü ən yaxın emal müəssisəsinə çatana və emala buraxılana kimi keyfiyyətinin aşağı düşməsinə kifayət edir.

2.4.2. Məntəqəyə daşınan südün başlanğıc temperaturunun onun keyfiyyət göstəricilərinə təsiri

Mərkəzləşdirilmiş süd toplayan və emal edən məntəqənin süd istehsalçılarından südü qəbul edib məntəqəyə daşması üçün o ərazidə bir neçə kəndi və hər kənddə onlarla torpaq mülkiyyətçisinin qarısına baş çəkməli olur. Bütün bu vaxt ərzində əgər istehsalçı tərəfindən təzə sağılmış süd $15-18^{\circ}\text{K}$ başlanğıc temperaturundan aşağı salınmamışsa onun məntəqəyə çatana kimi keyfiyyətini itirmə ehtimalı olduqca böyükdür. Bunu təcrübə nəticəsi əsasında qurduğumuz qrafiklərdən (şək.2.17) görmək mümkündür.



Şək.2.17. Sağımdan sonra soyudulmuş və soyudulmamış südün süd emal məntəqəsinə daşınma vaxtından asılı olaraq onun keyfiyyət göstəricilərinin dəyişmə əyriləri:

Δ – turşuluq, $^{\circ}\text{T}$, o-bakteriyaların artım əmsali, dəfə.

Qrafikə (şək.2.17) əsaslanaraq belə nəticəyə gəlmək olar ki, kəndli fermer təsərrüfatında yeni sağılan süd emal müəssisəsinə veriləcəksə, o yerində heç olmazsa $290-291^{\circ}\text{K}$ -ə qədər soyudul-

malıdır. Çünki 3 saatdan sonra südün tərkibində bakteriyaların miqdarı 1,8 dəfə, turşuluğun isə $2,5^0T$ artması mümkündür. 290^0K -ə qədər soyudulmuş südün turşuluğunda hətta 4 saat keçdikdən sonra belə dəyişiklik baş verməmişdir. Başlanğıc temperaturu 305^0K olan südün temperaturu isə 4 saatdan sonra 21^0T olmuşdur.

2.4.3. Süzgəclərin müqayisəli tədqiqi

Ferma şəraitində südü bidonlara doldurarkən açıq süzmə ilə onları mexaniki qarışıqlardan təmizləmək üçün tətbiq edilən bir neçə qat adi tənzif parçasından başqa müxtəlif süzgəc materialları ilə tədqiqat aparmışıq. Müqayisə edilən süzgəc materialları aşağıdakı xüsusiyyətlərə malik neylon parçalar olmuşlar:

- 1 №-li süzgəc- neylon parça olub sapları böyük sıxlıqla (100 sap/sm^2) hörülmüşlər;

- 2 №-li süzgəc- neylon parça olub sapların sıxlığı 130 sap/sm^2 təşkil edir;

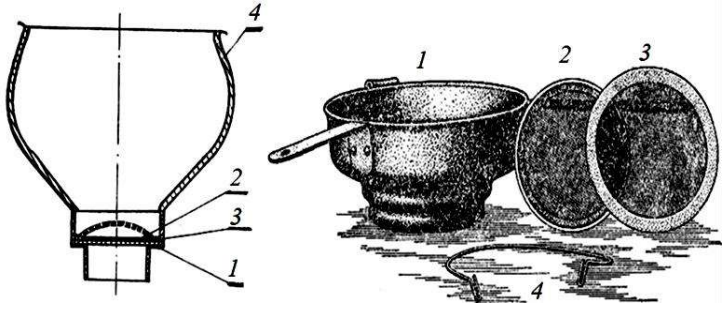
- 3 №-li süzgəc- iki qat neylon parça olub, üst parça nisbətən seryək torlu, alt parçanın isə saplarının sıxlığı 110 sap/sm^2 -dir;

- 4 №-li süzgəc seyrək saplı (80 sap/sm^2) neylon parça;

- 5 №-li süzgəc 5 qatlı adi tənzif (60 sap/sm^2) parça.

Süzgəclər südü vedrədən bidona boşaltmaq üçün istifadə olunan xüsusi qıpın ağzına bərkidilən metal tor çərçivənin arasına qoyulur (şək.2.18). Çərçivənin üstdəki tora qabarıq forma verilmişdir. Bu iri hissəciklərin kənara sürüşməsinə təmin edir. Çərçivə tor həm süzgəc materialını düz saxlamaq, həm də kobud təmizləmə (iri hissəcikləri tutub saxlama) funksiyasını yerinə yetirir. Bunlar iri mexaniki qarışıqların süzgəcə düşməsinin qarşısını alır, onun qıp ağzının kənarında toplanmasına və daxil olan südlə yuyulma imkanının azalmasına kömək edir.

Süzmə əməliyyatından əvvəl süzgəclərin hamısının quru halda çəkiləri qeydə alınmışdır. Süzmə əməliyyatından sonra onlar qurudulub çəkilir. Əvvəlki çəki ilə sonrakı çəki arasındakı fərq mexaniki çirklənmə dərəcəsini göstərir.



Şək.2.18. Sütü bidonlarda toplayan zaman istifadə edilən açıq tipli filtr:

1-yastı tor; 2-qabarıq tor; 3-süzgəc; 4-qıp.

Süzgəcləri təmizləmə dərəcəsinə görə qiymətləndirmək üçün DÜİST 13264-88-ə əsasən bu və ya digər filtdən keçirilmiş süddən 250 ml həcmində nümunə götürüb indikator kağızlarında yoxlanılmışdır. Analoji olaraq süzülməmiş süd nümunələri də mexaniki təmizliyə görə yoxlanılmışlar.

Təcrübənin nəticələri cədvəl 2.4-də verilmişdir.

Təmizləmə səviyyəsi süzülmüş süd üzrə 100 litrdə olan orta mexaniki qarışıq kütləsinin süzülməmiş südün həmin göstəricisinə bölünməsi ilə təyin edilmişdir. Bunun üçün alınmış nisbətən faizlə qiyməti 100-dən çıxılır.

Cədvəl 2.4-dən görüldüyü kimi istər səhər və istərsə də axşam sağımında 3 №-li süzgəcin təmizləmə səviyyəsi daha yüksəkdir (82-85%). Bütün süzgəclər südün mexaniki qarışıqlardan təmizliyinin I qrupa aid olunmasını təmin etmişdirsə, ancaq bunların təhlükəli həddə (40 q/100 l) yaxın olması müşahidə edilir. Hətta axşam sağımında 5 №-li süzgəcdən keçirilmiş süd II qrupa aid edilmişdir.

Bundan başqa qeyd etmək lazımdır ki, neylon parça digər süzgəclərə nəzərən daha tez yuyulur süzmə əməliyyatı tənzif və pambıq süzgəc tətbiq edilən filtrlərə nəzərən 4-5 dəfə tez gedir. Bunlar daha uzun ömürlü və qənaətlidirlər. 1 m neylon parça 50 m tənzifi əvəz edir.

Müxtəlif süzgəclər tətbiq etməklə açıq süzmədə südün
mexaniki çirklərdən təmizləmə səviyyəsi

№	Süzülmə xüsusiyyəti	Səhər sağıcı				
		Mexaniki qarışıq, q/100 litr			DÜİST-ə görə təmizlik qrupu	Təmizlənmə səviyyəsi, %
		min	max	orta		
1	Süzülməmiş	72,0	123,6	97,8	II	-
2	Süzülmüş					
	1 №-li süzgəc	27,8	37,5	32,65	I	67
3	2 №-li süzgəc	21,1	25,2	23,15	I	76,4
4	3 №-li süzgəc	13,7	15,9	14,8	I	85
5	4 №-li süzgəc	32,6	34,5	33,3	I	66
6	5 №-li süzgəc	36,4	42,6	39,5	I	60
№	Süzülmə xüsusiyyəti	Axşam sağıcı				
		Mexaniki qarışıq, q/100 litr			DÜİST-ə görə təmizlik qrupu	Təmizlənmə səviyyəsi, %
		min	max	orta		
1	Süzülməmiş	63,4	103,6	83,5	II	-
2	Süzülmüş					
	1 №-li süzgəc	25,3	30,4	27,85	I	67
3	2 №-li süzgəc	22,7	29,8	26,25	I	69
4	3 №-li süzgəc	13,6	17,1	15,35	I	82
5	4 №-li süzgəc	32,3	36,1	34,2	I	59
6	5 №-li süzgəc	39,1	42,2	40,65	II	51,4

2.4.4. Suvarma tipli soyutmada südün istilik-mexaniki xassələrinin tədqiqi

Təcrübədə alınan qiymətlər əsasında divarın hər iki tərəfində axının müxtəlif sürətlərində ümumi istilikötürmə əmsalı ($K_{\text{üm}}$), Reynolds (Re), Prandtl (Pr), Eýler (Eu), Nusselt (Nu) kriteriləri müəyyən edilmişlər [31].

Aşağıdakı asılılıqlar əldə edilmiş və onlar şəkil 2.19-dakı qrafiklər şəklində təsvir edilmişlər. Qrafik və asılılıqlardan istifadə

edərək tələb olunan kriteri və əmsalların empirik hesabat düsturları aşağıdakı kimi tərtib edilmişlər:

$$K_{um} = \frac{Nu}{Pr^{0,43} \left(\frac{Pr_{maye}}{Pr_{di\ var}} \right)^{0,25}} = f(Re) \quad (2.108)$$

Soyuducu suyun qalınlığı $h=2,0$ mm olduqda flyaqlar üçün

$$Nu = 0,234Re^{0,63} Pr_{maye}^{0,43} \left(\frac{Pr_{maye}}{Pr_{di\ var}} \right)^{0,25} \quad (2.109)$$

$$Eu = 32000Re^{-0,77} \quad (2.110)$$

Soyuducu suyun qalınlığı $h=3,0$ mm

$$Nu = 0,57Re^{0,52} Pr_{maye}^{0,43} \left(\frac{Pr_{maye}}{Pr_{di\ var}} \right)^{0,25} \quad (2.111)$$

$$Eu = 12000Re^{-0,66} \quad (2.112)$$

Soyuducu suyun qalınlığı $h=1,0$ mm olduqda qofrlu səthli qablar üçün

$$Nu = 0,57Re^{0,74} Pr_{maye}^{0,43} \left(\frac{Pr_{maye}}{Pr_{di\ var}} \right)^{0,25} \quad (2.113)$$

$$Eu = 990Re^{-0,33} \quad (2.114)$$

Soyuducu suyun qalınlığı $h=1,5$ mm

$$Nu = 109Re^{0,66} Pr_{maye}^{0,43} \left(\frac{Pr_{maye}}{Pr_{di\ var}} \right)^{0,25} \cdot U \quad (2.115)$$

$$Eu = 631Re^{-0,3} \quad (2.116)$$

Alınmış düsturlarda:

$$Re = \frac{Ud_{ek}}{\nu} - \text{Reynolds kriterisi,}$$

burada U – axının sürəti, m/san;
 d_{ek} – ekvivalent diametr, m;
 ν - kinematik özlülükdür, m²/san;

$$Nu = \frac{\alpha d_{ek}}{\lambda} - \text{Nusselt kriterisi,}$$

burada α - istilikvermə əmsalı, Vt/m²dərəcə;
 λ - istilikkeçirmə əmsalıdır, Vt/m dərəcə;

$$Pr = \frac{\nu}{a} - \text{Prandtl kriterisi,}$$

burada a – temperaturkeçirmə əmsalıdır, m²/san;

$$Eu = \frac{\Delta P}{\rho U^2} - \text{Eyler kriterisi,}$$

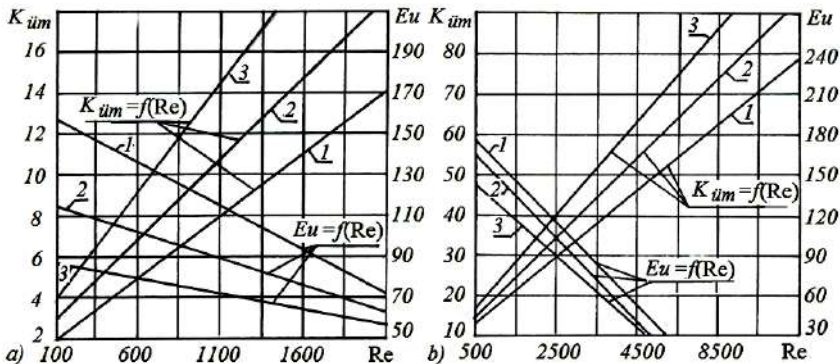
burada ΔP - basqı itkisi, N/m²;
 ρ - mayenin sıxlığıdır, kq/m³.

İstilikdəyişən qablarda divar konstruksiyalarının energetik cəhətdən qiymətləndirilməsi üçün istifadə edirik:

$$\alpha = f \left(\frac{mg\Delta P}{9800F} \right) \quad (2.117)$$

burada m – soyuducunun məhsuldarlığı, kq/san;
 g – sərbəst düşmə təcili, m/san²;
 F – istilikdəyişmə səthi, m².

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, suvarma tipli aparatlarda istilikdəyişmə prosesini intensivləşdirmək üçün səthin qofrlaşması, yaxşı istilikkeçirməli materialdan istifadə olunması və yaxud soyuducu maye axınının qalınlığını nazikləşdirmək tələb olunur.



Şək.2.19. Ümumi istilikötürmə əmsalının və Eyley kriterisinin Reynolds kriterisindən asılılıq qrafikləri:

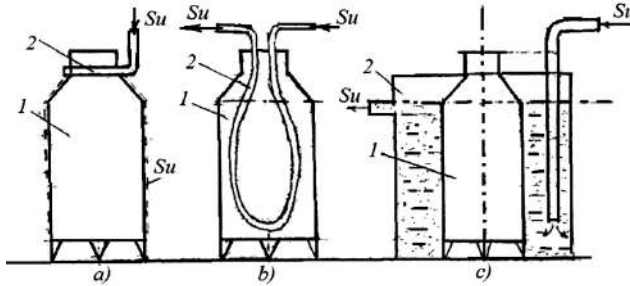
a) AĐM soyuducusundan istifadə etdikdə; b) flayqdan istifadə etdikdə; 1- $G = 0,1$ m/san; 2- $G = 0,3$ m/san; 3- $G = 0,7$ m/san.

Sonuncu amil su pərdəsinin buxarlanmasından əlavə effektin yaranması ilə izah oluna bilər. Bu isə mürəkkəb konstruksiyalı qabların yaradılması deyil soyuducu təsir effektindən səmərəli istifadəyə yol açır.

2.4.5. Sütün qablarda təbii soyuqluq mənbəyindən istifadə etməklə soyudulmasının tədqiqi

Süd qabında toplanmış təzə sağılmış südün suvarma üsulu ilə daha effektiv üsulunu və onun soyutma imkanlarını müəyyən etmək üçün laboratoriya şəraitində müxtəlif konstruktiv sxemlərin (şək.2.20) tədqiqini aparmışdır.

Tədqiqat zamanı quyuda saxlanan soyuducu suyun temperaturu 290°K olmuşdur. Süd qablarının həcmi 36 litrdir. Süd qabına salınan borunun diametri 20 mm, uzunluğu isə 1 m götürülmüşdür [36]. Tədqiqat zamanı südün başlanğıc temperaturu, sonda sabitləşən temperaturu, su sərfiyyatı, südün sabitləşən temperaturuna qədər keçən vaxt (soyutma vaxtı) ölçülmüşdür. Tədqiqatlardan alınan nəticələr cədvəl 2.5-də verilmişdir.



Şək.2.20. Sütün qablarda suvarma üsulu ilə soyudulmasının müxtəlif konstruktiv sxemləri:

a) üzərindən axıdılma; b) içəridən axıdılma; c) suya daldırma;
1-süd qabı; 2-soyuducu vasitə.

Cədvəldən görüldüyü kimi eyni su sərfiyyatında daha tez soyutma üzərindən axıtma üsulundadır. Bu onunla əlaqəlidir ki, süd qabı səthindən axan suyun buxarlanmasının əlavə soyutma effekti vardır.

Təcrübə nəticəsində həm də müəyyən edilmişdir ki, istifadə edilən su 10^0K isindikdən sonra əvvəlki təsirini qorumur. Onu yənidən istifadə etmək üçün təkrar su mənbəyinə qaytarmaq lazımdır. Suyu daldırma ilə müqayisədə üstən axma üsulunun üstünlüyü ondadır ki, birincidə su sərfi çoxdur. Suyu dalma üsulunda isə hovuzda süd qablarının sayından asılı olmayaraq axan suyu yənidən mənbəyə deyil, hovuzun özünə vermək olar.

Üzərindən axıtmada su nazik örtük halında böyük səthdən keçir və az su sərfiyyatı ilə qısa vaxtda südün temperaturunun aşağı düşməsinə kömək edir. Su sərfindən asılı olaraq üzərindən axıtma ilə soyutma sürəti asılılığını həm də soyudulan südün sərf olan suya nisbəti şəklində də öyrənmişik. Alınan nəticələrin əyanılığını təmin etmək üçün onu şəkil 2.21-də qrafiki olaraq göstəririk.

Alınmış nəticələr göstərir ki, soyudulan süd miqdarının soyutma su sərfi miqdarına nisbəti nə qədər çox olarsa suvarma soyutmasında soyutma sürəti bir o qədər aşağı düşmüş olur. Görüldüyü kimi burada soyudulan vahid süd həcminə sərf olunan su vahidinin daha səmərəli istifadə edilməsi tələb olunur.

Müxtəlif konstruksiyalı suvarma soyuducularının tədqiqinin nəticələri

İçəridən axıdılma			
Südün temperaturu, °K		Su sərfi, l/san	Soyutma müddəti, dəqiqə
Başlanğıc	Son		
308	291	0,29	85
308	292	0,20	70
308	292	0,31	80
308	293	0,30	75
309	291	0,27	80
309	291	0,28	70
309	291	0,37	85
309	291	0,37	85
Üzərindən axıdılma			
Südün temperaturu, °K		Su sərfi, l/san	Soyutma müddəti, dəqiqə
Başlanğıc	Son		
308	291	0,30	75
308	291	0,31	60
308	291	0,27	70
308	291	0,31	65
309	291	0,33	80
309	291	0,31	60
309	291	0,50	75
309	291	0,35	75
Suya daldırma			
Südün temperaturu, °K		Su sərfi, l/san	Soyutma müddəti, dəqiqə
Başlanğıc	Son		
308	291	0,46	85
309	291	0,53	85
309	291	0,53	80
309	291	0,46	85
309	291	0,50	80
309	291	0,50	80
309	291	0,53	85
309	291	0,53	85

$$\bar{x} = 0,3 \quad \bar{x} = 78,75$$

$$\sigma = 0,056$$

$$V = 18$$

$$\bar{x} = 0,34 \quad \bar{x} = 70$$

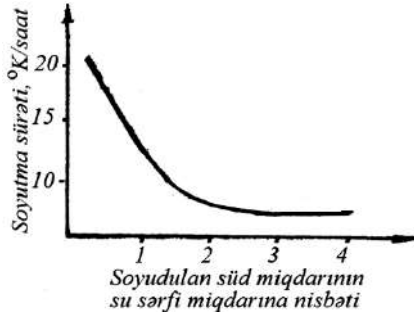
$$\sigma = 0,0023$$

$$V = 0,67$$

$$\bar{x} = 0,5 \quad \bar{x} = 83,125$$

$$\sigma = 0,015$$

$$V = 3,02$$



Şək.2.21. Soyudulan süd miqdarının soyutma su sərfi miqdarına nisbətindən asılılıq əyrisi.

Tədqiqatın nəticələri suvarma soyutma variantlarından qab üzərindən nazik pərdə halında soyuducu vasitənin (suyun) axıdılması konstruktiv sxemin üstünlüyünü və hava axını ilə üfürülməklə təkmilləşmə ehtiyatının olmasını üzə çıxarmışdır.

Sonrakı tədqiqatlarda soyuducu südü eksperimental qurğuda üzərindən axıtma üsulu ilə havalandırma tətbiqi (havalandırma intensivliyi $62,5 \text{ m}^3/\text{saat}$) və aralıq çəndəki suya spirt əlavə etməklə (1:200 nisbətində) davam etdirmişik. Tədqiqat hər iki halda soyutma intensivliyinin və təsir gücünün artmasını, su sərfi və soyutma vaxtının isə azalmasını göstərmişdir. Tədqiqat nəticələri cədvəl 2.6 və cədvəl 2.7-də verilmişdir.

Spirt qatılmış su ilə eksperimental qurğuda südü daha 1°K aşağı soyutmaq mümkündür. Bu zaman təzə sağılmış süd orta olaraq $51,6$ dəqiqəyə 287°K temperatura qədər soyudulmuşdur. Soyutma prosesində 108 litr südü soyutmağa 507 litr su $2,5$ litr spirt tələb olunmuşdur.

Təcrübələri müxtəlif fəsillərdə apararaq havanın temperaturunun dəyişməsinin soyuducu su ilə soyudulan südün son temperaturu arasındakı fərqə (Δt) təsirini müəyyən etmişik. Nəticələr qrafiki olaraq şəkil 2.22-də verilmişdir.

Qrafikdən görüldüyü kimi ətraf mühitin temperaturu artdıqca soyuducu su ilə soyudulan südün son temperaturu arasındakı fərq də azalır. Ancaq havalandırılmayan variantda bu fərq az, havalandırılan variantda isə nisbətən çox olur.

Cədvəl 2.6

Eksperimental suvarma tipli qurğuda üzərindən su axıdılan qablara havalandırma ($62,5\text{m}^3/\text{saat}$) tətbiqi zamanı soyutmanın nəticələri

Südün temperaturu, $^{\circ}\text{K}$		Su			Soyutma vaxtı, dəq
Başlanğıc	Son	Sərfiyyat, l/san	Aralıq çəndə temperatur, $^{\circ}\text{K}$	Havalandırıldıqda temperatur, $^{\circ}\text{K}$	
308	288	0,17	290	287	55
309	288	0,20	290	287	58
309	288	0,20	290	287,4	58
309	288	0,19	290	287	60
309	288	0,17	290	287	60
309	288	0,21	290	289	60
309	288	0,18	290	287,5	55
309	288	0,18	290	287	59

$$\bar{x} = 0,1875$$

$$\sigma = 0,019$$

$$V = 10$$

$$\bar{x} = 287,36$$

$$\sigma = 0,0076$$

$$V = 0,003$$

$$\bar{x} = 58,125$$

$$\sigma = 0,28$$

$$V = 0,48$$

Cədvəl 2.7

Eksperimental suvarma tipli qurğuda üzərindən su axıdılan qablara havalandırma ($62,5\text{m}^3/\text{saat}$) tətbiqi və suvarma suyuna spirt qatdıqda (1:200 nisbətində) soyutmanın nəticələri

Südün temperaturu, $^{\circ}\text{K}$		Su			Soyutma vaxtı, dəq
Başlanğıc	Son	Sərfiyyat, l/san	Aralıq çəndə temperatur, $^{\circ}\text{K}$	Havalandırıldıqda temperatur, $^{\circ}\text{K}$	
309	287	0,15	290	286	45
309	287,5	0,16	290	286,2	50
309	287	0,16	290	286	50
309	288	0,16	290	286	48
309	287	0,17	290	286,4	55
309	287	0,20	290	286,7	60
309	287	0,15	290	286	55
309	287	0,16	290	286	50

$$\bar{x} = 0,16$$

$$\sigma = 0,0063$$

$$V = 3,8$$

$$\bar{x} = 286,16$$

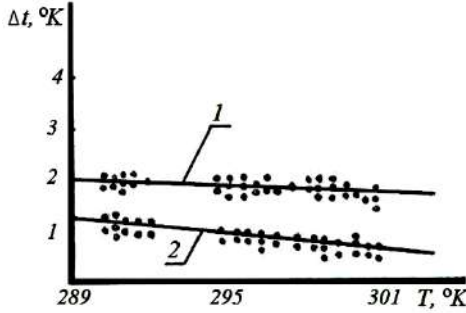
$$\sigma = 0,0075$$

$$V = 0,003$$

$$\bar{x} = 51,6$$

$$\sigma = 0,44$$

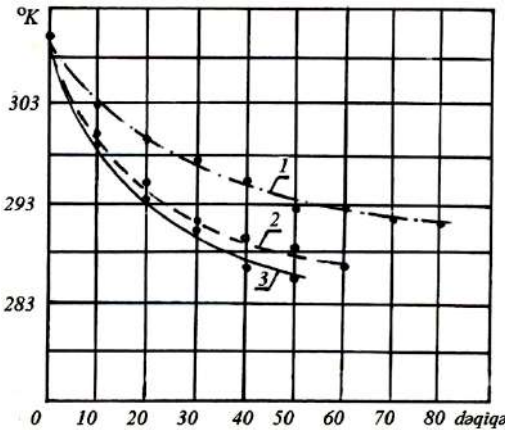
$$V = 0,85$$



Şək.2.22. Su ilə soyudulan südün son temperaturları arasındakı fərqin (Δt) ətraf mühitin temperaturundan (T) asılı olaraq dəyişməsi:

1-havalandırma ilə; 2-havalandırma olmadıqda.

Şəkil 2.23-də üzərindən quyu suyu axıdılmaqla soyutmanın müxtəlif variantlarının əyriləri təsvir edilmişdir. Bu əyrilərdən gördüyü kimi tərkibinə 1:200 nisbətində spirt qatılmış su və havalandırma ilə bidonlarda südü soyutduqda soyutma vaxtına 37,5% qənaət edilməklə südü mümkün hüduda (286^0K) qədər soyutmaq mümkündür.

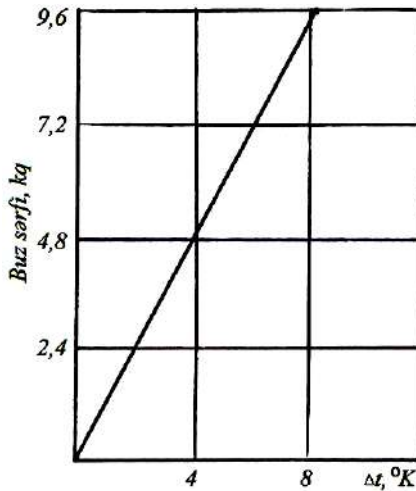


Şək.2.23. Süd qablarında südün soyudulma əyriləri:

1-suyun qab üzərindən axıdılması; 2-suyun qab üzərindən axıdılması və havalandırılması; 3-spirtli suyun qab üzərindən axıdılması və havalandırılması.

Süni havalandırmadan başqa təbii havalandırmadan istifadə etmək mümkündür. Bunun üçün havalandırma kamerasını (tunelini) yelçəkən istiqamətdə qoymaq lazımdır. Xüsusi ilə qış dövründə bu üsulun səmərəliliyi kifayət dərəcədədir.

Əgər yay vaxtı böyük miqdarda südün 1,2 gün saxlanması lazımsa gəlsə onun 283°K və 281°K temperatura qədər soyudulması üçün akkumulyatorda (hovuzda) buzlu sudan istifadə etmək mümkündür. Bu zaman 100 kq südün (3 bidonda) soyudulması üçün təcrübi yolla buz sərfini müəyyən edib onu qrafiki olaraq şəkil 2.24-də vermişik.



Şək.2.24. 100 kq südü qablarda suvarma soyutması ilə soyutduqda akkumulyatorda tələb olunan buz sərfini göstərən qrafik.

Şəkil 2.24-dən görüldüyü kimi 100kq südün hər 2°K soyudulması üçün 2,4 kq buz tələb olunur. Bu variantı tətbiq etmək ehtiyacı olarsa, onda iki mərhələli soyutma daha məqsədəuyğun hesab edilə bilər. Əvvəlcə təzə sağılmış südün adı su ilə 290°K -nə qədər, sonra isə həmin südün buzlu su ilə $281-283^{\circ}\text{K}$ soyutmaq olar. Bu zaman buza tələb azalır və soyutmanın maye dəyəri aşağı düşmüş olur.

2.4.6. Soyutma rejimi və soyutma səthinin əsaslandırılması

Ekspərimental qurğunun əsas rejim və konstruktiv parametrlərini optimallaşdırmaq üçün ekspərimentin planlaşdırılması üsulundan istifadə edilərək minimal sayda xüsusi plan əsasında təcürbi tədqiqatlar aparılmışdır. Optimallaşdırma kriterisi kimi bakterisid fazadan 8 saat keçdikdən sonra süddə bakteriyaların artma əmsalının minimumu götürülmüşdür. Optimallaşma parametrləri olaraq südün soyudulma səviyyəsi (t), süd qablarının soyutma səthi (F), soyudulacaq süd miqdarı (G), və südün köpüklənmə dərəcəsi (ψ). Təcürbələrdə yuxarıda göstərilən 4 faktorun təsiri yoxlanılmışdır. İkinci səviyyədən mərkəzi kompozisiya planı tərtib olunub reallaşdırılmışdır.

Planın matrisası və faktorların variasiya səviyyəsi əlavə 3-də verilmişdir. Təcürbi tədqiqatlarda 4 faktor 5 səviyyədə dəyişdirilmişdir. Reqressiya əmsallarının hesablanması aşağıdakı düsturlarla [83] yerinə yetirilmişdir:

$$b_0 = a_1 \sum_{n=1}^N \bar{y} - a_2 \sum_1^k \sum_{n=1}^N x_i^2 \bar{y}; \quad (2.118)$$

$$b_i = a_3 \sum_{n=1}^N x_i \bar{y}; \quad a_1 = 0,1428; \quad a_2 = 0,0357 \quad (2.119)$$

$$b_{ij} = a_4 \sum_{n=1}^N x_i x_j \bar{y}; \quad i \neq j \quad ; \quad i, j = 1, 2, \dots, k, k=4 \quad (2.120)$$

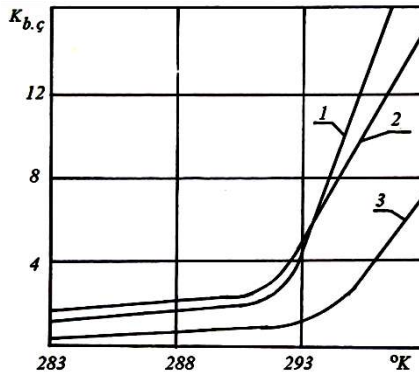
$$b_{ij} = a_5 \sum_{n=1}^N x_i^2 \bar{y} + a_6 \sum_1^k x_i^2 \bar{y} - a_7 \sum_{n=1}^N \bar{y} \quad (2.121)$$

$$a_3 = 0,0417; \quad a_4 = 0,0625; \quad a_5 = 0,0312; \quad a_6 = 0,0037; \quad a_7 = 0,0357$$

Tapılmış əmsallara görə reqressiya tənliyini tərtib edirik:

$$\begin{aligned} \bar{y} = & 4,3754 + 2,6930x_1 + 0,6297x_2 - 0,6188x_3 + \\ & 1,0066x_1 + 0,0025x_1x_2 + 0,0100x_1x_3 + 0,7963x_1x_4 + \\ & 0,0750x_2x_3 + 0,5088x_2x_4 - 0,4013x_3x_4 - 1,4040x_1^2 - \\ & - 2,2851x_2^2 - 1,7672x_3^2 - 1,4078x_4^2 \end{aligned} \quad (2.122)$$

Alınmış qiymətlərdən istifadə edərək bakteriyaların artma əmsalının optimallaşma kriterilərindən asılılıqlarını qrafiki olaraq şəkil 2.25-də veririk.



Şək.2.25. Eksperimental süd soyuducusunun soyutma rejimi və soyutma səthinin optimallaşdırılması üçün qrafiki asılılıq:

1 – süd miqdarı – 100 kq; soyutma səthi – 120 dm²; köpüklənmə dərəcəsi 25%; 2 – süd miqdarı 75 kq; soyutma səthi – 80 dm²; köpüklənmə dərəcəsi 25%; 3 – süd miqdarı 50 kq; soyutma səthi 60 dm²; köpüklənmə dərəcəsi 25%.

Eksperimental soyuducu qurğunun rejim və konstruktiv parametrlərinin südün bakterisid fazasından sonra keçən 8 saat müddətində bakteriyaların artma əmsalına görə optimallaşdırılması qrafikindən görmək olur ki, ən yüksək nəticə soyudulacaq süd miqdarının 50 kq, süd qabının soyutma səthinin 60 dm² olması variantında alınmışdır. Bu zaman südün soyudulma temperaturu 283⁰K olduqda bakteriyaların artma əmsalı 0,5 dəfə, temperatur 288⁰K olduqda 0,75 dəfə və temperatur 293⁰K olduqda 1,25 dəfə olmuşdur.

Temperatur bu hüdudu keçəndən sonra süddə bakteriyaların artma əmsalı sürətlə artmağa başlayır. Südün miqdarı 75 kq, soyudulma səthi 80 dm^2 (bu iki ədəd standart bidona uyğun gəlir) olduqda soyutma səviyyəsinin 283°K qiymətinə bakteriyaların artma əmsalından 1,0 dəfə, 288°K olduqda isə 2 dəfə olduğu müşahidə olunur. Südün miqdarını 100 kq və soyutma səthini 120 dm^2 götürdükdə soyutma temperaturunun 283°K və 288°K qiymətlərində optimallaşdırma kriterisinin qiymətinin o qədər də böyük fərqlə artması müşahidə edilmir. Soyutma rejimi hər üç variantda 291°K -ə qədər etibarlı sayıla bilər. Çünki bu hüdudda bakteriyaların artma əmsalı maksimum 2 dəfəyə bərabərdir ki, bu da onun birinci növ südə qoyulan tələblər çərçivəsindədir. Yalnız soyutma temperaturunun bu hüdudu keçildikdən sonra bakteriyaların təhlükəli miqdarda artması başlayır.

Soyutma səthinin südün həcminə görə hər 1 litrə $1,2 \text{ dm}^2$ götürülməsi məqsədəuyğundur. Südün qablara töküldükdə köpüklənməsinin az olmasına diqqət vermək lazımdır. Elə etmək lazımdır ki, köpüklənmə dərəcəsi 25%-i keçməsin.

•

3. FERMA ŞƏRAİTİNDƏ SÜDÜN PASTERİZASİYASI ÜÇÜN SƏMƏRƏLİ TEXNOLOGİYA VƏ KONSTRUKSİYANIN İŞLƏNMƏSİ

Ölkənin süd və süd məhsullarına olan tələbatını tez və düzgün həll etmək üçün nəinki ümumi süd istehsal həcmi artırmaq, eyni zamanda istehsal olunmuş məhsulun tam və məqsədə uyğun şəkildə istifadə olunmasına və xüsusi olaraq itkisinin azaldılmasına nail olmaq lazımdır.

Digər tərəfdən hazırda qida məhsullarının təhlükəsizliyi beynəlxalq menecment sistemləri tərəfindən işlənmiş bir sıra ciddi tələbləri əsasında nəzarətə alınmışdır [68].

Süd qiymətli qida məhsulu olmaqla yanaşı, bunda müxtəlif mikroorqanizmlərin tez bir zamanda artıb inkişaf etməsi də məlumdur [23,40]. Adı saprofit mikroblara südün turşumasına və xarab olmasına səbəb olur. Bundan başqa süddə xəstəlik törədən mikroorqanizmlər də arta bilər ki, bu zaman o təhlükəli olub, epidemiya və epizootiya mənbəyinə çevrilə bilər. Odur ki, süd patogen mikroorqanizmlərlə sirayət olduqda onun təhlükəsizliyini təmin etmək, saxlanma və nəql olunma zamanı dayanıqlığını artırmaq məqsədi ilə onun bakteriyalara qarşı becərilməsi məsələsi qarşıya çıxır.

İndiyə kimi südün bakteriyalara qarşı becərilməsi süd zavodlarında pasterizator vasitəsi ilə həyata keçirilirdi. Bu pasterizatorlar zavod emal xətti məhsuldarlığına uyğun olmaqla böyük buxar və enerji sərfi tələb edirlər. Hazırda hər bir fermerin süd sənayesi xaricində bir başa ticarətə süd və süd məhsulları satması reallığa çevrilmişdir. Bu şəraitdə fermerlərin mövcud pasterizatorlardan istifadə etməsi imkan xaricindədir.

Hazırda südün xarab olmasından təsərrüfatlara milyon manatlarla ziyan dəyməklə yanaşı böyük miqdarda ərzaq məhsulu isə satışa çıxarıla bilmir [24]. Digər tərəfdən süd məhsulları ilə yayıla bilən xəstəliklərin artmasına imkan yaranmış olur.

Südün bakteriyalara qarşı istiliklə işlənməsinin primitiv üsulları öz etibarlılığına və məhsul çıxımı və keyfiyyətinin qorunması baxımından qarantiyası təmin edilmiş deyildir.

Bakteriyaya qarşı mübarizə süd zülalının denaturalizasiyasını şiddətləndirmək, yağıın keyfiyyətini və digər məhsulların tamına mənfə təsir göstərmədən aşağıdakıları təmin etməlidir:

- mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyətini və inkişafını dayandırmalı;
- mikroorqanizmləri məhv etməli;
- mikroorqanizmlərin məhvi ilə südə bakterisid xüsusiyyət verməli.

Südün termiki işlənməsi onun fiziki vəziyyətində və kimyəvi tərkibində arzu olunmayan dəyişikliyə gətirməməli, onun qidalılıq dəyərini azaltmamalıdır.

Bakteriyalara qarşı südün işlənməsini sağımdan sonra dərhal yerinə yetirmək məqsədəuyğundur. Bu zaman südün başlanğıc istiliyinin 30°C-dən yuxarı olduğu üçün istiliyə qənaət edilə bilər. Bundan başqa süd sağımdan sonra saxlandıqda onun tərkibindəki mikroorqanizmlər daha dayanıqlı vəziyyət əldə edə bilirlər ki, bu da onların sonradan məhvinə çətinləşdirir. Belə südü zərərsizləşdirmək üçün mikroorqanizmlərə daha intensiv təsir göstərmək tələb olunur. Bu isə südün özündə daha dərin dəyişikliyə səbəb olur [77]. Süd pasterizə edilmədən saxlanan zaman onun tərkibindəki mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyətinin məhsulları da artır ki, bu termiki işlənmə ilə aradan götürülə bilmir. Beləliklə, südün fermada pasterizə edilməsi aktual olmaqla daha ucuz və effektiv texnologiya və qurğunun işlənməsini vacib etmişdir.

Südün istiliklə işlənməsi rejimi mövcud şəraitdən asılı olaraq alçaq temperaturu (65-70°C) pasterizasiyadan yüksək temperaturu (116-140°C) pasterizasiyaya qədər geniş diapazonda dəyişə bilər. Çox vaxt yüksək temperaturu pasterizasiya lazım gəlir. Çünki bu üsulda südün patogen mikroflorası, o cümlədən sporelər daha etibarlı şəkildə məhv edilir.

Südün yüksək temperaturu pasterizasiyası və yaxud sterilizasiyası kəskin buxar (150°C) köməyi ilə yerinə yetirilir. Belə bu-

xar qızdırıcı kameraya və yaxud bilavasitə südün daxilinə buraxılır. Müasir fermer-kəndli təsərrüfatlarında belə texnologiyadan istifadə etmək olduqca çətindir. Çünki bunun üçün buxarhazırlayıcı qurğu və bu avadanlıqları işlədə bilən xüsusi hazırlıqlı mütəxəssislərin olması lazım gəlir. Bu səbəbdəndir ki, xüsusi ferma pasteurizatorları-uzunmüddətli pasteurizasiya vannaları, ОПФ-1-300 pasteurizəedici-soyuducu qurğular təsərrüfatlarda tətbiq tapa bilmirlər [27]. Bundan başqa uzun müddətli pasteurizasiya vannaları yüksək keyfiyyətli pasteurizasiya təmin etməməklə yanaşı həm də kiçik istilik rəqenerasiya əmsalına malikdirlər. Südün uzun müddətli pasteurizə edilməsi zamanı onda olan bir sıra faydalı maddələrin inaktivizasiyası baş verir. ОПФ-1-300 tipli pasteurizatorlarda südün daha yüksək səviyyədə pasteurizasiyası, yəni onun 100°C-dən artıq temperatur ilə işlənməsi mümkün olmur. Bu qurğuların işlədilməsi zamanı növbəlik xidmət işləri olduqca əmək tutumludur.

Yuxarıda da qeyd etdiyimiz kimi fermer təsərrüfatından bir başa satışa çıxarılaacaq süd geniş temperatur diapazonunda- 65°C-dən 140°C-yə qədər istiliklə işlənmə imkanına malik olmalıdır [118, 314]. Bu işi yerinə yetirən texnoloji avadanlıqlar və texniki vasitələr sadə konstruksiyalı olmaqla, asan istifadə olunmalı, onlara xidmət də çətin olmamalıdır. Bu qurğularda istənilən istilik rejimində işlənmiş süd tamamı və ərzaq xassələri dəyişməməlidir. Bu tələblərin xüsusiyyəti prosesin daha çox elektromexanikləşdirmə əsasında həll edilməsinə birincilik verir. Südün fermer təsərrüfatlarında ilkin emalının, o cümlədən pasteurizasiyasının elektromexanikləşdirilməsi prosesin intensivləşdirilməsini, ayrı-ayrı əməliyyatların operativ nizamlanması və avtomatlaşdırılmasını, həmçinin hazırda mövcud olan ağır metal tutumlu, enerji tutumlu vasitələrin daha əlverişli variantlarla əvəz edilməsinə imkan verir. Bundan başqa bahalı enerji yerinə, daha ucuz elektrik enerjisindən istifadə edilməsi və prosesin maya dəyərinin azalmasına şərait yaradılmış olur. Təsərrüfatlarda qazanxanaların qurulmasına ehtiyac azalır.

Elektromexanikləşdirilmiş texnologiyaların tətbiqi süd istehsalı ilə məşğul olan fermer-kəndli təsərrüfatlarında texnoloji proseslərin sadələşməsinə, işlərin asan idarə olunmasına, südçülük

mədəniyyətinin artmasına, süd və süd məhsullarının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına şərait yaradır. Bu prinsiplərə əsaslanan texniki vasitələri həm stasionarda, həm də yaylaq və dağlıq şəraitdə istifadə edilmə mümkünlüyü, onun bir daha respublikanın heyvandarlıq xüsusiyyətlərinə cavab verəcəyini göstərir [47, 48].

Bununla belə qeyd olunan pasterizatorların sənaye nümunələrini hələ kifayət qədər təkmilləşmiş hesab etmək tezdir. Burada istilik itkisi çoxdur. Bu qurğuların müxtəlif variantlarının təklif olunmasına baxmayaraq onların iş prosesi və rejimləri, əsas parametrləri kifayət dərəcədə əsaslandırılmamış, bunların kiçik təsərrüfatların istehsal proseslərində istifadəsi hələ də məhdud səviyyədə qalmaqdadır.

Göründüyü kimi fermer təsərrüfatlarında istehsal olunan südün təhlükəsizliyi və itkisini azaltmaq üçün onun termiki işlənməsinin əlverişli texnologiya və qurğusunun olmaması aktual problem olaraq qalmaqdadır. Problemin genişliyi və xüsusiyyəti onun həllinin yalnız mövcud pasterizasiya üsullarının təhlili əsasında elmi və praktik sahədə toplanmış təcrübədən istifadə edərək pasterizator qurğusunun təkmilləşdirilməsi istiqamətində elmi tədqiqat işinin yerinə yetirilməsi ilə mümkün olacağını göstərir.

Bu tədqiqat işi məhz elektrik enerjisinə əsaslanaraq axımlı, konduktiv pasterizasiya üsulu və onun səmərəli konstruksiyasının işlənməsinə istiqamətlənmişdir.

3.1. SÜDÜN TERMİKİ İŞLƏNMƏSİNİN MÜASİR VƏZİYYƏTİ

3.1.1. Süd sənayesinin inkişafında müasir vəziyyət

Ölkədə aparılmış islahatların başlıca məqsədi olmaqla inkişaf etmiş bazar iqtisadiyyatı hərtərəfli əmtəə bazarına, o cümlədən ərzaq bazarına əsaslanır ki, süd və süd məhsulları bazarı da bunun mühüm tərkib hissəsi sayılır. Hazırki zamanda respublikamızda tam dəyərli süd məhsulları bazarının formalaşması öz başlanğıc mərhələsindədir. Bu mərhələ keçid dövrünün əvvəllərindən baş verən proseslərin kortəbiiyi ilə xarakterizə edilə bilər. Birinci növbədə bu onunla əlaqədardır ki, təsərrüfatçılığın yeni iqtisadi şəraitinə keçiddə dövlət əmtəə axınlarına ciddi nəzarəti öz üzərinə götürmədi. Bu isə əhalinin ərzaqla təminatında öz mənfi təsirini göstərdi. Keçid dövrünün qaçınılmaz olan çətinliklərini düzəldə bilən yeni sistemin fəaliyyət mexanizminin yaranması isə söz yox ki, vaxt tələb edirdi.

Bazar iqtisadiyyatına keçid dövründə yerli istehsalçılar tərəfindən əmtəə təklifinin azaldığı bir şəraitdə süd məhsulları bazarının formalaşması məhsul istehsalının kəskin şəkildə düşməsinə səbəb olmuşdur. 1999-cu ildə ölkə üzrə süd və süd məhsullarına tələbat tam ödənilmirdi. Daxili istehsal tələbatın 13,3%-ni (istehsal həcmi 223,2 min ton, tələbat 1682,5 min ton) ödəyə bilmişdir [8].

2000-ci ildən başlayaraq hər il adambaşına süd istehsalı artmaqdadır. Respublikada əhalinin zəruri ərzaq məhsulları ilə təmin edilməsi məqsədilə aqrar bölmədə aparılan köklü islahatlar bu sahənin daha sürətlə inkişafına əlverişli zəmin yaratmışdır. Dövlət tərəfindən kənd təsərrüfatı istehsalçılarına və emal müəssisələrinə geniş texniki və maliyyə dəstəyi aqrar bölmənin inkişafında mühüm rol oynayır. 2003-cü illə müqayisədə 2008-ci ildə süd istehsalı 18,3% artmışdır [1]. Bununla belə süd bazarında xarici mallar özünəməxsus yer tutur və rəqabətə təsir göstərir. Yerli məhsullar əsasən Bakıda yerləşən bir neçə iri kombinat tərəfindən istehsal edilir. Fermer təsərrüfatları birbaşa yerlərdə kiçik emal sexləri təş-

kil etmək imkanına malikdirlər, lakin hazır məhsullar bazarına çıxmaqda çətinlik çəkirlər. Əksər fermerlər emal avadanlığı, texnoloji proses, bu sahədə iqtisadi səmərə təmin edən üsullar tətbiq etməyə malik deyillər. Kənd və rayon yerlərində ənənəvi olaraq südün sağımdan sonra satışına və istehsalına üstünlük verilir. Bu da son nəticədə keyfiyyətə nəzarəti çətinləşdirir, iqtisadi mənfəətin aşağı düşməsinə, süd məhsullarının çeşidinin azalmasına səbəb olur.

Süd bazarının əsas inkişaf istiqamətlərindən biri ölkədə rəqabət mühitinin yaradılmasından ibarətdir. Bu cəhətdə süd sənayesinin keçmiş ənənələri və idxal məhsullarının yaratdığı vəziyyət müəyyən dərəcədə təsirini göstərməkdədir.

Ölkədə süd sənayesinin formalaşması dövründə əhalinin süd və süd məhsulları ilə təmin edilməsi ərzaq fondunun formalaşdırılması və paylanmasının mərkəzləşdirilmiş sistemi çərçivəsində həyata keçirilmişdir. Burada ərzaq məhsullarına dövlət qiyməti müəyyənləşdirilməsində ciddi reqlament mövcud olmuşdur. Söz yox ki, belə şəraitdə süd və süd məhsulları bazarında istehsalçının rəqabət aparması vacib faktor kimi təsirə malik deyildi. Ölkədə əsas süd emalçıları və süd məhsulları istehsalçıları ərzaq sənayesinin müvafiq sahəsi tərkibində birləşmiş süd sənayesi müəssisələrindən ibarət idi.

İstər keçid dövründə və istərsə hazırkı dövrdə ölkədaxili süd və süd məhsulları bazarında yaxın və uzaq xarici dövlətlərin, həmçinin Müstəqil Dövlətlər Birliyi ölkələrindən olan idxal müəyyən təsir gücünə malikdirlər. 2006-cı ildə idxal olan kərə yağı 4,2 min ton, üzlü pendir isə 2,6 min ton təşkil etmişdir. İdxal olunan süd məhsulları içərisində hazırda yenə birinci yerdə kərə yağı, ikinci yerdə isə üzlü pendir durur. İdxal həcminə görə bunlardan sonra xama, kəsmik, qatılaşmış süd, quru süd və digərləri yer alır. Bu məhsullar pul dəyəri ilə milyonlarla ABŞ dolları həcmində olur.

Son vaxtlara qədər taxıl və taxıl məhsulları üzrə üstünlük təşkil edən bu məhsulları olduqca böyük miqdarda dünya bazarına ixrac edən ölkələr, hazırda həm istehsal həcminə, həm daxili istehlak və ixrac həcminə görə süd məhsulları üzrə üstünlük qazanma-

ğa başlayırlar [225]. Avropa ölkələrindən kənarda belə ölkələr sırasında Yeni Zelandiyanı, Avstraliyanı, Argentinanı görmək mümkündür. Ən çox süd istehsal edən ölkələri aşağıdakı kimi sıralamaq mümkündür: ABŞ (84,189 mln.ton); Hindistan (43,481 mln.ton); Çin (35,574 mln. ton); Rusiya Federasiyası (31,915 mln. ton); Almaniya (28,403 mln.ton); Braziliya (26,944 mln.ton); Fransa (24,374 mln.ton); Yeni Zelandiya (15,618 mln.ton); Böyük Britaniya (14,023 mln.ton); Polşa (12,096 mln.ton); Türkiyə (11,279 mln.ton) [341].

ABŞ həmçinin kərə yağı istehsalını xeyli artıraraq yağ istehsalçı ölkələr arasında birinci yerə çıxmışdır. Buna baxmayaraq ABŞ həmçinin yağ idxal edən ölkədir. ABŞ-da sənayeləşmənin inkişafı süd məhsullarına ölkədaxili tələbatı xeyli artırmışdır.

Nəzərə almaq lazımdır ki, kapitalist iqtisadiyyatı şəraitində südçülük təsərrüfatlarının keçdiyi yolu Azərbaycanın daha sürətlə keçəcəyi ehtimal olunur. Bütün bunlar yeni şəraitdə süd istehsalçılarının daha mükəmməl texnologiya və texniki vasitələrlə təmin olunmasını, bu faydalı məhsulun dünya standartları səviyyəsində və elmi əsaslar üzərində inkişaf etdirilməsini tələb edir.

Rusiya Federasiyasında süd sənayesinin problemlərinin həlli ilə Ümumrusiya Süd Sənayesi Elmi-Tədqiqat İnstitutu, Ümumrusiya Yağ və Pendir Sənayesi Elmi-Tədqiqat İnstitutu, "Углич" Elm-İstehsalat Birliyi, onların filialları və ali təhsil müəssisələri məşğul olurlar [197]. Dünya təcrübəsində süd istehsalı sahəsinə yeni daha müasir texnologiyalar tətbiq edilməkdədir. Südçülüyn inkişaf etdirilməsində əldə olunan nailiyyətlər südün ilkin və tam emalı sahəsində mövcud texnologiyaların təkmilləşməsinə və yenilərinin işlənməsinə təkan verir. Hazırda südçülük sahəsində hansısa müvəffəqiyyətləri əldə etmək, süd və süd məhsulları istehsalı onların saxlanması, keyfiyyətin qorunması, itkilərin azaldılması, xərclərin azaldılması üçün süddə baş verən biokimyəvi proseslərin mahiyyətinin öyrənilməsi, ziyanlı halların önlənməsi tədbirlərinin elmi-tədqiqat məlumatları əsasında həyata keçirilməsi ilə mümkündür. Məhz bu tədbirlərin mütəmadiyi ölkənin Ərzaq Proqramının həyata keçirilməsində əhəmiyyətli rol oynamaq iqtidarında-

dır. Süd istehsalında qeyd olunan kompleks üsulların təsiri əhəlinin qida strukturunun yaxşılaşdırılmasına, gündəlik rasionda süd və süd məhsulları istifadəsini tibbi normalara uyğunlaşdırmaqda əhəmiyyətli rol oynaya bilər.

3.1.2. Südün bakterioloji təmizliyi üzrə araşdırmaların qısa təhlili

Süd dünyada ən çox yayılmış qida maddələrinin başında durmaqla, xüsusi ilə inkişaf dövründə olan insanlar üçün ideal bəsləmə məhsuludur. Süd də çörək kimi bəşəriyyətin beş min ildən də çox bundan qabaq istifadəsinə başladığı məhsuldir. Süd, insanın dünyaya gəlişinin ilk ayında yeganə qida məhsulu sayılır. Akademik İ.P.Pavlov qeyd edirdi ki, "süd təbiətin özü tərəfindən hazırlanmış ecazkar qidadır". Müəyyən edilmişdir ki, bu məhsul 100-dən artıq qiymətli komponentlərə malikdir. Buraya orqanizmin həyat fəaliyyəti üçün bütün lazım olan maddələr: zülallar, yağlar, karbohidratlar, mineral duzlar və vitaminlər daxildir [181, 209].

Daha qədim vaxtlardan süd bir sıra xəstəliklərə qarşı müalicə vasitəsi kimi istifadə olunmuşdur. Qida rasionuna südün daxil edilməsi onun tam dəyərli olmasına, həzm vəzlərinin ifrazına yaxşı təsir göstərərək bütün komponentlərin həzm prosesinə kömək edir. Elmi cəhətdən əsaslandırılmış normalara görə insanın qida rasionunun üçdə birini (gündəlik qida tələbatının 3000 kalori olduğu halda bu 1000 kalori edir) süd və süd məhsulları təşkil etməlidir. Rusiya Federasiyası Elmlər Akademiyasının Qida İnstitutu tərəfindən 1 adamın illik süd məhsullarına tələb norması (392 kq süd hesabı ilə) aşağıdakı qaydada müəyyən edilmişdir: üzlü süd-116 kq, kərə yağı-6,1 kq, smetana-6,5 kq, kəsmik-8,8 kq, pendir-6,1 kq, dondurma-8 kq, süd konservaları-3 kq, üzsüz süd-12,3 kq.

2008-ci ildə adambaşına süd məhsulları istehlakı süd hesabı ilə Azərbaycanda 178,3 kq, Rusiya Federasiyasında isə 243 kq olmuşdur. Qeyd olunur ki, orqanizmin normal çalışması üçün yetkin yaşda insanın rasionunda 25%, uşaq və yeniyetmələrin rasionuna 50% süd və süd məhsulları daxil edilməlidir.

Qeyd olunanlar südün insanın qidalanmasında nə qədər əhəmiyyətli rol oynamasını göstərir. Bütün bunlarla yanaşı südlə əlaqəli bir sıra məlumatlar da diqqəti çəkir. Dünyada ən çox istifadə olunan qida maddəsi olmaq səbəbi ilə süd eyni zamanda bir çox xəstəliyin yoluxmasında və yayılmasında da bir vasitəçi rolunu oynayır. İnsanlara çiy süd və ya çiy süddən əldə edilmiş məhsullar vasitəsi ilə yoluxan bruselloz, ciddi sağlamlıq problemlərinə səbəb olur. Patogen mikroorqanizmlərin çoxu süddə canlı qala bildikləri, salmonelloz, stafilokokkus, koliform streptokokkus və bunlara bənzər bakteriyaların çoxaldıqları üçün təzə südün istiliklə işlənmədən içilməsi təhlükəli nəticələr doğura bilər.

Türkiyə bioloqlarından İ.H.Arık [18] Bursada istehsal olunan südlərdən nümunələr götürərək laboratoriya şəraitində tədqiqat aparmışdır. Bioloq analiz etdiyi süd nümunələrində çürümə (kəsilmə), turşuma və xarab olma üçün bakteriya artmasına rast gəlməmişdir. Onun bildirdiyinə görə buna səbəb süd nümunələri götürülən zavodlarda südün yüksək temperaturda (72°C) ən azı 15 saniyə istiliklə işlənməsi və dərhal 10°C soyudulması olmuşdur. Məlumatda həmçinin qeyd olunur ki, $63\text{--}65^{\circ}\text{C}$ -də 30 dəqiqə saxlanmış süd nümunələri də yaxşı qiymətləndirilmişlər.

İ.H.Arık qeyd edir ki, əhali arasında olan "pasterizə və ya sterilizə edilmiş süd qeyri-sağlam, çiy süd isə sağlam süddür" fikri barədə mübahisəli düşüncə yaratmaq olduqca yanlışdır. Əks halda çiy süddə olma riski çox olan və xəstəliklərə yol açan tuberkulyoz, bruselyoz mikroorqanizmlərinin qarşısı necə alınır bilər. Söz yox ki, çiy süddə xəstəlik törədən bu bakteriyaların olması ehtimalı çox olduğu üçün onlar ya pasterizasiya və yaxud sterilizasiya edirlər. Burada belə bir sual qoyulur ki, istiliklə işlənmiş südlərin qidalılığı aşağıdır mı? İ.H.Arığın fikrincə UHT (Ultra High Temperature) ultra yüksək temperaturda işlənmiş südlər $135\text{--}140^{\circ}\text{C}$ -də 4 saniyə müddətində işləndikləri üçün süddəki bütün mikroorqanizmlərin məhvi ilə birlikdə, vitamin C, B₆, B₁₂, folik turşusu, tiamin və digər istiliyə həssas vitaminlərin parçalanmasına, proteinlərin denaturasiyasına, onların bioloji dəyərinin azalmasına, dad və rəng dəyişikliklərinə səbəb olur.

Dünyanın bir çox ölkələrində (Türkiyədə də) çiy süd satışı qadağan edilmişdir. Orta Şərqdə isə çiy dəvə südü çöllük bölgələrdə geniş sürətdə satılır. Kiçik şəhərlərdə də çiy süd satılır. Yalnız iri şəhərlərdə çiy süd satışına qadağan qoyulmuşdur. Dünya miqyasında Afrika ən az süd istehlak olunan qitədir. Bir çox qəbilələrdə ümumiyyətlə pasterizə edilməmiş süddən istifadə olunur. Avropa ölkələrində və ABŞ-da artıq UHT ilə işlənmiş süddən istifadə olunmur. Burada süd alıcıları ya sertifikatlaşmış çiy süd, yaxud pasterizasiya edilmiş süd alırlar. Çiy süd alanlar onun ilkin emalını və sonrakı emalını özləri yerinə yetirirlər. Asiyada da çiy südün geniş şəkildə satılması məlumdur. Bunun əksinə isə Avstraliya, Kanada və ABŞ-ın bir çox ştatlarında çiy süd satışı qadağandır.

Qida və kənd təsərrüfatı təşkilatı daim çiy südün təhlükələri haqda məlumatlar yayır. Sertifikatlı çiy süd yalnız yüksək sanitariya-gigiyenik şərait təmin olunmuş istehsalatı olan ölkələrdə icazəli olmuşdur. Türkiyə mütəxəssisləri hələ bu ölkənin sertifikatlı çiy süd satışı üçün hazır olmadığını bildirirlər. Burada bir xüsusiyyəti də nəzərə almaq lazımdır ki, çiy süd və ya istiliklə işlənməmiş süd məhsulları qoyulduqları qabla birbaşa təmasda olduqları üçün belə qablar xəstəlik törədən bakteriyaların miqrasiyası üçün şərait yaratmış olurlar. Odur ki, təhlükəni aradan götürmək, əhalini sağlam və qiymətli qida məhsulları ilə təmin etmək üçün südün pasterizasiya olması olduqca vacibdir. Burada süd və süd məhsullarına özəl nəzarətin olmasına da ehtiyac vardır. Yalnız südlərin səlahiyyətli təşkilatlar tərəfindən tez-tez yoxlanması şəraitində cəmiyyətdə sağlamlığın qorunmasında müsbət nəticə əldə etmək mümkündür.

Qeyd olunanları yekunlaşdıraraq belə ifadə etmək mümkündür ki, süd öz tərkibinə görə təbii və balanslaşmış məhsul olduğundan əsas ərzaq məhsulu sayılır. İlk baxışdan süd və süd məhsulları istehsalı sadə görünsə də, əslində bu bir sıra ciddi normativ tələblərlə əlaqəli yüksək səviyyəli texnoloji prosesdir. Hətta üzlü süddən realizasiya məqsədi ilə məhsul istehsal etdikdə bu zaman onun termiki təsir köməyi ilə işləyərək nəinki saxlanması, həmçinin onun vitaminlər, amin turşuları və digər komponentlər üzrə balanslaşdırılmış ümumi tərkibinin pozulması vacibdir. Odur ki,

məsələyə elmi-texniki və texnoloji baxımdan kompleks yanaşma tərzii süd istehsalının və süd sənayesinin əsas inkişaf mənbəyi sayıla bilər.

3.1.3. İstiliklə işlənmə prinsipinin və istilik dəyişdiricilərin formalaşma xüsusiyyətləri

Ümumilikdə pasteurizasiya anlayışı qida maddəsi içindəki zərərli orqanizmləri və xarab edici elementləri yox etmək məqsədi ilə tətbiq edilən istiliklə işlənmə üsuludur. Bu üsulun həyata keçirilməsi üçün lövhə istilikdəyişdiricilərindən istifadəyə əsaslanaraq maye qidaların pasteurizasiyası sistemi düşünülmüşdür. Sistem həm enerjiyə qənaəti, həm də məhsulu qısa müddətdə istənilən səviyyəyə gətirməyi bacaran olmalıdır.

Laboratoriya mühitində həyata keçirilən təcrübədə yeyinti sənayesində istifadə edilən böyük qabaritli bir pasteurizator laboratoriya şəraiti üçün hazırlanmış və onda çiy süd pasteurizə edilmişdir. Armfield HTST (High temperature short Time- Yüksək temperatur, qısa vaxt) pasteurizatoru tətbiq edərək həyata keçirdiyi pasteurizasiya əməliyyatı nəticəsində lövhələrin istilik ötürməsinin $171,95 \text{ Vt/m}^2\text{°C}$ və axma rejiminin laminar olduğunu müəyyən etmişdir.

Süd satışa çıxarıldıqda və ya bundan müxtəlif məhsulların hazırlanmasında onun tərkibindəki mikroorqanizmlərin məhv edilməsi tələb olunur. Buna pasteurizator qurğusunda isti tətbiqi ilə işlədikdə nail olunur. Pasteurizator sözü məhsulun bu cür istiliklə işlənməsini tapan fransız alimi Luis Pasterin adından götürülmüşdür. Paster 1860-1864-cü illərdə şərabı bir neçə dəqiqə $50-60\text{°C}$ -də saxlamış və bunun nəticəsində xarab olmanın qarşısının alındığını müşahidə etmişdir. Süddən müxtəlif məhsulların alınmasında istilik tətbiqi Pasterdən də qabaq həyata keçirilirdi. Azərbaycanda südün yalnız qaynadıldıqdan sonra içilməsi çox qədimdən bir qayda halında olmuşdur.

Demək digər məhsullarda tətbiqi kimi südün də pasteurizə olunmasında güdülən məqsəd süd və süd məhsullarına yoluxmuş bütün xəstəlik törədən mikrobların öldürülməsi, südün dayanıqlıq

xassəsinin artırılmasıdır. Süd və süd məhsulları üçün əsasən iki tip pasterizasiya tətbiq edilməlidir: aşağı istilik dərəcəsinə uzun zaman saxlamaq (low temperature long time, LTLT) və yüksək istilik dərəcəsinə qısa zaman saxlamaq (high temperature short time, HTST) metodu. LTLT metodunda süd 61,7°C-də ən az 30 dəqiqə saxlanılır. Azərbaycanda bu üsul 63-65°C temperaturlar şərti ilə tətbiq olunur. HTST metodunda süd 71,1°C temperaturda ən az 15 saniyə saxlanılır. Bəzi ölkələrdə bu üsulda 72-75°C temperaturda südün 15-20 saniyə saxlanması qeyd olunur. Südün istiliklə işlənməsi üçün tətbiq edilən pasterizasiyanın xüsusiyyəti koksial burnett bakteriyasının yox edilməsi şəklində qiymətləndirilir.

Qida sənayesində istilikötürmə vasitələrinin tətbiqində ən əhəmiyyətli işlər müxtəlif qida maddələri üçün müvafiq istilik dəyişdiricilərinin seçilməsi ilə əlaqəli işlərdir. Qida sənayesi zavodlarında borulu, lövhəli, sıyrııcı səthli, buxar püskürdücülü və buxar enfüzyonluları olmaqla çox müxtəlif tiplərdə istilik dəyişdiricilər mövcuddur. Son ikisi sadəcə qızdırmaq məqsədi ilə istifadə edilir.

Borulu istilik dəyişdiricilər çox müxtəlif şəkillərdə ola bilərlər. Ən çox rast gəlinəni iç-içə geydirilmiş borular şəklindədir. Belə qurğuda məhsul içəridəki borudan, qızdırıcı (su buxarı) isə üstdəki köynəkdən ya eyni istiqamətdə və ya əks istiqamətdə hərəkət etdirilir. Üç borulu istilik dəyişdiricilər də vardır. Burada qızdırıcı agent həm ən iç və həm də ən xarici boru ilə məhsul isə ortadakı borunun içi ilə axıdılır.

Lövhəli istilik dəyişdiricilərində məhsul çox nazik bir pərdə təbəqə halında qızdırılmış iki səth arasından axıdılır. Bu şəkildə məhsulun temperaturu çox sürətli şəkildə yüksəlir. Ümumilikdə məhsulun istilikötürücü səth üzərindən bir dəfə keçməsi kifayət edir. Lövhəli istilik dəyişdiriciləri üçün konveksiya istilik ötürmənin isti lövhə səthinə, bundan isə məhsula ötürülməsi əsas götürülmüşdür.

Sıyrııcı səthli istilik dəyişdiricilərindən əsasən yüksək özlülüklü, qeyri nyuton mayələrin istiliklə işlənməsində istifadə edirlər. Bu, yeyinti sənayesində çox istifadə olunan bir istilik dəyişdirici tipidir. Bu tip bir istilik dəyişdiricisi cüt borulu istilik dəyişdirici-

sinə bənzəyir. Ancaq əlavə olaraq istilik ötürən səth üzərində hərəkət edən sıyrııcı bıçaq vardır.

Birbaşa təmaslı istilik dəyişdiricilərdə məhsula istilik birbaşa təmasla ötürülür. Bunlar iki tip istilik dəyişdiricili olmaqla buxar püskürdücülük və buxar enfüzyolu sistemlərdir. Buxar püskürdücülük sistemində bir boru içindən axmaqda olan məhsul üzərinə buxar ejectionu (püskürdülmesi) tətbiq edilir. Beləliklə, buxar zərrəcikləri və məhsul arasında istilik alış-verişi olur, nəhayətdə buxar tamən kondensasiya olunur. Buxar enfüzyonu sistemində isə maye halında olan məhsul qızdırıcı mühitə- içərisində buxar olan mühitə püskürdülür.

3.1.4. Pasterizasiya prosesinin öyrənilmə səviyyəsi və tələblərin inkişaf etdirilməsi

Pasterizasiyada əsas məqsəd patogen toksinyaradan mikrofloranın məhv edilməsi və fermentlərin inaktivasiyasıdır. Pasterizasiya nəticəsində süd və süd məhsullarından insana yoluxucu xəstəliklərin keçmə təhlükəsi aradan qalxır və südün daha uzun müddət saxlanması imkan yaranır [104]. Qeyd etmək lazımdır ki, təsərrüfatlarda sağlam inəklərdə gizli mastitin olma ehtimalı olduqca böyükdür [311].

Xəstə inəkdən, xəstələnmiş işçinin əlindən, çirklənmiş yeməkdən, sudan, qabdan və sairədən bakterulyoz, bruselyoz, çuma, sibir xorası, bağırsağ çöpü və bu kimi xəstəlikləri törədən patogen mikroorqanizmlər südə düşə bilər. Bu xəstəliklərin süd vasitəsi ilə insana keçmə ehtimalı da böyükdür. Müxtəlif patogen mikroorqanizmlərin temperatura dayanıqlılığı eyni deyildir. Bir qayda olaraq patogen mikroorqanizmlər o qədər də yüksək olmayan temperaturda ölürlər. Sporyatmayan mikroorqanizmlər arasında qızdırılmaya qarşı daha dözümlü olanları bakterulyoz çöpləridir. Bakterulyoz yaradan mikroorqanizmlər 60-65°C-də 30 dəqiqə ərzində ölürlər. Ancaq bəzi məlumatlarda bakterulyoz çöpünün məhv edilməsi üçün daha yüksək temperaturun (30 dəqiqə 75°C-də saxlamaq) lazım gəldiyi bildirilir. Bu, onunla izah edilir ki, müxtəlif

şammlarda bir sıra çoxsaylı faktorlardan asılılıq eyni cür deyildir. Odur ki, tuberkulyoza görə şübhəli süddən istifadə etdikdə onu 80°C-yə qədər temperaturda 30 dəqiqə saxlamaq, yaxud da qaynatmaq lazımdır. Xəstə heyvanların südü isə aradan götürülməlidir. Digər sproyariatmayan patogen mikroflora tuberkulyoz çöpünə nəzərən daha aşağı temperaturda məhv olurlar. Bununla əlaqədar olaraq südün pasterizasiya rejimini dəqiqləşdirdikdə əsas olaraq tuberkulyoz çöpünün istiliklə işlənmə şərti qəbul edilir.

Müxtəlif növ toksikoz və bağırsağ zəhərlənmələrinə səbəb olan sanitar göstəricilərinə aid mikroorqanizmlərdən biri bağırsağ çöpü qrupundan olan bakteriyalardır [102]. Bu bakteriyaların olması süd istehsalı zamanı tələb olunan sanitar-gigiyenik şəraitin pozulmasını göstərir. Burada demək olar ki, süd 60°C-də 30 dəqiqə saxlanmamışdır. Pasterizasiyanın köməyi ilə süddə mikrofloranın yalnız vegetativ formalarını məhv etmək mümkündür. Belə ki, sporların olması mikroorqanizmlərin dayanıqlılığını 10-15, bəzən isə 50°C-ə qədər artırır. Xam mal olaraq südün pasterizasiya temperaturuna qədər qızdırılması fermentlərin inaktivasiyasına səbəb olur. Bunların da istiliyə qarşı dayanıqlığı mikroorqanizmlərin istilik dayanıqlığı kimi individual xarakter daşıyır. Süd sənayesində pasterizasiyanın qəbul olunmuş temperatur rejimi qələvi fosfatazadan tam şəkildə inaktivasiya edir. Məlumdur ki, süd 30 dəqiqə müddətində 60°C-ə qədər qızdırıldıqda onun tərkibində fosfataza müşahidə olunmur. Fosfatazanın istiliklə işlənməsi, süd sənayesində pasterizə edilmiş içməli süd istehsal edərkən pasterizasiyanın səmərəliliyini yoxlamaq üçündür. Qatıq, kefir və bu kimi süd məhsulları, yaxud yağ istehsal etdikdə pasterizasiyanın səmərəliliyi ksantinoksidaza görə götürülmüş nümunələrlə müəyyən edilir. Bu, temperatur 80°C olduqda inaktivasiya olunur. Proteazlar 75°C-də, lipazlar 80°C-də, bakterial lipazlar 90°C-də inaktivasiya olunurlar. Mikroorqanizm və fermentlərin istilikdən dağılmalarının mahiyyəti hüceyrələrin zülal komponentlərinin denaturasiyasındadır. Bu zaman onların polipeptid zənciri açılaraq bioloji xassələrini itirmiş olur. Pasterizasiyanın nəzəri əsasları Dalberq-Kuk tənliyinin tuberkulyoz çöpünə tətbiqi şəklində ifadə olunur. $lnz = \alpha - \beta t$,

burada z - temperatur təsir göstərdiyi müddət (san); α , β - müvafiq olaraq 36,84 və 0,48-ə bərabər olan əmsallar; t - pasterizasiya temperaturudur ($^{\circ}\text{C}$). Tənlik mikroorqanizm və fermentləri dağıtmaq üçün temperatur ilə vaxt arasındakı qarşılıqlı əlaqəni göstərir.

İstehsalat şəraitində xam mal kimi südün istiliklə işlənməsi zamanı onun faktiki saxlanma müddəti (T) nəzəri qiymətdən (τ) az olmamalıdır. $T = \tau$ olarsa hesab edilir ki, pasterizasiya düzgün aparılmışdır. $T \tau$ olduqda pasterizasiyanın həddindən artıq uzun çək-məsi kimi qiymətləndirilir. Pasterizasiyanın orta səmərəliliyi $\frac{T}{\tau}$ nisbətində bərabər tutulur. Kukun təklifinə görə bu kəmiyyət Paskal kriterisi adlanıb, Pa ilə işarə olunmuşdur. Hər hansı sonsuz kiçik vaxt kəsiyində dT pasterizasiyanın elementar səmərəsi $\frac{dT}{\tau}$ -dur. τ

vaxtı ərzindəki cəmi səmərə $P_a = \log \frac{T}{\tau}$ kimi qiymətləndirilir.

Pasterizasiya prosesini axıra çatdırmaq və süd məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün Paster kriteriyası vahidə bərabər olmalı və ya çox olmalıdır [121,127].

Nəzəri nəticələrə əsaslanaraq süd məhsulları istehsalı üzrə südün xam mal kimi istiliklə işlənməklə tuberkulyoz çöpü, bağırsağ çöpü qrupundan olan bakteriyaları və digər patogen mikroorqanizmlərin məhvini, fermentlərin inaktivasiyasını təmin edən dörd pasterizasiya rejimi işlənib hazırlanmışdır:

- uzunmüddətli pasterizasiya: $t=65^{\circ}\text{C}$, $\tau=30$ dəq;
- qısamüddətli pasterizasiya: $t=71\dots 74^{\circ}\text{C}$, $\tau=40$ san;
- ani pasterizasiya: $t=85^{\circ}\text{C}$, $\tau=8\dots 10$ san;
- ultrapasterizasiya: $t=125^{\circ}\text{C}$, $\tau=0,5$ san.

Müxtəlif növ süd məhsulları istehsalı zamanı südün xam mal olaraq pasterizasiya olunmasının səmərəliliyi temperaturdan və prosesin müddətindən asılı olur. Burada xam mal kimi südün başlanğıc bakterioloji və mexaniki çirklənməsi böyük əhəmiyyət daşıyır. Pasterizasiyanın səmərəliliyi pasterizasiya nəticəsində məhv olan bakteriyaların başlanğıc süddəki bakteriyaların sayına nisbəti

ilə müəyyən edilir. Pasterizasiya səmərəliliyi 99,5-99,98% çətdirilməlidir. Bu göstəriciyə nail olmaq üçün xam malın 1 sm^3 -də $3 \cdot 10^6$ -dan artıq ümumi bakteriya miqdarı (mezafil aerob və fakultativ-anaerob mikroorqanizmlər) olmamalı. İstiliyə dözümlü bakteriyaların miqdarı 1 sm^3 -də $3 \cdot 10^4$ -dən çox olmamalıdır. Bağırsağ çöpü qrupundan olan bakteriyalara xam malın $0,001 \text{ sm}^3$ -da rast gəlinməməlidir. İstehsalat şəraitində hər 10 gündə 1 dəfədən az olmayaraq pasterizasiya səmərəliliyi bu üç göstərici üzrə müəyyən edilir. 10 sm^3 süddə bağırsağ çöpü qrupundan olan bakteriya müşahidə edilməməli, fosfataza üzrə götürülmüş nümunə mənfi qiymətləndirilməli, 1 sm^3 süddə mezafil aerob və fakultativ anaerob mikroorqanizmlər 10^4 -dən çox olmamalıdır.

3.1.5. Pasterizasiya üsul və qurğularının tənqidi təhlili

İnkişaf etmiş ölkələr ərzaq məhsullarının işlənməsi üçün yeni üsulların işlənməsinə çox vəsait sərf edirlər. Bütün tədqiqatlar müstəqil dövlət institutları tərəfindən ciddi ekspertizadan keçirirlər [250, 251, 580]. Lazım gəldikdə, patogenləri (xəstəlik törədən orqanizmlər) məhv etmək qabiliyyəti- destruksiyanın kinetikasının miqdarca qiymətləndirilməsi üzrə öz tədqiqatlarını aparırlar. Bunların sırasında elektromaqnit, başlıca olaraq impuls prosesləri (impulsu işıq şüalanması, impulsu elektrik sahəsi, ultrabənövşəyi şüalanma- UB, infraqırmızı şüalanma- İQ, impulsu rentgen şüalanması, maqnit sahəsi, impulsu elektrik qövsü, UB ilə hidrogen ikioksid kombinasiyası), elektrotermiki proseslər (omik qızdırılma- elektrik cərəyanı buxarlanmaqla Coul istiliyi ilə), induksiya qızdırılma- YTC- yüksək tezlikli cərəyan, mikrodalğalı- HYT- həddən çox yüksək tezlik, radiotezlikli şüalanma və fiziki proseslərə (yüksək təzyiqlər, az meqahersli ultrasəs, filtrasiya) əsaslanan texnologiyaları göstərmək olar.

Bir çox ölkələrdə hələ də mayələrin yüksək temperatur ilə işlənmə üsulu geniş tətbiq olunur. Tədqiqatçılar pasterizasiya olunmuş və olunmamış südün bakterioloji testlərinin nəticələrini müqayisə etməyə əsaslanırlar. Aydın olmuşdur ki, məhsulun pasteri-

zasiya olunub olunmamasından asılı olmayaraq tədqiq olunan nümunələrin 3%-də paratuberkulyoz bakteriyaları vardır. Bu eksperiment aydın şəkildə nümayiş etdirir ki, hazırda südün istiliklə (termiki) işlənməsinin sənaye texnologiyası təhlükəli bakteriyaları məhv etmək barədə qarantuya vermək qabiliyyətində deyildir. Hətta ən müasir pasterizasiya üsulu texnoloji cəhətdən mükəmməl sayıla bilməz. Misal üçün qeyd etmək olar ki, qısdalğalı UB- şüalanmasına əsaslanan qurğularda teflon borulardan istifadə edilir və hər istehsal prosesindən sonra bunların təmizlənmə əməliyyatı yerinə yetirilir. Bu zaman mikroorqanizmlərin xeyli azaldılması üçün UB vasitəsi ilə resirkulyasiya və yaxud sterlizasiya tələb olunur.

Süd istehsal olunan təsərrüfatlarda südün ilkin emalı pasterizasiya prosesini nəzərdə tutmasına baxmayaraq çox vaxt ilkin emal südün süzülməsi və ən yaxşı halda soyudulması ilə başa çatmış olurdu [337]. Ancaq son illər südün realizasiya şərtləri və süd bazarının tələbləri artdıqca ilkin emal xəttinə pasterizasiyanın daxil edilməsi qaçılmaz olmuşdur [164]. Odur ki, ferma şəraitində tətbiq edilən pasterizatorlara bir sıra zoomühəndis tələbləri müəyyənləşdirilmişdir. Bunlara aşağıdakıları aid etmək mümkündür: hər cür mikrobların tam məhvi; müxtəlif məhsulların işlənməsi baxımından universallıq; aparatın işi məhsulların immunobioloji, fizioloji və kimyəvi xassələrini pisləşdirməməli, az enerji sərfi ilə yüksək məhsuldarlıq təmin etsin, quruluşu sadə və istismarı etibarlı olsun; aparatın məhsul ilə təmasda olan işçi orqanları məhsulun kimyəvi təsirlərinə dayanıqlı olmalıdır; pasterizasiya zamanı süd və ya süd məhsulu itkisi olmamalıdır.

Qızdırıcı tipindən asılı olaraq pasterizasiya zamanı istilik təsiri, ultrabənövşəyi şüa, yüksək tezlikli vibratordan və hidrodinamik təsirdən [105] istifadə edərək soyuq zərərsizləşdirmə, elektriklə qızdırma (fərdi və omik) tətbiq edilir [329, 344, 347].

Kənd təsərrüfatında, xüsusilə südün pasterizasiyası üçün tətbiq edilən pasterizator aparatları aşağıdakı əlamətlərə görə fərqləndirilir: konstruksiyasına görə: açıq və örtülü (hava ilə görüşən və görüşməyən); borulu, lövhəli və barabanlı; vakuumlu və az təmaslı- prosesin yerinə yetirilmə xarakterinə görə: fasiləli və fasi-

ləsis- istifadə etdiyi enerji mənbəinə görə: istilik və elektrik- iş rejiminə görə: uzun müddətli; qısa müddətli və ani [19, 395, 400].

Süd və süd məhsullarının pasterizasiyası üçün qurğular ya ayrıca pasterizator şəklində və yaxud soyuducu ilə birlikdə avtomat rejimdə işləyən variantda olurlar [41, 234, 366, 521, 526]. Uzun müddətli pasterizasiya vannaları (БПД) həcminə, qabarit ölçülərinə və kütləsinə görə bir-birindən fərqlənirlər [118].

Lövhəli hər iki tərəfdən buxarla qızdırılan pasterizatorlar eyni konstruksiyalı soyuduculardan onunla fərqlənirlər ki, birincilərdə paslanmayan lövhələr arasında istiliyə davamlı arakəsmələr olur. Suyun və südün hərəkəti bir-birinin əksi istiqamətində olur. Su və süd nasosları axım üçün tələb olunan təzyiqli təmin edirlər. İstilikdəyişmə paslanmayan poladdan hazırlanmış nazik təbəqələr arasında qaynar su və süd axınları arasında baş verir.

Pasterizator və soyuducuların istifadə səmərəliliyini artırmaq məqsədi ilə regenerator- istilik dəyişdiricilərdən istifadə olunur [52-55]. ОПУ-3М və ОПФ-1 pasterizator-soyuducu qurğular lövhəli pasterizatora, istilik dəyişdirici-regeneratora və soyuducuya malikdirlər. Lövhələr eyni konstruksiyada olub bir dayaq üzərində yığılmışlar. Bundan başqa qurğunun tərkibinə su və süd üçün bak və nasoslar, axın stablizatoru, mərkəzdənqaçma süd təmizləyicisi, armaturalı boru kəmərləri kimi köməkçi avadanlıqlar da aiddirlər [57, 58]. ОПФ-1pasterizatoru aşağıdakı kimi işləyir. Süd toplayıcı bakdan süd öz axımı ilə və yaxud nasosun köməyi ilə lövhəli istilik dəyişdirici-regenerator bölməsinə verilir. Burada süd, 37-49°C-yə qədər pasterizasiya bölməsində qızaraq hərəkət edən süd-lə istilik dəyişmə hesabına qızır və süd təmizləyici bölməyə ötürülür. Sonra süd bir daha regenerasiya bölməsindən keçərək yenə əlavə istilik aldıqdan sonra pasterizasiya bölməsinə verilir. Burada süd qaynar su ilə istilik dəyişmə hesabına 76°C-yə və yaxud 90°C-yə qədər qızdırılır [96]. Pasterizasiya olunmuş süd regenerasiya bölməsinə keçir və öz istiliyinin bir qismini daxil olan soyuq südə ötürür. Pasterizasiya olunmuş südün temperaturu 20-25°C-yə enir. Burada temperaturun bir qismini itirmiş pasterizasiya olunmuş süd soyuducuya keçir. Soyuducuda südün temperaturu soyuducu su-

yun başlanğıc temperaturundan asılı olaraq 5-8°C-yə endirilir. Soyudulmuş süd saxlanmaq üçün süd tankında toplanır. Saxlayıcı pasterizasiya effektini artırmağa xidmət edir. Südü əlavə olaraq 20-300 saniyə saxlamaqla mikrofloranın məhvi mümkündür.

Qaynar süd buxardan istifadə etməklə boylerdə hazırlanır. Buxarın verilməsi südün temperaturundan asılı olaraq elektrohidravlik klapan vasitəsi ilə tənzimlənir. Əgər pasterizasiya bölməsindən gələn südün temperaturu tələb olunandan az olarsa o zaman klapan südü avtomatik olaraq tarazlayıcı baka təkrar pasterizasiyaya göndərir. Bu pasterizatorların əsas nöqsan cəhəti əlavə buxar və qaynar su hazırlayan termiki vasitələrin də olmasını tələb etməsidir ki, bu da sərmayə qoyuluşundan başqa əlavə istismar xərclərini də tələb edir.

Digər pasterizasiya növləri ilə müqayisədə İQ şüalanmaya əsaslanan avadanlığın bəzi üstün cəhətləri qeyd olunur [100]. Burada pasterizasiya prosesinin aparıldığı 79-84°C temperaturun ənənəvi effektiv təsirinin infraqırmızı şüalanma ilə əlavə güclənməsi və bunun nəticəsində südün tam zərərsizləşdirilməsinin təmin olunması göstərilir. Belə qurğular arasında Rusiya Federasiyasında "ЭКОМАШ" müəssisəsinin istehsal etdiyi А1-ОПЭ pasterizatoru vardır. Bu qurğular, maye halında olan ərzaq məhsullarını: südü, suyu, meyvə şirələrini, şərabı, şəkərli şərbətləri və digər köpüklənməyən, tərkibində qaz olmayan məhsulları uzun müddət xarab olmadan, qidalılığı azalmadan saxlamaq məqsədi ilə axında elektrotermik təsirlə işləmək üçün nəzərdə tutulmuşlar.

Burada İQ şüalanma ilə işlənmiş süd vitaminləri özündə saxlayır, dadını və keyfiyyətini itirmədən südün turşuluğu 2T azalmış olur. Qeyd olunur ki, pasterizatorun boruları kvarts şüşədən hazırlandığı üçün bunlara süd daşının çökmə prosesi digər istilik dəyişdiricilərdə olduğuna nəzərən bir neçə dəfə azalmışdır. 1 litr südə görə xüsusi enerji sərfi mövcud pasterizatorlarda olduğundan azdır. А1-ОПЭ pasterizatoru avtomatlaşdırılmışdır. Operator rejimləri idarəetmə pultunda nizamlamaqla avtomatlaşdırma sistemlərinin köməyi ilə məhsulun axımını istənilən yöndə paylayır, parametrlərə nəzarət edə bilir, göstəricilərin qeydiyyatını həyata keçirir.

rir. Burada Rusiya Federasiyasının "Oven" şirkətinin buraxdığı elektroavtomatika sistemləri tətbiq edilmişdir. Bu pasterizatorların bahalı növləri də vardır ki, bunlarda xarici mikroprosessorlu və displeyli avadanlıqdan istifadə edilmişdir. A1-ОПЭ pasterizatoruna əlavə avadanlıq dəsti qoşmaqla onun tələb olunan məhsuldarlıqla işlənməsi təmin edilə bilər. Qeyd olunur ki, başlanğıc temperaturu 10-35°C və turşuluğu 21T-dən çox olmayan süd qurğuda pasterizasiya olduqda onun tuberkulyoz və bruselyoz bakteriyalarından zərərsizləşdirilməsi, B_1 və C_1 vitaminlərinin isə qorunması təmin edilir və pasterizasiya səmərəliliyi 99,9% təşkil edir.

Qurğuda istilikdən səmərəli istifadə edilməsi üçün elektrik qızdırıcıları termoizolyasiya materialları ilə təchiz olunmuşlar. İstilik enerjisini infraqırmızı enerjiyə çevirmək üçün xüsusi nixrom məftillərdən istifadə olunur. Bunun köməyi ilə yüksək sıxlıqlı, qısa impulsu infraqırmızı şüalanma yaradılır.

Pasterizatorun qeyd olunan üstünlükləri ilə yanaşı qeyd etmək lazımdır ki, bunların təsərrüfat şəraitində istismarı yüksək kvalifikasiyalı mütəxəssis operatorun olmasını tələb edir. Belə pasterizatorun texniki xidməti və təmiri yalnız avadanlıq, cihazlar və xüsusi müəssisələrdə mümkündür.

Bilindiyi kimi bütün üzvi məhsullar su və üzvi maddələrdən ibarətdir. Udulan enerjinin spektri su və digər üzvi maddələr üçün müxtəlifdir. İş zamanı qurğuda elə işçi spektr seçilmişdir ki, üzvi maddənin molekulları maksimum enerji udma bilsinlər. Məhz ən optimal təsir şəraitində mikroorqanizmlərin effektiv sürətdə məhvi təmin edilə bilər. Belə qurğuların bəha olması da onların praktiki olaraq tətbiqini əngəlləyən faktordur.

Axımlı borulu pasterizatorlar məhsuldarlıqlarına görə müxtəlif markalarda (cədvəl 3.1) istehsal olunurlar. Bunlar da digər pasterizatorlar kimi maye ərzaq məhsullarını, xüsusi ilə isə süd və xamanın termiki təsir ilə işlənməsini həyata keçirir [462].

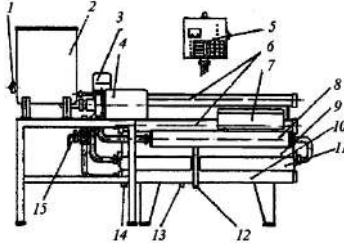
Süd, xama və digər maye ərzaq məhsullarını texnoloji xüsusiyyətdən asılı olaraq axında istiliklə işləmək üçün lövhəli, borulu və yaxud kombinə edilmiş (lövhəli-borulu) istilik dəyişdirici aparatlar da təklif olunur [126, 144, 263, 350].

Axımlı borulu pasterizatorların texniki xarakteristikaları

№	Göstəricilər	Ölçü vahidi	Qurğuların markası			
			УПОА-500	УПОА-800	УПОА-1000	УПОА-2000
1	Məhsuldarlıq	l/saat	500	800	1000	1800
2	Pasterizasiya temperaturu (yuxarı hədud nizamlanır)	°C	76...93	76...93	76...93	76...93
3	Südün soyudulma temperaturu: - 7...9°C-də su ilə - 1...3°C-də buzlu su ilə	°C	15...20	15...20	15...20	15...20
		°C	5...8	5...8	5...8	5...8
4	Elektrik qızdırıcılarının gücü	kVt	30	40	45	75
5	Nasosun gücü	kVt	0,75	0,75	0,75	0,75
6	Pasterizator da istilik agentinin temperaturu	°C	95...98	95...98	95...98	95...98
7	Pasterizasiya temperaturunda südün saxlanması müddəti	san	20	20	20	20
8	Xidmət personalı	nəfər	1	1	1	1
9	Kütləsi	kq	170	180	275	320
10	Qiyəti	man	7371	8694	10746	13068

УОПА tipli qurğular (şək.3.1) 40 litr həcmində baka, nasosa, filtrə, regeneratorda, pasterizator, toplayıcı saxlayıcıya, soyuducuya, avtomatik klapan, üç çıxışlı krana, elektron bloklu idarəetmə pultuna malikdirlər. Qurğunun avtomatik klapanı temperatur rejimi pozulduqda məhsulu tarazlaşdırıcı baka qaytarır. Üç çıxışlı kran isə südün, emal olunan zaman (kəsmik, pendir və s. məhsullar hazırladıqda) isidilməsi lazım gələn hallarda soyuducuya deyil, birbaşa emal vannalarına göndərilməsini təmin edir. Belə halda qurğunun məhsuldarlığı artır, enerjiyə 10-15% qənaət edilmiş olur. Qurğuda sterilizasiya rejimi, pasterizasiya rejimi və məhsulun 45-50°C-yə qızdırılma rejimi vardır. Rejimlər mikroprosessorla nəzarət altına alınmış və pasterizə olunmamış məhsulu sonrakı istifadə üçün sistemə buraxmır. Qurğuda borulu regeneratordan is-

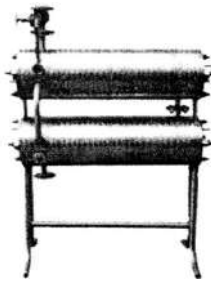
tifadə edilir ki, bu da pasterizasiya üçün daxil olan məhsulun əvvəlcədən isinməsinə kömək edir. Bu isə elektroenerji sərfinə 30-40% qənaət edilməsinə şərait yaradır. Cədvəl 3.1-dən görüldüyü kimi bu qurğuların ən kiçiyində (məhsuldarlıq 500 l/saat) 30 kVt gücündə elektrik qızdırıcılarından istifadə etmək tələb olunur, qiyməti isə 7 min manatdan yüksəkdir.



Şək.3.1. YOHA tipli qurğunun sxemi:

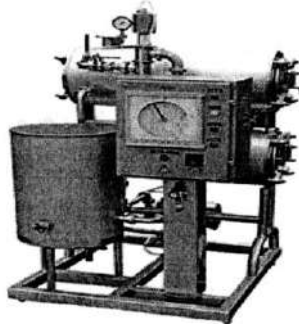
1-süd qəbul borusu; 2-tarazlayıcı bak; 3-klapan; 4-nasos; 5-idarəetmə pultu; 6-regeneratorlar; 7-genişləndirici bak; 8-saxlayıcı; 9-pasterizator; 10-soyuducu; 11-elektrik qızdırıcıları; 12-çıxarıcı boru; 13-pasterizatora su doldurmaq üçün boru; 14-soyudulmuş suyu doldurmaq və boşaltmaq üçün boru; 15-üç çıxışlı kran.

Borulu pasterizasiya qurğusunda əsas element borulu istilik dəyişdirici aparatdır (şək.3.2). Bu aparat südü qapalı axında pasterizasiya etmək üçün istifadə edilir [269, 290, 291, 480]. Borulu istilik dəyişdiricinin yeni konstruksiyası daxilində südün və qızdırıcı agentin təzyiqini 0,5 MPa-a qədər səviyyədə saxlamağa imkan verir. Bu isə istilik agentinin 0,4 MPa təzyiqdə 125°C-yə qədər qızdırılmasına imkan yaradır.



Şək.3.2. PIT-5M borulu pasterizator.

ИТУ ти́пли борулу пастеризаси́я қу́рғула́ры (şək.3.3) сүд заводларında пәндир, кәрә yağы, сүд консервләри истехсалы үчүн сүдү тез пастеризаси́я етмәк үчүн истифадә едилir [369]. Борулу пастеризаторларın тәхники характеристикасы сәдвәл 3.2-дә verilmişdir.



Şək.3.3. ИТУ-5М борулу пастеризатор.

Борулу пастеризаторларın тәхники характеристикасы сәдвәл 3.2-дә verilmişdir.

Сәдвәл 3.2

Борулу пастеризаторларın тәхники характеристикалары

№	Гöstәricиләр	Ölçü vahidi	Modellәр			
			ИТ-5М	ИТУ-1М	ИТУ-3М	ИТУ-5М
1	Мәһsuldarlıқ	l/saat	5000	1000	3000	5000
2	İşçi bölmәlәрin sayı	әdәd	2	1	1	2
3	Мәһsulun temperaturu: - başlanğıc - пастеризаси́я	°C	10 85...90	10 85	10 85	10 85...90
4	Buxar sәrfi (1 ton мәһsula)	kq/saat	55	140	390	550
5	Qaynar su sәrfi (1 ton мәһsula)	m ³ /saat	10	3	6	10
6	İstilik dәyişmә sahәsi	m ²	4,5	4,5	9,0	4,5
7	Buxar tәzyiqi	MPa	0,1...0,3	0,1...0,3	0,1...0,3	0,1...0,3

Pasterizatorun әsas elementi iki әdәd borулу silindrik istilik dәyişdiricilәrdir. Bunlar yuxarı vә ашаğı silindrik istilikdәyişdirici-

lər olub, buxarla qızdırılırlar. Toplayıcı bakdan süd iki ədəd 36-11Q2,8-20 tipli elektronasos vasitəsi ilə pasterizatorun ardıcıl birləşdirilmiş silindrlərinə vurulur. Aşağı silindrə süd 50...60°C-yə qədər qızdırıldıqdan sonra yuxarı silindrə keçərək orada 80-90°C-yə qədər qızdırılır.

Buxarla və qaynar su ilə işləyən pasterizatorlarda olan nöqsanları eyni ilə bu pasterizatorlara da aid etmək mümkündür. Bu pasterizatorlarda demək olar ki, lövhəli konstruksiyalı istilik dəyişdiricilər borulu istilik dəyişdiriciləri ilə əvəz olunmuşlar.

Son zamanlar rotorlu və hidrodinamiki pasterizatorlar işlənilib hazırlanmış və istehsalata təklif olunmuşlar.

ПМР tipli rotorlu pasterizatorlar yüksək məhsuldarlıqlı (3000-5000 l/saat) qurğular olub, həmçinin pasterizasiyadan sonra südün soyudulmasını da yerinə yetirirlər. Bu qurğularda süd qapalı axında qızdırılmaqla tif, tuberkulyoz, bağırsağ çöpləri, bruselyoz və digər istiliyə dözümlü bakteriyaların məhvini təmin edir. Qurğuda texnoloji proses aşağıdakı kimi cərəyan edir. Qəbul bakından məhsul nasos vasitəsi ilə istilik dəyişdiricinin rekuperasiya bölməsinə verilir. Burada o pasterizə olunmuş süd axını hesabına ilkin qızma prosesi keçərək rotor qızdırıcısına ötürülür. Rotor qızdırıcısında rotorun böyük fırlanma tezliyi şəraitində süd genişlənmə və daralma zonalarından keçərək pasterizasiya temperaturuna qədər qızır. Bundan sonra süd qaytarma klapanı, saxlama bölməsi, rekuperasiya bölməsi, soyutma bölməsindən keçərək toplama və saxlama çəninə ötürülür. Qurğunun avtomatik rejimi vardır. Avtomat rejimdə əgər süd tələb olunan pasterizasiya temperaturuna qədər qızmayarsa o zaman qaytarma klapanı südü təkrar qızmaq üçün rekuperasiya bölməsinə göndərir. Belə halda işıq və səs siqnalları işləyir və operator qurğunun məhsuldarlığını azaltmaq üçün nizamlama aparır. Qurğunun üstün cəhətləri kimi ТЭН qızdırıcısının olmaması və onunla müqayisədə elektrik enerjisinə qənaət edildiyi, süd daşının, ərpin əmələ gəlməməsi göstərilir. Belə qurğularda südün böyük sürətlə sirkulyasiyası hesabına homogenizasiya olunması da müsbət faktor kimi qeyd olunur. Bununla belə qurğuda rejimdən asılı olaraq tələb olunan güc 35-80 kVt, işçi təzyiq isə

4,5 atmosferdir. Qeyd etmək lazımdır ki, rotorlu qızdırıcı südün qızma temperaturunu yalnız 7-9°C-yə qədər artırmaqla kifayətlənir. Südün əsas qızması rekuperasiya bölməsində həyata keçirilir. Odur ki, rotorlu qızdırıcıları lövhəli istilik dəyişdiricilərinə malik pasteurizasiya-soyuducu qurğular tərkibində işlədirlər.

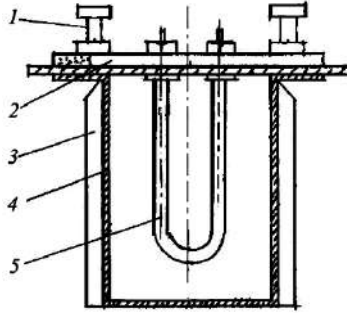
Hidrodinamik qızdırıcıların əsasında qapalı həcmdə mayeyə hər hansı mexaniki təsirin onun qızmasına səbəb olacağı anlayışı durur [170, 365]. Adı mərkəzdənqaçma nasosu "özü-özünə" rejimində işlədikdə (nasosun çıxışını onun girişinə birləşdirdikdə) mayenin qızması müşahidə ediləcəkdir. Bir qədər vaxtdan sonra nasosda su qaynayacaqdır. Bu cür təcrübə böyük ingilis alimi Coul tərəfindən hələ 100 il bundan qabaq həyata keçirilmişdir.

Bu üsulla mayələrin qızdırılması üçün olan aparatlar mərkəzdənqaçma nasosundan, elektrik mühərrikindən və borucuqlardan ibarətdir.

Hidrodinamik qızdırıcı mövcud pasteurizator qurğuları üzərinə quraşdırılır. İstilik dəyişmə sxemində istilik dəyişmə rekuperasiyasından istifadə edilir [364]. Qurğuda süd 70-115°C-yə qədər qızdırmaq mümkündür. Hidrodinamik pasteurizasiya qurğusunda südün bir tonunun işlənməsinin dəyəri 2,5 Ukrayna qriveni (0,4 man) təşkil edir [171]. Demək olar ki, sonuncu qurğular lövhəli istilik dəyişdiricilərinə malik mövcud pasteurizasiya qurğuları ilə kombinasiya olduğundan onların konstruktiv sadələşməsinə, material, sərmayə və istismar xərclərinin azalmasına kömək etmir.

Ən sadə konstruksiyalı pasteurizatorlar məişət pasteurizatorlarıdır (ИҚ1-20-00) ki, bunlar kiçik təsərrüatlarda südün uzun müddətli pasteurizasiyası üçün nəzərdə tutulmuşlar [368]. Bu pasteurizator metal gövdədən-4 və içərisində yerləşdirilmiş elektrik qızdırıcısından-5 ibarətdir (şək.3.4). Metal gövdənin-4 üzərində qabırqalar-3 vardır. Pasteurizator elektrik keçirməyən prokladka (araqatı)-2 və dəstəklə-1 təchiz olunmuşdur. İstifadə edərkən əvvəlcə gövdə içərisinə su tökülür. Sonra pasteurizator süd olan termosun içərisinə yerləşdirilir və oradakı süd qızdırılaraq pasteurizə edilir. Pasteurizator 220 V gərginliklə işləyir, nominal gücü 1,6 kVt-dır. Məhsuldarlıq 36 l/saat olmaqla fasiləsiz işləmə müddəti 3 saata qədərdir.

Pasterizatorun kütləsi 3 kq-dır, onun gövdəsi paslanmayan poladdan hazırlanmışdır.



Şək.3.4. ИЦ1-20-00 pasterizatorunun sxemi:

1-dəstək; 2-prokladka (araqatı); 3-qabırqa; 4-gövdə; 5-qızdırıcı element.

Bu pasterizator az bir miqdarda südün istiliklə işlənməsi üçün həddindən artıq çox vaxt tələb edir.

Məsələnin müasir öyrənilmə vəziyyəti üzrə apardığımız araşdırmalar göstərmişdir ki, bu sahədə İ.A.Budzko [146], N.N.Lipatov [302, 305], G.İ.Bremer [145], A.Y.Krasnova [283-286], N.V.Baranovski [115], V.Q.Gizatulin [172, 173], N.N.Yeliseyev [223], B.N.Çapayev [466], F.M.Yusibov [484] və başqaları dəyərli tədqiqatlar aparmışlar.

Südün pasterizasiyası üzrə üsul və texniki vasitələrin işlənməsində N.İ.Zorin, N.P.Suprenenko [235], A.İ.İbrahimov [239], Q.A.Kuk [294], Y.N.Kovalyov [271], İ.O.Svanidze [405], M.Fokin [459], D.Kielwern [511], H.X.Yang və J.H.Wiegandın [540] böyük rolu olmuşdur.

Qeyd olunan alimlərin əldə etdiyi nailiyyətlər sahənin inkişafına xidmət etməklə alınan nəticələr yeni tədqiqat işləri üçün perspektiv imkanlar açmışdır. Mövcud qızdırıcıların konstruksiya və texniki səciyyələrinin təhlili [252, 253, 254, 407] göstərmişdir ki, bu sahədə potensial imkanlar böyük olmaqla onların məqsədyönlü istifadəsi üçün nəzəri və təcrübi tədqiqatların davam etdirilməsi olduqca aktualdır.

3.2. PASTERİZASIYA PROSESİNİN ELEKTROPASTERİZASIYA QURĞULARINDA NƏZƏRİ TƏDQIQI

3.2.1. Axınlı pasterizasiyanın optimallaşdırılması

Kiçik ferma, fermer və yaxud əmtəəlik süd, süd məhsulları istehsal edən kəndli təsərrüfatında südün axınlı pasterizasiyası daha əlverişli görülən variantlardan biridir. Bu onunla əlaqədardır ki, bilavasitə təsərrüfatlardan ticarətə süd və süd məhsullarının çıxarılması ölkə üçün ənənəvi haldır və bu vəziyyət görünür hələ uzun müddət davam edəcəkdir. Bu cür süd və süd məhsullarının birbaşa təsərrüfatdan ticarət şəbəkəsinə çıxması halında məhsullarda xəstəlik törədici mikroorqanizmlərin olmamasının qarantiyaya edilməsi tələb olunur. Oudur ki, hazırda və gələcəkdə məhz fermer təsərrüfatları üçün sadə konstruksiyalı, asan istismar olunan pasterizatorların, o cümlədən elektropasterizatorların olması günün tələbidir.

Müasir axınlı pasterizatorlarda əsasən səth üzrə istilikdəyişdirici aparatlardan istifadə olunur [270, 296, 297]. Burada süd aralıq istilik daşıyıcısının (buxar və yaxud qaynar su) köməyi ilə qızdırılır. Əvvəlki fəsildə də qeyd olunduğu kimi praktikada ən çox məhsuldarlığı 1-3 ton/saat olan və lövhəli istilik dəyişdirici aparata malik qurğular istifadə olunur. Bu aparatların istismarı o vaxt mümkündür ki, təsərrüfatda atəşlə işləyən qazanxana mövcud olsun. Ancaq fermer təsərrüfatlarında belə qazanxanaların tətbiqi müəyyən çətinliklə əlaqədardır. Çünki sağımın gündə iki dəfə olması həmin qazanxananın gündə iki dəfə işə salınması və dayanandırılması, tez-tez təmizlənməsini tələb edir ki, bu da həmin qurğuların işə hazırlıq əmsalının xeyli aşağı düşməsinə, əmək və enerji sərfinin artmasına səbəb olur.

Kiçik südçülük təsərrüfatlarında az ətalətli elektrik qızdırıcı qurğuların tətbiqi əlverişli sayılır. Hazırda belə qurğuların müxtəlif prinsiplial və konstruktiv sxemləri məlumdur [368, 370, 452]. Ancaq bunlar üzrə mənbələrdə optimizasiya aparılması qeyd olunmamışdır. Əslində isə əlverişli elektropasterizasiya qurğusunun işlənməsi üçün sistemli optimallaşdırma aparılması məsələnin həllində

mühüm rol oynaya bilər. Qeyd etmək kifayətdir ki, 1 ton südün istiliklə işlənməsində xərclərin 10-15% azaldılması (bu işə texniki vasitələrin optimallaşdırılmasında həmişə mümkündür), hətta ölkənin fermer təsərrüfatlarının yarısında belə elektropasterizasiya tətbiqi 100 min manatlarla iqtisadi səmərə təmin edə bilər [268].

Axımlı pasterizasiya prosesinin optimallaşdırılma variantını nəzərdən keçirək. Elektropasterizasiya qurğusunun optimallaşdırılması çoxölçülü texniki-iqtisadi məsələlərə aiddir [409]. Burada məqsədli funksiya gətirilmiş xərclərin minimumuna əsaslanır [44]. Məhdudlaşdırıcı şərtlər- illik süd istehsal həcmi və istiliklə işləmə rejimindən asılı olan keyfiyyətdir. Məsələnin ümumi həlli qurğu üzrə etibarlılığı və boş dayanmadan ziyanı nəzərə almaqla gətirilmiş xərc tənlirlərinin təhlilinə əsaslanır:

$$G = \sum_{j=1}^{j=n} C_j = \dot{I} + EK = \mathcal{Y} + R_T + S + A + \varepsilon + E(B + F), \quad (3.1)$$

burada C_j - illik gətirilmiş xərclərin j -toplananı, man;

\dot{I} - ümumi illik istismar xərcləri, man;

E - sərmayə qoyuluşunun normativ səmərəlilik əmsalı;

K - ümumi sərmayə qoyuluşu, man;

\mathcal{O} - operatorun illik əmək haqqı, man;

R_T - cari təmir xərcləri, man;

S - boşdayanmaya görə illik cəmi ziyan, man;

A - amortizasiya xərcləri, man;

ε - illik enerji xərcləri, man;

B - qurğunun balans qiyməti, man;

F - ehtiyat hissələrinə çəkilən xərclərdir, man.

Müxtəlif variantların müqayisəsi və təhlili üçün nisbi kəmiyyətlər metodundan istifadə edirik. Nisbi göstərici olaraq illik süd məhsulunun istiliklə işlənməsinə elektrik enerji sərfinin səmərəsi qiymətinin seçilməsi daha münasibdir. Bu göstəricinin seçilməsinə səbəb aşağıdakı əlamətlərin olmasıdır. Birincisi südün işlənməsinə elektrik enerjisinin səmərəli sərfi yalnız südün illik istehsal həcmi və prosesin fiziki parametrlərindən asılıdır ki, bunları kifayət qədər dəqiqliklə hesablamaq mümkündür. İkincisi elektrik

enerjisinin qiyməti digər enerji vasitələri ilə müqayisədə nəibətən stabildir. Üçüncüsü illik süd istehsal həcmi (Q) təsərrüfatda qurğunun məhsuldarlığını və yüklənmə dərəcəsini müəyyən edir.

Düsturda (3.1) dəyişiklik etməklə nisbi vahidlərlə məqsədli funksiyanı aşağıdakı kimi ifadə etmək mümkündür:

$$C_0 = G \frac{3600}{\alpha_{xüs} \cdot Qe} = \sum_{j=1}^{j=5} C_j \frac{3600}{\alpha_{xüs} \cdot Qe} \rightarrow \min, \quad (3.2)$$

burada $\alpha_{xüs}$ - pasterizasiya temperaturuna qədər südün qızdırılmasına xüsusi faydalı elektrik enerji sərfi, kVt·saat/kq;

Q - təsərrüfatda illik süd istehsalı həcmi, kq;

e - 1 kVt elektrik enerjisinin qiymətidir, man/kVt·saat;

C_j - nin toplananları kimi aşağıdakı xərclər qəbul edilmişdir:
- qurğunun amortizasiyasına

$$C_1 = n(E + a) \left[\frac{\vartheta}{\mu} + (D + Rk_r) \right], \quad (3.3)$$

- elektrik enerji sərfinin ödənməsinə

$$C_2 = \frac{\alpha_{xüs} (1-r)(Q - qnT_{\vartheta})}{\eta 3600} e, \quad (3.4)$$

- elektrik qızdırıcılarının dəyişdirilməsinə

$$C_3 = \frac{Q}{qT_{\vartheta n}} \vartheta, \quad (3.5)$$

- texniki xidmətlərə

$$C_4 = nn_{tx} \theta, \quad (3.6)$$

- qurğunun boş dayanmaları üzündən ziyanlara

$$C_5 = \frac{QT_{\vartheta}}{T_{\vartheta n}} b. \quad (3.7)$$

(3.3)...(3.7) düsturlarında

n - qurğuların sayı, ədəd;

a - amortizasiya ayırmaları normativ əmsalı;

\mathcal{E} - qurğudakı elektrik qızdırıcı elementlərin (elektrodların, elektroqızdırıcıların və s.) qiyməti, man;

μ - elektrik qızdırıcı elementlərin qiymətinin qurğunun qiymətində payı;

D - qurğuda baza qovşaqlarının qiyməti, man;

R - istilik enerjisinin rekuperatorunun qiyməti, man;

k_r - rekuperasiya əmsalı;

q - qurğunun məhsuldarlığı, kq/saat;

$T_{\mathcal{E}}$ - elektrik qızdırıcı elementlərin dəyişdirilmə müddəti, saat;

η - istilik faydalı iş əmsalı;

$T_{\mathcal{E}n}$ - elektrik qızdırıcı elementlərinin xarab olmasına qədər verilən vaxt (xidmət müddəti), saat;

n_{tx} - il ərzində texniki xidmətlərin sayı;

θ - bir texniki xidmətin xərci, man;

b - boş dayanma vaxtı itkiyə gedən məhsulun 1 kq-nın qiymətidir, man.

\mathcal{E} , $\alpha_{xüs}$, n_{tx} , $T_{\mathcal{E}}$, $T_{\mathcal{E}n}$, b kəmiyyətləri aşağıdakı sadə funksional asılılıqlar ilə aproksimasiya olunurlar:

$$\mathcal{E} = (\mathcal{E}_{xüs} F_{\mathcal{E}} + \delta_{ar}) n_{\mathcal{E}} \xi; \quad (3.8)$$

$$\alpha_{xüs} = C_m (t_s - t_b); \quad (3.9)$$

$$n_{tx} = \alpha - \beta W; \quad (3.10)$$

$$T_{\mathcal{E}n} = m \Delta P W^{-2}; \quad (3.11)$$

$$T_{\mathcal{E}} = c + \gamma m, \quad (3.12)$$

burada

$$\mathcal{E}_{xüs} = \lambda + \xi W ; \quad (3.13)$$

$$\delta_{ar} \frac{WF_{\mathcal{E}} \delta_k}{U} ; \quad (3.14)$$

$$n_{\mathcal{E}} = \frac{Q \alpha_{xüs} (1 - k_r)}{\eta WF_{\mathcal{E}}} . \quad (3.15)$$

(3.9)...(3.15) düsturlarında

$\mathcal{E}_{xüs}$ - elektrik qızdırıcı elementinin 1 m² sahəsinə düşən qiyməti, man;

$F_{\mathcal{E}}$ - elektrik qızdırıcı elementin qızdırma prosesində iştirak edən sahəsi, m²;

δ_{ar} - cərəyanötürücü armaturanın qiyməti, man;

$n_{\mathcal{E}}$ - elektrik qızdırıcı elementlərin sayı, ədəd;

ξ - elektrik qızdırıcı elementlərin güc ehtiyat əmsalı;

C_m - südün orta xüsusi istilik tutumu, c/kq°C;

t_s - südün pasterizasiya temperaturu, °C;

t_b - südün başlanğıc temperaturu (xam südün temperaturu), °C;

W - elektrik qızdırıcı elementin səthi gücü, Vt/m²;

ΔP - gücün buraxıla bilən azalma həddi, %;

δ_k - cərəyanötürücü armaturanın 1 A-ya düşən xüsusi qiyməti, man;

$\alpha, \beta, c, \gamma, \lambda, \xi, m, z$ - funksional əlaqə tənliklərinin sabit əmsalları;

U - qidalayıcı gərginlikdir, V.

(3.2) tənliyinin təhlilindən ayrı-ayrı parametrlərin gətirilmiş xərçdə payı və onun azalma imkanı görünməkdədir. Xüsusi hal kimi qurğunun aparatura baxımından tərtib olunması üçün $k_r, n_{\mathcal{E}}$ -nin, elektrik qızdırıcı elementlərin seçilməsi üçün isə $-W, T_{\mathcal{E}n}, \mathcal{E}_{xüs}$ və funksional asılılıq əmsalları- λ, ξ, m, z -in optimal qiymətləri məlum olmalıdır.

λ - əmsalı elektrik qızdırıcı elementinin vahid sahəsinin qiy-

mətini müəyyənləşdirir, ξ isə bu qiymətə səthi gücün (W) təsirini bildirir. m və z əmsalları elektrik qızdırıcı elementlərin xarab olmağa qədər işləmə müddətini müəyyənləşdirmə tənliyinə daxil edilmişlər və öz qiymətləri ilə bu elementlərin materialının seçilməsini şərtləndirirlər.

Qeyd etmək lazımdır ki, qeyri-xətti proqramlı məsələləri həll edərkən adətən ilk metodlar tez uyğunlaşırlar. Ancaq onları istifadə edərkən aşağıdakı çətinliklərlə üzləşilir. Birinci optimallaşdırılacaq parametrlərə qoyulan məhdudiyyətləri cərimə funksiyası və məqsədli funksiya köməyi ilə nəzərə alınmalıdırlar. İkincisi, əksər təcrübi məsələlər üçün vuruqların hesablanmasına imkan verən analitik ifadələrin alınması olduqca çətinidir. Bunları təxmini hesabladıqda isə xəta alınır ki, bu xəta ekstremum nöqtəsi yaxınlığında daha da artır. Odur ki, qarşıda duran məsələlərin həlli üçün Rozenbrok metodundan [409] istifadə edilmişdir. Bu metoda görə ortoqonal istiqamətdə " n " sistem seçilir. Buraxıla bilən həll sahəsinə aid nöqtədən hər istiqamət üzrə birözlü axtarış aparılır. Əgər müvəffəqiyyət əldə edilərsə (məqsədli funksiyanın qiyməti pisləşmir), addımın uzunluğu α_j dəfə artır. Əks halda isə addımın uzunluğu β_j dəfə azalır. Hər növbəti istiqamət üzrə axtarışa, əvvəlki istiqamət üzrə aparılmış axtarış nəticəsində tapılmış nöqtədən başlanılır. Axtarış o vaxta qədər davam etdirilir ki, hər istiqamət üzrə müvəffəqiyyətli cəhddən sonra qeyri müvəffəqiyyətli cəhd olur. Burada iterasiya (təkrarlıq) dayandırılır, yeni ortoqonal istiqamətli sistem seçilir.

Hesab edirik ki, $\vec{\xi}_j$ istiqamətində bütün müvəffəqiyyətli addımların cəbri cəmi d_j -dir.

İşarələmələr edirik:

$$\left. \begin{aligned} \bar{A}_1 &= d_1\vec{\xi}_1 + d_2\vec{\xi}_2 + \dots + d_n\vec{\xi}_n, \\ \bar{A}_2 &= d_2\vec{\xi}_2 + \dots + d_n\vec{\xi}_n, \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ \bar{A}_n &= d_n\vec{\xi}_n \end{aligned} \right\}. \quad (3.16)$$

Yeni $\vec{\xi}_i$ ortoqonal istiqamətli sistemi aşağıdakı düsturlar vasitəsi ilə əldə edirik:

$$\left. \begin{aligned} \vec{B}_1 &= \vec{A}_1, \quad \vec{\xi}'_1 = \frac{\vec{B}_1}{|\vec{B}_1|}; \\ \vec{B}_2 &= \vec{A}_2 - (\vec{A}_2 \vec{\xi}'_1) \vec{\xi}'_1, \quad \vec{\xi}'_2 = \frac{\vec{B}_2}{|\vec{B}_2|}; \\ &\dots\dots\dots \\ \vec{B}_n &= \vec{A}_n - \sum_{i=1}^{n-1} (\vec{A}_n \vec{\xi}'_i) \vec{\xi}'_i, \quad \vec{\xi}'_n = \frac{\vec{B}_n}{|\vec{B}_n|} \end{aligned} \right\}. \quad (3.17)$$

Axtarış əməliyyatı o vaxta qədər davam edir ki, tələb olunan hesabat dəqiqliyi əldə edilmiş olsun.

Müxtəlif variantlar üzrə optimizasiya nəticələri cədvəl 3.3-də verilmişdir.

Cədvəl 3.3

Müxtəlif variantlar üzrə məqsədli funksiyanın hesabat qiymətləri

Variantlar	İllik istehsal həcmi, Q , kq/il	Qurğunun sayı, n	Qurğunun məhsuldarlığı, q , kq/saat	Qurğuda baza qovşaqlarının qiyməti, D , man	Məqsədli funksiya, C
1	2	3	4	5	6
1	$40 \cdot 10^3$	1	300	-	0,25...0,31
2	$80 \cdot 10^3$	1	300	-	0,28...0,41
3	$160 \cdot 10^3$	1	500	$0,2 \cdot 10^3$	0,40...0,47
4	$320 \cdot 10^3$	1	500	$0,2 \cdot 10^3$	0,52...0,63
5	$640 \cdot 10^3$	1	1000	$2,5 \cdot 10^3$	2,00...2,40
6	$1280 \cdot 10^3$	1	1000	$2,5 \cdot 10^3$	0,73...0,91

Cədvəldə illik süd istehsal həcmi kiçik təsərrüat (1-ci, 2-ci variantlar), nisbətən iri təsərrüfatlar (3-cü, 4-cü variantlar) və təsərrüfatlararası süd emal sexləri (5-ci, 6-cı variantlar) nəzərdə tutulmuşdur. Cədvəldən görüldüyü kimi daha yüksək məhsuldarlıqlı qurğu variantları mövcud qurğulara yaxınlaşmağa meyl edir ki,

burada baza qovşaqlarının qiyməti və məqsədli funksiyanın da qiyməti artmağa meyl göstərir.

Hesabatların müqayisəsi qurğuda baza variantının qovşaqlarının istifadə olunması yalnız elektropasterizasiya bölməsi və rekuperasiya istilik dəyişmə aparatının olması nəzərə alınmaqla yerinə yetirilmişdir.

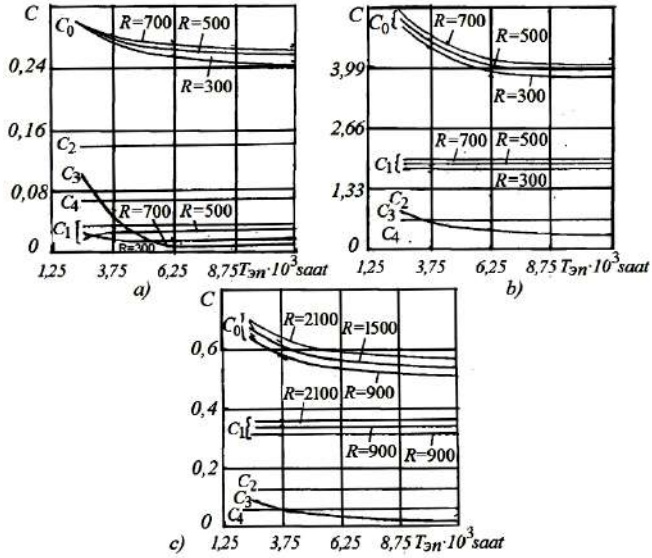
Alınmış nəticələrin təhlili yeni elektropasterizasiya qurğularının işlənilib hazırlanması üçün mühüm praktiki əhəmiyyət daşıyan nəticələrin əldə edilməsinə imkan verir.

Birincisi, məqsədli funksiya (nisbi gətirilmiş xərclərin minimumu) bir variantdan (5-ci variant, burada yüksək məhsuldarlıqlı qurğu ilə illik süd istehsalı həcmi arasında uyğunsuzluq özünü göstərmişdir. Eyni şərtlər daxilində illik istehsal həcminin iki dəfə artmasında variant özünü doğrultmağa meyl etmişdir) başqa digərlərində nisbi gətirilmiş xərclərin qiyməti vahiddən azdır.

Bütün variantlarda rekuperasiya əmsalı (k_r), rekuperasiya bölməsinin yüksək qiymətinin olmasına baxmayaraq özünün buraxıla bilən maksimum qiymətinə ($k_r=0,8-0,9$) malik olur. Buna əsasən demək olar ki, istilik enerjisinin rekuperasiya dərəcəsini maksimum artırmaq məqsəduyğun sayıla bilər. Bunun üçün eyni zamanda istilik dəyişdiricisinin qiyməti azaldılmalıdır.

İkincisi, məqsədli funksiya (C_0) və bütün onun toplananları (C_j) elektrik qızdırıcı elementlərin xidmət müddətinin artması ilə azalmağa meyl edirlər (şək.3.5). Təsərrüfatlararası süd sexləri üçün elektropasterizator və rekuperatorun birgə optimallaşdırılması və elektrik qızdırıcı elementlərin xidmət müddətini 2,5-dən 10 min saata qədər artırıqda nisbi gətirilmiş xərclər 18% azalmışdır. Orta və kiçik istehsal həcmi olan təsərrüfatlarda elektropasterizatorun optimallaşdırılması nisbi gətirilmiş xərclərin 21,5% azalmasına səbəb olmuşdur.

Üçüncüsü elektrik qızdırıcı elementlərin vahid səthə düşən optimal gücü bütün hesabat variantlarında demək olar ki, dəyişməz ($0,86-0,93 \text{ Vt/sm}^{2-}$) qalır. Yalnız qurğunun məhsuldarlığı ilə illik süd istehsal həcmi arasında böyük uyğunsuzluq olduqda vahid səthə düşən optimal gücün qiyməti $0,58 \text{ Vt/sm}^2$ edir.



Şək.3.5. Nisbi gətirilmiş xərclər və onun toplananlarının elektrik qızdırıcı elementlərin xidmət müddətindən asılılıq əyriləri:

a) təsərrüfatın illik istehsal həcmi $Q=40$ ton olduqda; b) təsərrüfatın illik istehsal həcmi $Q=160$ ton olduqda; c) təsərrüfatlararası süd emal sexi, $Q=1,28 \cdot 10^3$ ton.

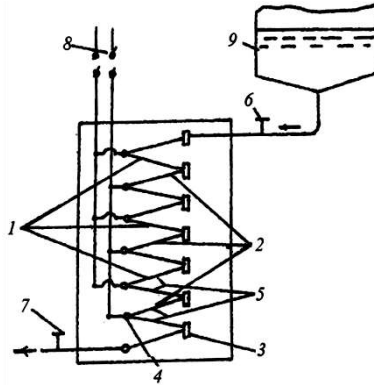
W , λ , ξ üçün alınmış qiymətlər m , z və T_{3n} -ni nəzərə almaqla elektrik qızdırıcı elementlərin materialı üçün tələblərin formalaşmasına xidmət edir. Burada cərəyan ötürücü elektrodlar, kvars borular və digər formada hazırlanmış elementlər də təsir göstərir.

3.2.2. Birbaşa təsirli elektropasterizasiya prosesinin tədqiqi

3.2.2.1. Konstruktiv sxemin seçilməsi.

Mövcud pasterizatorların konstruktiv süd istehsalı şəraiti üçün tənqidi təhlili və yuxarıda qeyd olunan axtarış optimallaşdırma nəticələrinə əsaslanaraq kiçik təsərrüfatlar üçün axımlı birbaşa qızdırıcı təsirli elektropasterizatorun konstruktiv sxemi işlənib hazırlanmışdır.

İxtira səviyyəsində işlənmiş bu eksperimental pasterizatorun [46, 49, 59] sxemi şəkil 3.6-da əks olunmuşdur.



Şək.3.6. Eksperimental elektropasterizatorun sxemi:

1-birinci dolaq; 2-ikinci dolaq; 3-izoləedici mufta; 4-fiqurlu mufta; 5-borular; 6, 7-kranlar; 8-elektrik mənbəyi; 9-süd bəki.

Elektropasterizator birinci 1 və ikinci 2 dolaqlara malikdir, dolaqlar paslanmayan poladdan olan, bir ucu izoləedici 3 muftalarla, digər ucu fiqurlu 4 muftalarla birləşən borulardan 5 ziqzaq şəklində hazırlanır və südün axma istiqamətində ardıcıl olaraq bir-birini əvəz etməklə təkrarlanırlar. Giriş və çıxış xəttindən müvafiq olaraq 6 və 7 kranları var. Dolaqlar elektrik qida mənbəyinə 8 birləşmişlər. Elektropasterizatorun girişi süd bəki 9 ilə əlaqələnmişdir.

Elektropasterizator aşağıdakı kimi işləyir. Qurğu elektrik qida mənbəyinə birləşdirilir. Giriş kranı 6 açılır. Sonra çıxış kranı 7 açılır və süd bəkidən 9 südün elektropasterizatorun dolaqlarından 1, 2 keçərək axması təmin olunur. Elektropasterizatorun dolaqlarından biri fazaya, digəri sıfır xəttinə birləşdiyindən və ziqzaq şəkilli borunun daxilindən axan süd keçirici maye olduğundan qızmağa başlayır. Pasterizasiya prosesi dövründə südün qızma temperaturu çıxış kranında 7 məsarifi dəyişməklə tənzimləyə bilər. Qurğunun istilik rejimini elektrik gərginliyini nizamlamaqla da dəyişmək olar. Qurğunun konstruktiv sxeminə patent ekspertizası tələblərinə [299] uyğun sənədlər hazırlanaraq Azərbaycan Respublikasının Standartlaşma, Metrologiya və patent üzrə Dövlət Komitəsinə təqdim olunmuş və ona İ 2007 0067 sayılı patent sənədi alınmışdır.

Qurğuda südün daim bir istiqamətdə yuxarıdan aşağıya axması boruların daxilində ərp əmələ gəlmə intensivliyinin son dərəcə azalmasına səbəb olur. Pasterizatorun dolaqlarındakı boru parçalarının sökülüb-yığılan olması nəticəsində profilaktik təmizləmə asanlaşmış olur. Bütün bunlar südün pasterizə səmərəliliyini artırmağa imkan verir.

3.2.2.2. Birbaşa təsir şəraitinin tədqiqi. Elektrik enerjisi tətbiqi ilə südün pasterizasiya olunma metod və vasitələrinin öyrənilməsinə Q.D.Kukun [294] tədqiqatları həsr olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, süd həm kolloidal, həm də əsl məhlul xassələrinə malikdir. Odur ki, südün elektrofiziki xassələrinin və onda dəyişən elektrik cərəyanı təsiri ilə gedən proseslərin öyrənilməsi yalnız onun yarımdispers maddə olmasını nəzərə almaqla mümkündür [176]. Südün yarımdispers olması onun içərisində müxtəlif elektrik yüklü hissəciklərin olması ilə əlaqədardır. Süddə elektroneytral molekullar, duzların müsbət və mənfi yüklənmiş ionları, zülalın elektrikle yüklənmiş kolloid hissəcikləri vardır. Əgər südə müxtəlif elektrik potencialları tətbiq edilsə, başqa sözlə sıfırdan fərqli orta mikroskopik elektrik sahəsi yaradılsa süddə cərəyan olacaqdır. Bunu elektrik yüklü mikroskopik daşıyıcıların nizamlı hərəkəti yaradır. Süddə elektrik yüklərinin daşınmasına ionlar və zülalın elektrik yüklü kolloid hissəcikləri iştirak edir. Bu iştirak elektrik yükünün keyfiyyət və miqdarından və hissəciklərin ölçüsündən asılı olaraq müxtəlif ola bilər.

Hesab edilir ki, elektrik sahəsi tərəfində hərəkətə gələn ionun fasiləsiz olaraq məhlulun molekulları ilə qarşılaşmasını sürtünmə qüvvəsi kimi qəbul etmək olar [308, 326]. Bu nizamlı hərəkətin sürəti ilə düz mütənasib olub, istiqamətcə onun əksinədir.

$$F = -cv_1, \quad (3.18)$$

burada F - sürtünmə qüvvəsi;

v_1 - ionun hərəkətinin orta sürətidir.

Elektrik sahəsinin təsiri ilə ionun hərəkəti, yalnız qısa zaman kəsiyində, yəni elektrik sahəsinin təsir qüvvəsinə bərabər qiyməti

olana kimi təcil alır. Bu elektrik sahəsinin gərginliyinin ion yükünə hasili ilə müəyyənləşir. Bundan sonra hərəkət bərabərölçülü olur və elektrik sahəsi qüvvəsinin bütün işi sürtünməni dəf etməyə sərf olunur. Demək qərarlaşmış hərəkət üçün aşağıdakı bərabərliyi yazmaq olar:

$$cv_1 = q_0 E, \quad (3.19)$$

burada q_0 - ionun yükü;

E - elektrik sahəsinin gərginliyidir.

Südü elektrik sahəsinin gərginlik vektoruna perpendikulyar olan 1 sm^2 səthindən keçən ionların sayı aşağıdakı düsturla təyin edilə bilər:

- elektrik sahəsinin gərginlik vektoru istiqamətindəki müsbət ionlar üçün

$$N_1 = v_1 m; \quad (3.20)$$

- elektrik sahəsinin gərginlik vektorunun əksinə hərəkət edən mənfə ionlar üçün

$$N_2 = v_2 m, \quad (3.21)$$

burada m - 1 sm^2 süd səthində hər işarədən olan ionların sayı;

N - elektrik sahəsi gərginliyinə perpendikulyar süd səthindən saniyədə keçən ionların miqdarıdır.

Bunu nəzərə alaraq elektrik cərəyanı sıxlığını aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik:

$$\delta = q_0(N_1 + N_2) = q_0 m(v_1 + v_2) \quad (3.22)$$

və yaxud

$$\delta = q_0^2 m \left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} \right) E. \quad (3.23)$$

Aşağıdakı əvəz etmə

$$\gamma = m q_0^2 \left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} \right) \quad (3.24)$$

ilə yazırıq

$$\delta = \gamma E , \quad (3.25)$$

burada γ - xüsusi elektrik keçiriciliyidir.

İonların hərəkəti ilə elektrik sahəsinin yaratdığı işin istiliyə çevrilməsi ionların süd molekulları ilə qarşılıqlı təsir prosesi nəticəsində həyata keçir. Rəqsli hərəkət edərək ion süd molekulunu itələyir və öz kinetik enerjisinin artığını ona ötürür və onun xaotik hərəkətini gücləndirir. İşlənmiş pasterizatorada süd bir-biri ilə izolyasiya materiallarından hazırlanmış fiqurlu mufta ilə birləşdirilmiş və ziqzaq boru kəməri təşkil etmiş borunun içərisində olur. Bu borular elektrik gərginliyi ilə təmin olunub. Borucuqların elektrik keçiriciliyi südün elektrik keçiriciliyindən çox olduğu üçün cərəyan xətti borucuqların daxili səthinə perpendikulyar olur.

Əgər süd yekcinsdirsə o zaman cərəyan keçirən mühitin bütün nöqtələrində cərəyanın sıxlığı eyni olacaq və istilik yaranması da bütün həcmdə eyni cür olacaq. Südün vahid həcminə düşən güc aşağıdakı kimi təyin edilə bilər:

$$P_0 = \frac{P}{V_0} = E \delta , \quad (3.26)$$

burada P_0 - xüsusi güc;

V_0 - cərəyan keçirən material (süd);

P - gücdür.

Nəzəri elektrotexnikadan məlumdur ki,

$$E = \frac{1}{\gamma} \delta = \rho \delta , \quad (3.27)$$

burada ρ - xüsusi elektrik müqavimətidir.

E -nin qiymətini (3.26) tənliyində yerinə yazdıqda alırıq:

$$P_0 = \delta^2 \rho . \quad (3.28)$$

$1 \text{ Vt} = 0,24 \frac{\text{kal}}{\text{san}}$ olduğunu nəzərə alsaq, onda alırıq:

$$Q_0 = 0,24\delta^2\rho, \quad (3.29)$$

burada Q_0 - 1 saniyədə südün vahid həcmində yaranan istilik miqdarıdır.

Borucuqlar (elektrodlar) arasındakı bütün süd həcmində ayrılan elektrik enerjisini (A) müəyyən etmək üçün hər elementar həcmdə istilik şəklində yaranan elektrik enerjisi miqdarını cəmləmək lazımdır:

$$A = \int_{V_0} \delta^2 \rho t dV_0 = t \int_{V_0} \delta^2 \rho dV_0 \quad (3.30)$$

və yaxud

$$A = J^2 R_{or} t; \quad (3.31)$$

$$q = 0,24 J^2 R_{or} t, \quad (3.32)$$

burada J - elektrik cərəyanı;

R_{or} - elektrik müqavimətidir.

Əgər elektrik cərəyanının sıxlığı süd dolu borunun en kəsiyində bərabər paylanmış olarsa, o zaman südün hər eyni həcmində eyni miqdarda istilik yaranacaqdır. Ancaq məlumdur ki, süd elektrik geterogen quruluşa malikdir. Belə olduğu üçün elektrik cərəyanının sıxlığı elektrik keçiriciliyi çox və az olan sahələrdə eyni olmayacaqdır.

Qarşıya qoyulmuş məsələləri həll etmək üçün qeyd olunan mühitdə, yəni, südün elektrik keçirici (su, mikroorqanizmləri) və elektrik keçirməyən (yağ, zülal və s.) hissələrində elektrik cərəyanının paylanmasını aydınlaşdırmaq lazım gəlir.

Buradan da bir tərəfdən südün elektrik keçiricilik halını və digər tərəfdən süddən aşağı tezlikli cərəyan keçdikdə mikrohəcm-lərin istilik vəziyyətini tədqiq etmək mümkün olar.

Geterogen sistem kimi süddə elektrik cərəyanının yayılmasını tədqiq etmək üçün nəzəri və təcrübi aerodinamikanın analoqlarından bilavasitə isə qeyri yekcins mühitdə axının qüvvə xətləri

barədə məlumatlardan istifadə etmək olar. Əgər istilik yaranması südün yağ kürəciyində baş verirsə o zaman demək olar ki, bu lay nə qədər dərinədə olarsa, o zaman o, onda yaranan istiliyi çətinliklə verəcəkdir. Səthdəki laylar daha intensiv soyuyurlar. Göründüyü kimi elektrik cərəyanı ilə qızdırıldıqda temperatur qradientinin yaranması qaçılmazdır. Ancaq bu qradient, kənardan istilik təsiri ilə qızdırmanın qeyri qərarlaşmış prosesində olunanın əksinə yönəlmiş olacaqdır. Temperatur qradienti ətraf mühitin xassəsindən, materialın özündən, ölçü və formadan asılı olur.

Nəzəri elektrotexnikada eynicinsli elektrik sahəsində müxtəlif keçiricikli hissəciklərin olması halı öyrənilmişdir. Riyazi olaraq əsas sahədə və ionların hərəkət yolunda iki hadisə üzrə cərəyanın sıxlığının tapılması məsələsi həll olunur. Bu hadisələr aşağıdakılardır: birinci, əsas materialın tərkibindəki hissəciklər az elektrik keçiriciliyinə malikdir; ikinci isə əsas materialın tərkibindəki hissəciklər daha yaxşı keçiriciliyə malikdirlər.

Birbaşa təsirlə elektropasterizator tədqiq olunduqda axın qüvvəsinin, eynicinsli keçiricikli sahənin yağ kürəcikləri arasında qüvvə xətlərinin meyletməsi halında necə paylanacağı müəyyən edilməlidir. Məhz qüvvə xətlərinin paylanma xarakteri geterogen sistem kimi südə istilik təsirinin xüsusiyyətini təyin etməyə imkan verir. Hidrodinamika məsələlərində öyrənilmişdir ki, belə qüvvə xətlərinin qeyd olunan aralığa bənzər mühidə paylanma xarakteri ideal mayenin hərəkət istiqamətinə uyğundur və qarşıya çıxan maneəni hərlənib keçir. Axın daralan yerdə qüvvə xətlərinin sıxlığı daha çoxdur. Demək cərəyan sıxlığı da seçdiyimiz aralıqda qeyri bərabər olacaq və süd həcmində südün elektrik keçiriciliyi və həmin həcmə istilik təsiri də eyni olmayacaqdır.

Cərəyan südə heç bir istilik təsiri göstərmədiyi hal üçün südün elektrik xassəsini öyrənmək üçün seçilmiş aralıqda cərəyan xətlərinin paylanmasının tədqiqi ilə kifayətlənmək olar. Bununla süd strukturunun onun tərkib hissəsinin elektrik keçiriciliyinə və elektrik müqavimətinə təsiri barədə nəticə əldə etmək mümkündür.

Elektrik cərəyanının südün mikrohəcmələrində paylanmasını müəyyən edən südün strukturu qızma zamanı daim dəyişir və bu-

nunla əlaqədar olaraq seçilmiş aralıqda cərəyan sıxlığı da fasiləsiz olaraq dəyişir. Qeyd etmək lazımdır ki, süd tərkibindəki hissəciklər arasında qüvvə xətlərinin paylanması riyazi həlli olduqca çətindir. Odur ki, bu tədqiqatda südün tərkibindəki müxtəlif forma hissəciklərin olması və cərəyanın istilik təsiri ələ alınaraq seçilmiş konstruktiv sxemdə prosesin əsaslandırılmasına çalışırıq.

Diqqəti südün elektrik keçiriciliyinə yönəldirik. Keçiriciliyin ayrı-ayrı izoterm nöqtələri tədqiq olunan obyektin uclarındakı potensiallar fərqi cərəyanın qiymətinin təyin edilməsi ilə həyata keçirilir. Bu elektrik keçiriciliyi (g) aşağıdakı tənlikdən tapılır:

$$\dot{I} = (v - v')g. \quad (3.33)$$

Bu göstərici süd yekcins tərkibə malik olduqda qatılığın dəyişməyini səciyyələndirir.

Hesab edirik ki, südün tərkibində elektrik xassəsinə görə kəskin fərqlənən ikinci faza əmələ gəlir (köpüklü). Fazaların miqdar və nisbətindən asılı olaraq müxtəlif keçiricikli fazaların həcmi hesablanabilir. Əvvəlcə qəbul edirik ki, bu fazalar müstəqildir və bir-birinin yanında.

Bu cür iki laylı nümunənin ümumi en kəsik sahəsini F_2 ilə, "A" fazanın xüsusi elektrik keçiriciliyini γ_a ilə, borucuğun en kəsik sahəsini F_a ilə, "B" fazanın xüsusi elektrik keçiriciliyini γ_b ilə, bu fazanın en kəsik sahəsini F_b ilə işarə edirik. İki laylı nümunənin orta xüsusi elektrik keçiriciliyi γ_{or} aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\gamma_{or} = \gamma_a F_a + \gamma_b (F_r - F_a) \quad (3.34)$$

və yaxud

$$\gamma_{or} = \gamma_a \frac{k}{100} + \gamma_b \left(\frac{100 - k}{100} \right). \quad (3.35)$$

(3.35) düsturu elektrik keçiriciliyinin $\frac{k}{100}$ və $\frac{100 - k}{100}$ çəki nisbətlərində qatılıqdan düzxətli asılılıqda olduğunu əks etdirir.

Nəhayət hər iki fazanın sıxlığındakı fərqə düzəliş vermək lazımdır. Burada fazaları ayıran səthin təsiri nəzərə alınmır. Südü müxtəlif elektrik xassəli hissəcikli vəziyyətə gətirmək mümkündür. Ancaq o da mümkündür ki, süd komponentləri müxtəlif dispers vəziyyətdə ola bilərlər.

Qəbul edək ki, süddə çox kiçik elektrik keçiriciliyinə malik (misal üçün yağ kürəciyi) V həcmi vardır və radiusu R_{1_1} -dir. Onda keçirici fazanın canlı en kəsiyi aşağıdakı kimi olur:

$$F_2 = \pi R_{1_1}^2. \quad (3.36)$$

Elektrik keçiriciliyinin dəyişməsi bu en kəsik sahəsinin azalması ilə baş verir. Bu axımın daralmış en kəsiyində qüvvə xətlərinin qeyri bərabər paylanmasına təsir göstərir. Elektrik keçirməyən fazanı elə xırda hissəciklərə bölürük ki, bölündükdən sonra hissəciklərin forması kürə şəklində olsun. İlk bölmədə iki həcm alırıq:

$$v_1 = 2v_2. \quad (3.37)$$

Bu yeni hissəciklərin radiusunu R_{2_1} hesablamağa imkan verir

$$\frac{4}{3} \pi R_{1_1}^3 = 2 \left(\frac{4}{3} \pi R_{2_1}^3 \right); \quad (3.38)$$

$$R_{2_1} = R_{1_1} 2^{\frac{1}{3}}. \quad (3.39)$$

Ümumi həcmi n hissəciklərə böldükdə alırıq:

$$R_{n_1} = R_{1_1} n^{-\frac{1}{3}}. \quad (3.40)$$

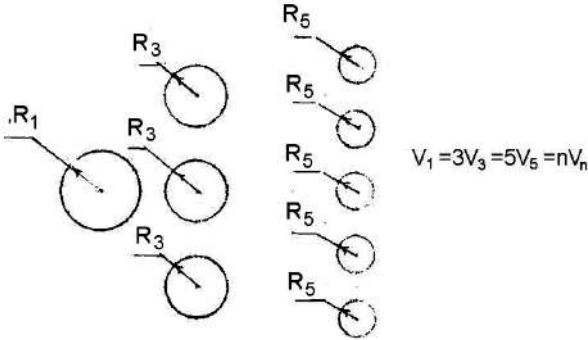
Beləliklə, həcmnin sonrakı bölünmələrində hissəciyin radiusunun dəyişməsi bölünmələr sayı ilə qeyri mütənasib olur. Keçirici aralığın daralmasına səbəb olan en kəsik sahələrinin cəmi $\sum f_n$ aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\sum f_n = \pi R_1^2 n n^{\frac{2}{3}} = \pi R_1^2 n^{\frac{1}{3}}. \quad (3.41)$$

Hissəcik konturları arasına daxil olan və sıxlaşan qüvvə xətləri də xırdalanmadan yaranan səthlərin cəmi ilə əlaqəli olur. Ümumi həcm n kürə şəkilli hissəciklərə bölündükdə səthlərin cəmi aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$\sum S_n = 4\pi R_1^2 n n^{\frac{2}{3}} = 4\pi R_1^2 n^{\frac{1}{3}}. \quad (3.42)$$

Hissəciyin radiusunun dəyişməsi şəkil 3.7-də təsvir edilmişdir.



Şək.3.7. Hissəciklərin radiuslarının dəyişməsi.

Beləliklə elektrik xassəsinə görə eynicinsli olmayan südün, nəinki axımın ən sıxılan yeri üçün həmçinin bütün axın boyunca hər hansı tərkib hissəciyinin keçiriciliyə təsirini nəzərə almaqla, elektrik keçiriciliyini riyazi yolla müəyyən etmək olar. Seçilmiş aralıqda cərəyanın sıxlığının qeyri-bərabər paylanması təsiri cərəyan sıxlığının kürə mərkəzindən məsafələr üzrə inteqrallanması ilə nəzərə alın bilər.

Cərəyan sıxlığının qeyri bərabər paylanması varsa, müxtəlif istilik keçiriciliyinə malik hissəciklərin olması istiliyin də qeyri bərabər paylanmasına səbəb ola bilər. Belə olduqda südün tərkibindəki mikroorqanizmlər, yağ kürəcikləri və sairədə müəyyən temperatur düşməsi baş verə bilər.

Bu məsələni aydınlaşdırmaq üçün onu iki yerə ayırırıq: elektrik və istilik hissələrinə, başqa sözlə alınan istiliyin paylanması və temperatur düşməsinin necə olacağı müəyyənəndirilməlidir.

3.2.2.3. Elektrik sahəsinin təsiri. Yenə də mühitdə bir tərkib hissəsinin olması və onun da kürə şəklində olmasını qəbul edirik [239, 297]. Elektrik cərəyanı bərabər yayılmış və xüsusi keçiriciliyi γ_2 olan sahədə kürəcik olduqda cərəyan sıxlığının paylanması pozulur. Xüsusi elektrik keçiriciliyinin γ_2 qiymətindən asılı olaraq qüvvə xətlərinin paylanması bu və ya digər şəkli alına bilər. Kürəciyin mərkəzində koordinat başlanğıcı seçirik. Onun radiusu (r_0) və x - oxu cərəyanın istiqamətinə uyğundur. Yekcins cərəyan sahəsində sıxlıq aşağıdakı kimi təyin edilə bilər:

$$\delta = -\gamma_1 \frac{\partial \varphi_0}{\partial x}, \quad (3.43)$$

burada δ - cərəyan sıxlığı;

γ_1 - mühitin xüsusi elektrik keçiriciliyi;

φ_0 - potensial funksiyadır.

φ_0 -a görə demək olar ki, o yalnız x -in funksiyasıdır

$$\varphi_0 = -\frac{\delta}{\gamma_1} x + c. \quad (3.44)$$

Sabit " c " kəmiyyəti ciddi təsir göstərməyinə görə onu sıfıra bərabər götürə bilərik. Yəni kürəciyin olması təsir göstərməyən sahə üçün potensial funksiyanı aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$\varphi_0 = -\frac{\delta}{\gamma_1} x. \quad (3.45)$$

Kürəcik olduqda sahə pozulur və başqa funksiya ilə müəyyən edilməlidir. Hesab edək ki, sahəni pozan təsir onunla ifadə olunur ki, kürəciyə nəzərən xarici mühitdə potensial funksiya aşağıdakı kimi olur:

$$\varphi_1 = \varphi_0 + \varphi_e, \quad (3.46)$$

kürəciyin daxilində isə

$$\varphi_2 = \varphi_0 + \varphi_i, \quad (3.47)$$

burada φ_e və φ_i - əlavə funksiyalardır ki, kürəciyin təsirindən baş verir.

φ_e və φ_i potensial funksiyalar Laplas tənliyini təmin etdikləri üçün φ_0 da həmin tənliyi ödəyir. Buna görə φ_e və φ_i funksiyalarını Laplas tənliyinin inteqralı kimi təyin etmək olar. Bu pozucu potensialların x oxuna nəzərən simmetrik olduğu qəbul edilir. Odur ki, "x" qütb oxuna malik və mərkəzi kürə mərkəzinə düşən sferik koordinatlarda bu funksiyalar yalnız r və θ -dan asılı olurlar. Bu funksiyaların sferik koordinatlarda differensial tənlikləri aşağıdakı kimi olur:

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \varphi}{\partial r} \right) + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} \right) = 0. \quad (3.48)$$

Bu tənliyin həllini iki funksiyanın hasili şəklində axtarıyıq. Bunlardan biri yalnız r -dən digəri isə yalnız θ -dan asılıdır. Bunu aşağıdakı kimi ifadə edirik:

$$\varphi(r, \theta) = u(r) \cdot v(\theta). \quad (3.49)$$

φ üçün bu ifadəni differensial tənlikdə (3.48) istifadə etsək alırıq:

$$v \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{u}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial v}{\partial \theta} \right) = 0 \quad (3.50)$$

və yaxud bunu uv -yə böldükdən sonra yazırıq:

$$\frac{1}{u} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{1}{v \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial v}{\partial \theta} \right) = 0 \quad (3.51)$$

Sonuncu tənliyin sol tərəfi iki bir-birindən asılı olmayan funksiyaların cəmi olduğu üçün yazıla bilər:

$$\frac{1}{u} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial u}{\partial r} \right) = m; \quad \frac{1}{v \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial v}{\partial \theta} \right) = -m. \quad (3.52)$$

Bu tənliklərdən birincisinin $m = n(n+1)$ olduğu halda məlum həlli var: $u = r^n$ və $u = r^{-(n+1)}$. Onda ikinci tənlik aşağıdakı şəkli alır:

$$\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial v}{\partial \theta} \right) + n(n+1)v = 0. \quad (3.53)$$

Başqa sözlə $v = P_n(\cos \theta)$ olarsa Lejandr tənliyi alınır. Burada $P_n(\cos \theta)$ n dərəcədən $\cos \theta$ -ya görə Lejandr polinomudur.

Beləliklə, differensial tənliyin ümumi inteqralı aşağıdakı şəkildə ifadə oluna bilər:

$$\varphi(r, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n r^n P_n(\cos \theta) + \sum_{n=0}^{\infty} B_n r^{-(n+1)} P_n(\cos \theta). \quad (3.54)$$

Axtarılan funksiyalar aşağıdakı şərtləri ödəməlidir:

- φ_e və φ_r funksiyaları hər yerdə sonlu olmalı;
- φ_r funksiyası kənar nöqtələrdə sonsuz olmalı və φ_0 funksiyasından az fərqlənməli;
- sferanın (kürənin) sərhəddində, başqa sözlə $r=r_0$ olduqda θ bucağından asılı olmayaraq aşağıdakı şərtlər təmin olunmalıdır:

$$\varphi_1(r_0, \theta) = \varphi_2(r_0, \theta); \quad (3.55)$$

$$\left(\gamma_1 \frac{\partial \varphi_1}{\partial r} \right)_{r=r_0} = \left(\gamma_2 \frac{\partial \varphi_2}{\partial r} \right)_{r=r_0}. \quad (3.56)$$

Bu o deməkdir ki, potensial fasiləsiz olub, kürə səthinə və cəryan sıxlığına normal (toplanan) təşkil etməlidir.

Birinci və ikinci şərtin ödənilməsi baxımından (3.54) tənliyinə baxsaq qeyd etmək olar ki, sağ tərəfin birinci toplananı $A_n \neq 0$ ol-

duqda r artdıqca sonsuz olaraq artır. Odur ki, φ_e üçün ifadədə belə toplanan olmamalıdır, yəni A_n sifira bərabər olmalıdır. Tənliyin sağ tərəfinin ikinci toplananında da r sifira meyl etdiyi üçün hesab etmək olar ki, φ_i ifadəsində B_n -nin əmsalları da sıfır olmalıdırlar.

Beləliklə, birinci şərti yerinə yetirmək üçün aşağıdakılar qəbul olunur:

$$\varphi_e = \sum_{n=0}^{\infty} B_n r^{-(n+1)} P_n(\cos\theta); \quad (3.57)$$

$$\varphi_i = \sum_{n=0}^{\infty} A_n r^n P_n(\cos\theta). \quad (3.58)$$

r -in kifayət qədər böyük qiymətlərində φ_e -nin qiyməti o qədər kiçik olur ki, r -in bu qiymətlərində $(\varphi_0 + \varphi_e)$ potensialı hərəkətə gəlməmiş sahənin potensialından (φ_0) çox az fərqlənir. Beləliklə ikinci şərt də təmin edilmiş olur.

Artıq məlumdur ki,

$$\varphi_0 = -\frac{\delta}{\gamma_1} x = -\frac{\delta}{\gamma_1} r \cos\theta. \quad (3.59)$$

Lejandrın polinomlar nəzəriyyəsiindən məlumdur ki, $P_1(\cos\theta) = \cos\theta$. Onda φ_0 üçün yaza bilərik:

$$\varphi_0 = -\frac{\delta}{\gamma_1} r P_1(\cos\theta). \quad (3.60)$$

Beləliklə

$$\varphi_1(r, \theta) = -\frac{\delta}{\gamma_1} r P_1(\cos\theta) + \sum_{n=0}^{\infty} B_n r^{-(n+1)} P_n(\cos\theta); \quad (3.61)$$

$$\varphi_2(r, \theta) = -\frac{\delta}{\gamma_1} r P_1(\cos\theta) + \sum_{n=0}^{\infty} A_n r^n P_n(\cos\theta). \quad (3.62)$$

A_n və B_n əmsallarını müəyyən etmək üçün üçüncü şərtədən istifadə edirik. (3.56) tənliyində r üzrə vuruq olduğundan əvvəlcə onu müəyyən edirik:

$$\frac{d\varphi_1}{dr} = -\frac{\delta}{\gamma_1} P_1(\cos\theta) - \sum_{n=0}^{\infty} (n+1) B_n r^{-(n+2)} P_n(\cos\theta); \quad (3.63)$$

$$\frac{d\varphi_2}{dr} = -\frac{\delta}{\gamma_1} P_1(\cos\theta) + \sum_{n=0}^{\infty} n A_n r^{n-1} P_n(\cos\theta). \quad (3.64)$$

Potensialın fasiləsizliyi və cərəyan sıxlığının normal toplanımından istifadə edərək aşağıdakı tənlikləri yazırıq:

$$\begin{aligned} -\frac{\delta}{\gamma_1} r_0 P_1(\cos\theta) + \sum_{n=0}^{\infty} B_n r_0^{-(n+1)} P_n(\cos\theta) = \\ = -\frac{\delta}{\gamma_1} r_0 P_1(\cos\theta) + \sum_{n=0}^{\infty} A_n r_0^n P_n(\cos\theta) \end{aligned} \quad ; \quad (3.65)$$

$$\begin{aligned} -\gamma_2 \frac{\delta}{\gamma_1} P_2(\cos\theta) - \gamma_1 \sum_{n=0}^{\infty} (n+1) B_n r_0^{-(n+2)} P_n(\cos\theta) = \\ = -\gamma_2 \frac{\delta}{\gamma_1} P_1(\cos\theta) + \gamma_2 \sum_{n=0}^{\infty} n A_n r_0^{n-1} P_n(\cos\theta). \end{aligned} \quad (3.66)$$

Bu tənliklər θ -nın bütün qiymətlərində həll olunduqlarına görə eyni dərəcədə olan polinomların əmsalları bərabər olmalıdırlar. Bu əmsalları bərabərləşdirdikdə aşağıdakı tənliklər sistemini alırıq:

$$\left. \begin{aligned} B_0 r_0^{-1} &= A_0 \\ B_1 r_0^{-2} &= A_1 r_0 \\ \dots\dots\dots \\ B_n r_0^{-(n+1)} &= A_n r_0^n \end{aligned} \right\} ; \quad (3.67)$$

$$\left. \begin{aligned}
 \gamma_1 B_0 r_0^{-2} &= 0 \\
 -\frac{\delta}{\gamma_1} \gamma_2 - \gamma_1 2B_1 r_0^{-3} &= -\frac{\delta}{\gamma_1} \gamma_2 + \gamma_2 A_1 \\
 -\gamma_1 3B_2 r_0^{-4} &= \gamma_2 2A_2 r_0 \\
 \dots\dots\dots \\
 -\gamma_1 (n+1) B_n r_0^{-(n+2)} &= \gamma_2 n A_n r_0^{n-1}
 \end{aligned} \right\}. \quad (3.68)$$

(3.68) tənliklər sisteminin birinci tənliyindən $B_0=0$ tapırıq.
(3.67) tənliklər sisteminin birinci tənliyinə görə isə $A_0=0$.

Hər iki tənliklər sisteminin ikinci tənliklərini aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

$$B_1 r_0^{-3} = A_1; \quad (3.69)$$

$$\gamma_2 \left(-\frac{\delta}{\gamma_1} - 2B_1 r_0^{-3} \right) + \frac{\delta}{\gamma_1} \gamma_2 = \gamma_2 A_1. \quad (3.70)$$

Sonuncu tənlikdə B_1 -in A_1 ilə əlaqəli qiymətindən istifadə etdikdə alırıq:

$$-\frac{\delta}{\gamma_1} (\gamma_1 - \gamma_2) - 2\gamma A_1 = \gamma_2 A_1. \quad (3.71)$$

Bu tənliyi A_1 -ə görə həll etdikdə

$$A_1 = -\frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2\gamma_1 + \gamma_2} \frac{\delta}{\gamma_1} \quad (3.72)$$

və B_1 -ə görə həll etdikdə isə

$$B_1 = -\frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2\gamma_1 + \gamma_2} r_0^2 \frac{\delta}{\gamma_1} \quad (3.73)$$

alırıq.

Sonrakı tənliklər eyni tip tənliklər olduğuna görə

$$B_n r_0^{-(2n+1)} = A_n; \quad (3.74)$$

$$-\gamma_1(n+1)B_n r_0^{-(2n+1)} = \gamma_2 n A_n, \quad (3.75)$$

bunları ümumi qaydailə həll edirik.(3.75) tənliyində $B_n r_0^{-(2n+1)}$ -in yerinə (3.74) tənliyindəki A_n qiymətini yazdıqda alırıq:

$$-\gamma_1(n+1)A_n = \gamma_2 n A_n. \quad (3.76)$$

Buradan bilavasitə $A_n=0$ olduğu üçün $B_n=0$ olur.

Beləliklə A_n və B_n -in bütün əmsallarından yalnız tənliklə müəyyən edilmiş A_1 və B_1 qalır. Bu φ_1 və φ_2 üçün aşağıdakı ifadələri yazmağa imkan verir:

$$\varphi_1(r, \theta) = -\frac{\delta}{\gamma_1} r P_1(\cos \theta) - \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2\gamma_1 + \gamma_2} \frac{\delta r_0^2}{\gamma_1 r^3} r P_1(\cos \theta); \quad (3.77)$$

$$\varphi_2(r, \theta) = -\frac{\delta}{\gamma_1} r P_1(\cos \theta) - \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2\gamma_1 + \gamma_2} \frac{\delta}{\gamma_1} r P_1(\cos \theta). \quad (3.78)$$

x dəyişəninə görə düsturları aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\varphi_1(r, \theta) = -\frac{\delta}{\gamma_1} \left(1 + \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2\gamma_1 + \gamma_2} \frac{r_0^2}{r^3} \right) x; \quad (3.79)$$

$$\varphi_2(r, \theta) = -\frac{\delta}{\gamma_1} \left(1 + \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2\gamma_1 + \gamma_2} \right) x, \quad (3.80)$$

burada

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}.$$

φ potensial funksiyasını bildikdən sonra vahid həcmdə yaranan istilik miqdarını təyin etmək mümkündür:

$$Q = \gamma_1 \left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)^2 \right]. \quad (3.81)$$

Bu düsturdan istifadə edərək əsas mühitdə və x oxuna perpendikulyar, tərkibdəki hissəciyin mərkəzindən keçən müstəvidəki hissəcikdə yaranan istilik miqdarını müəyyən etmək mümkündür:

$$Q_e = Q_0 \left(1 + \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2\gamma_1 + \gamma_2} \frac{r_0^2}{r^3} \right)^2; \quad (3.82)$$

$$Q_i = Q_0 \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \left(1 + \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2\gamma_1 + \gamma_2} \right)^2, \quad (3.83)$$

burada $r = \sqrt{y^2 + z^2}$;

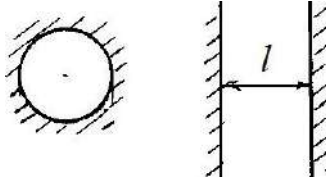
$Q_0 = \frac{\delta^2}{\gamma_1}$ - tərkibdə hissəciklər olmayan hal üçün vahid

həcmdə yaranan istilik miqdarıdır.

Beləliklə məsələnin birinci hissəsini həll edib, ikinci hissəyə keçirik.

3.2.2.4. İstilik sahəsinin təsiri. Konstruktiv sxemə əsaslanaraq qızdırılan materialın silindrik formada (borucuqda) olmasını qəbul edirik. Adi səthlər arası qızdırmadan fərqli olsa da yenə qızdırılan maye dairəvi en kəsiyə malik içi boş elektrodlar arasında olur (şək.3.8). Məsələni sadələşdirmək üçün istiliyin kənara verilməsini nəzərə almamaq və mikroorqanizmlərin istilikötürmə əmsalının temperaturdan asılı olmayaraq qəbul etmək olar [207, 483]. Bu hal üçün istilik keçirmənin differensial tənliyini aşağıdakı kimi yazmaq mümkündür:

$$\frac{d^2 t^\circ}{dr^2} + \frac{1}{2} \frac{dt^\circ}{dr} + \frac{Q}{\lambda} = 0. \quad (3.84)$$



Şək.3.8. Qızdıçılarn konstruktiv variantları.

İkiqat inteqrallamadan və inteqral sabitini müəyyən etdikdən sonra nümunə (südlə dolu borucuq) mərkəzindən istənilən məsafədə temperaturu (t_r) müəyyən etmək üçün aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$t_r^\circ = t_c^\circ + \frac{Qr_0^2}{4\lambda} \left[1 - \frac{r^2}{r_0^2} + \frac{2\lambda}{r_0\alpha} \right]; \quad (3.85)$$

$$t_0^\circ = t_c^\circ + \frac{Qr_0^2}{4\lambda} \left[1 + \frac{2\lambda}{r_0\alpha} \right]; \quad (3.86)$$

$$\Delta t_r^\circ = t_0^\circ - t_r^\circ = \frac{Qr_0^2}{4\lambda}, \quad (3.87)$$

burada Q - zaman vahidi ərzində vahid həcmdə yaranan istilik miqdarı;

α - istilikvermə əmsalı;

λ - istilikkeçirmə əmsalı;

t_c° - mühitin (südü) temperaturudur.

Digər tərəfdən məlumdur ki,

$$\frac{Qr_0^2}{4\lambda} = 0,06 \frac{\rho}{\lambda} \delta^2 r_0^2,$$

burada ρ xüsusi elektrik müqavimətidir.

(3.86) tənliyinə görə yazı bilərik:

$$t_0^\circ = t_c^\circ + 0,06 \frac{\rho}{\lambda} \delta^2 r_0^2 \left(1 + \frac{2\lambda}{r_0\alpha} \right). \quad (3.88)$$

Cərəyan sıxlığını kvadratını (δ^2) təyin edirik:

$$\delta^2 = \frac{\lambda(t_0^\circ - t_c^\circ)}{0,06r_0^2 \left(1 + \frac{2\lambda}{r_0\alpha}\right)}. \quad (3.89)$$

Əgər istilik yaranma mikroorqanizmlərdə yaranıb və onlar arasında, onlardan kənara istilik ötürməsi baş verirsə, onda bunları hər hansı bir ekvivalent kürə kimi qəbul edirik. Bunun diametrimini isə mikroorqanizmlər arasındakı məsafənin orta qiymətinə bərabər götürürük.

Mikroorqanizmlərin ν_l sürəti ilə temperaturlarının artmasını nəzərə alaraq qızdırıcının temperatur rejimini gözdən keçirək. İstilik keçirmənin məlum differensial tənliyi aşağıdakı ümumi həllə malikdir:

$$t^\circ = \frac{2}{\ell} \sum_1^N \left[\exp\left\{-\frac{\alpha\pi^2 n^2}{\ell^2} \tau\right\} \sin \frac{n\pi x}{\ell} \left(\int_0^\ell f(x) \sin \frac{n\pi x}{\ell} dx + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{\alpha\pi}{\ell} \int_0^\tau \exp\left\{\frac{\alpha\pi^2 n^2}{\ell^2} \lambda\right\} \left\{ \varphi_1(\tau) - (-1)^n \varphi_2(\tau) \right\} d\tau \right) \right], \quad (3.90)$$

burada $t^\circ - \tau$ vaxtı ərzində səthlərdən birindən "x" məsafədə olan nöqtədəki temperatur;

α - temperaturkeçirmə;

$f(x) - \tau = 0$ olduqda qızdırıcı səth üzərində temperaturun paylanması;

$\varphi_1(\tau)$ və $\varphi_2(\tau)$ - qızdırıcı hər iki səthdə temperatur dəyişməsinə müəyyən edən funksiyalar;

x və λ - inteqrallama dəyişənləridir, $n=1, 2, 3, \dots$

$f(x)=0$ olduğunu qəbul edərək

$$\varphi_1(\tau) = \varphi_2(\tau) = t_{\max}^\circ = \nu_l \tau$$

alırıq.

$$t^{\circ} = \frac{4\pi\alpha}{\ell^2} \sum_0^{\bar{}} (2m+1) \exp\left\{-\frac{\alpha\pi^2(2m+1)^2}{\ell^2} \tau\right\} \sin \frac{(2m+1)\pi x}{\ell} \int_0^{\tau} \exp\left\{-\frac{\alpha\pi^2(2m+1)^2}{\ell^2} \lambda\right\} \nu \lambda d\lambda, \quad (3.91)$$

burada $m=0, 1, 2, 3, \dots$;

ν - qızma sürətidir.

Südün temperaturunun orta ədədi qiyməti

$$t_{or}^{\circ} = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} t^{\circ} dx = \frac{8\nu_1\tau}{\pi^2} \sum_0^{\bar{}} \frac{1}{(2m+1)^2} - \frac{8\nu_1\ell^2}{\alpha\pi^4} \sum_0^{\bar{}} \frac{1}{(2m+1)^2} (1 - e^{-q\tau}) \quad (3.92)$$

burada $q = \frac{\alpha\pi^2}{\ell^2} (2m+1)^2$.

Furye sırası nəzəriyyəsinə əsasən yazırıq:

$$\sum_0^{\bar{}} \frac{1}{(2m+1)^2} = \frac{\pi^2}{8}. \quad (3.93)$$

Aydınır ki,

$$\sum_0^{\bar{}} \frac{1}{(2m+1)^4} (1 - e^{-q\tau}) \leq \frac{\pi^2}{8}. \quad (3.94)$$

(3.92) tənliyindəki sonsuz cəmləri əvəz etməklə və t_{max}° -dan t_{or}° -ni çıxmaqla alırıq:

$$t_{max}^{\circ} - t_{or}^{\circ} \leq \frac{\nu_1\ell^2}{\alpha\pi^4}. \quad (3.95)$$

Bu qeyri bərabərlik mühitin (südün) temperaturu (t_{or}°) ilə mikroorqanizmin səthindəki temperatur (t_{max}°) arasındakı hüdud qiymətini təyin etməyə imkan yaradır.

Axtarış səciyyəli təcrübə ilə müəyyən etmişik ki, aşağı tezlikli birbaşa elektrik təsirli qızdırma zamanı südün qızma sürəti saniyədə 15°C -ni keçmir. Nəzərə alınsa ki, qızma sürəti daha çox südün su fazasındadır, o zaman (3.85) və (3.94) düsturları ilə mümkün temperatur düşməsinə tapmaqla mikrohəcmlərdə temperatur

düşməsinə dərəcənin 0,1-i qədərini keçməməsi dəqiqləşdirilir. Əgər təcrübədə temperatur düşməsi bu həddü keçərsə səbəbi südün xassələrində axtarmaq lazımdır.

Görünür ki, elektrik cərəyanı canlı hüceyrədə onun bilavasitə qızmasına səbəb olur. Odur ki, kazein, laxtalanma verən albumin və yağ kürəciyinin istilik izolyasiyası birbaşa elektrik təsirli qızdırmada əhəmiyyətini itirmiş olur. Əgər pasterezasiya üçün aşağıdakı bərabərliyə istinad ediriksə

$$t_{süd}^{\circ} = t_{pas}^{\circ}, \quad (3.96)$$

burada $t_{süd}^{\circ}$ - südün temperaturu;
 t_{pas}° - pasterezasiya temperaturudur.

O zaman birbaşa elektrik pasterezasiyası üçün yazıla bilər:

$$t_{epas}^{\circ} = t_{pas}^{\circ} - t_{müh}^{\circ} = t_{süd}^{\circ} - t_{müh}^{\circ}, \quad (3.97)$$

burada t_{epas}° - elektropasterezasiya temperaturu;
 $t_{müh}^{\circ}$ - mühafizə təsirinin temperaturudur.

Qeyd etmək lazımdır ki, birbaşa axımlı elektropasterezasiya üçün elektrodlar metaldan (paslanmayan poladdan) da hazırlana bilər o zaman Faradey tərəfindən müəyyən edilmiş hadisə nəzərə alınmalıdır.

Faradey müəyyən etmişdir ki, cərəyanın müxtəlif metal elektroddan keçməsi eyni cür olur. Bəzi metallar anod vəziyyətində olduqda həll olurlar, bəziləri isə xarici dövrdən cərəyanı məhlula yalnız ötürməyə xidmət edirlər. Sonuncuların üzərində elektroliz məhsulu yarana bilər. Birincilərə mis, gümüş aiddirsə, ikincilərə platin, qrafit aiddirlər.

3.2.3. Qızdırıcı elementlərin tədqiqi

3.2.3.1. Konstruktiv xüsusiyyətin əsaslandırılması. Tədqiqat üçün qızdırıcı elementin səmərəliliyini artırmaq məqsədi ilə konstruksiyada nəzərdə tutulan boruların arası boş ikiqat hazırlanması, daxildə nazik paslanmayan polad, xaricdə isə dielektrik material

variant kimi tədqiq edilir. Ara boşluğu doldurucu olaraq müxtəlif qeyri üzvi materiallar tədqiq olunmuşlar [50].

Əlaqələndirici polimerdə doldurucu material kimi ləmpə hisinin miqdarından asılı olaraq elementin xüsusi elektrik müqavimətinin asılılığı müəyyən edilmişdir:

$$\rho_k = \rho_{k(20)} e^{-196C_k}, \quad (3.98)$$

burada C_k - kompozisiyada doldurucu materialın konsentrasiyası;

$\rho_{k(20)}$ - $t=20^\circ\text{C}$ olduqda polimerin xüsusi müqaviməti-dir.

Polimer qızdırıcı üçün

$$\rho_k = 4180 \cdot 10^{-2} \text{ Om m.} \quad (3.99)$$

Xüsusi müqavimətin temperaturdan asılılığı aşağıdakı kimidir:

$$\rho_k = \rho_{k(0)} (1 + \alpha_{k(T)} t + \beta_{k(T)} t^2), \quad (3.100)$$

burada $\alpha_{k(T)}$ və $\beta_{k(T)}$ - müqavimətin temperatur əmsallarıdır.

Müəyyən edilmişdir ki, kompozisiyada hisin miqdarının artması polimerin xüsusi müqavimətinin azalmasına səbəb olur. SKVT-1 silisium-kauçuk kompozisiyasında ləmpə hisi müqavimətin müsbət temperatur əmsalına malik olur. Polimerə elektrik sahəsi təsiri ilə his hissəciklərinin cərəyan keçən xətt boyunca səmtləşməsi baş verir. Elektrik sahəsinin gərginləşməsinin $E=4 \cdot 10^2 \text{ Vt/m}$ qiymətində his-his əlaqəsi pozulmağa başlayır və xüsusi müqavimət artır. Polimer qızdırıcının xüsusi gücü $0,1 \cdot 10^4 \text{ Vt/m}^2$ -dan $0,8 \cdot 10^4 \text{ Vt/m}^2$ arasında dəyişir. Bu dəyişmə temperaturdan və elektrik sahəsinin gərginləşməsindən asılı olur. Qızdırıcının hədd temperaturu $t_{hüd}=80 \pm 2^\circ\text{C}$.

Gerasimoviç metodundan istifadə edərək ferrosilisium qızdırıcı pərdənin xüsusi müqavimətini qarışıqın tərkibindən asılı olaraq təyin etmişik. Onun əsas parametrləri müəyyən edilmişdir.

Ferrosilisium pərdə qızdırıcı südün pasterizasiyası üçün 78-

90°C hüdudunda temperatur yarada bilir. Temperaturun bu diapozonunda müqavimət əmsalının dəyişməsi cüzi olduğundan onu təcrübi olaraq sabit qəbul etmək mümkündür. Pərdənin xüsusi müqaviməti (ρ_f) $0,06 \cdot 10^{-2}$ -dən $2,2 \cdot 10^{-2}$ Om·m arasında dəyişir. Qızdırıcı pərdənin xüsusi gücü $1,5 \cdot 10^4$ Vt/m²-a çatır. Pərdə qızdırıcı qızdırma səthi boyunca temperatur sahəsinin bərabər yayılmasını təmin edir. Ferrosilisium qızdırıcı pərdə 380 V gərginliyə hesablanıla bilər və kifayət qədər mexaniki möhkəmliyə malikdir.

Sənaye tezlikli dəyişən cərəyandan qidalanmaqla temperaturun işçi diapazonlarında xüsusi müqavimətin (ρ_f) dəyişmə dərəcəsi və səciyyəsi, dielektrik nüfuz etməsi (ε) və temperatura görə şüşə izolyasiyanın dielektrik itkiləri bucağının tangens müəyyən edilmişdir.

Qeyd olunan asılılıqlar üçün aşağıdakı analitik asılılıqlar müəyyən edilmişdir:

$$\rho_e = \rho_{e(0)} e^{\alpha_1 t}; \quad (3.101)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{(0)} e^{\alpha_2 t + \beta_2 t^2}; \quad (3.102)$$

$$tg \delta = tg \delta_{(0)} e^{\alpha_3 t}, \quad (3.103)$$

burada $\rho_{e(0)}$, $\varepsilon_{(0)}$ və $tg \delta_{(0)}$ - müvafiq olaraq xüsusi müqavimət, dielektrik nüfuz etmə, şüşə izolyasiyanın dielektrik itkilər bucağının tangens;

α_1 , α_2 , α_3 və β_2 - müqavimətin temperatur əmsallarıdır.

İzolyasiyanı yırtma biləcək gərginlik (U_{yirt}) aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$U_{yirt} = U_{yirt(0)} e^{\alpha_4 t}, \quad (3.104)$$

burada $U_{yirt(0)}$ - 0°C-də izolyasiyanı yırtma biləcək gərginlik;

α_4 - temperatur əmsalıdır.

Şüşə örtük izolyasiyaların böyük xüsusi müqavimətə və az itki ilə səciyyələnenə T_k-1 markalı şüşə emaldır. Bundan qızdırıcı

örtüyü kimi xarici borucuq və muftaların seçilməsində istifadə etmək olar.

Elektropasterizatorada seçilmiş qızdırıcı elementlər tətbiq etdikdə baş verən fiziki proseslərin [403] nəzəri təhlilinə əsaslanaraq qurğunun riyazi modelini aşağıdakı kimi vermək mümkündür:

$$A_3 \frac{d^3 t_s}{d\tau^3} + A_2 \frac{d^2 t_s}{d\tau^2} + A_1 \frac{dt_s}{d\tau} + t_s = B(U_2^2 - U_1^2), \quad (3.105)$$

burada A_1, A_2, A_3 və B - sabit əmsallar;

U_1 - qidalayıcı gərginliyin başlanğıc qiyməti;

U_2 - qidalayıcı gərginliyin qərarlaşmış qiyməti;

τ - prosesin gediş vaxtıdır.

Differensial tənliyin əmsalları aşağıdakı kimi təyin edilə bilər:

$$A_1 = \frac{T_q - K_1 K_4 K_r T_q + T_r - K_b T_r + T_p}{1 - K_b - K_4 K_a K_r}; \quad (3.106)$$

$$A_2 = \frac{T_q T_p + T_r T_p + T_q T_r}{1 - K_b - K_4 K_a K_r}; \quad (3.107)$$

$$A_3 = \frac{T_q T_p T_r}{1 - K_b - K_4 K_a K_r}; \quad (3.108)$$

$$B = \frac{K_1 K_b K_4}{1 - K_b - K_4 K_a K_r}, \quad (3.109)$$

burada T_q, T_p, T_r - müvafiq olaraq qızdırıcının materialı, pasterizasiya bölməsinin lövhəsi, regenerasiya bölməsinin lövhəsinin vaxt sabitləri;

K_a, K_b - mütənasiblik əmsalları;

K_1, K_4 və K_r - müvafiq olaraq ötürmə və regenerasiya əmsallarıdır.

Differensial tənliyin (3.105) həlli aşağıdakı şəkildədir:

$$t_s = C_0 + C_1 e^{x_1^2} + C_2 e^{x_2^2} + C_3 e^{x_3^2}, \quad (3.110)$$

burada C_1, C_2, C_3 - inteqrallama sabitləri;

x_1, x_2, x_3 - səciyyəvi tənliyin kökləridir.

Tərtib etdiyimiz üçüncü dərəcəli differensial tənlik öz sabit əmsalları ilə pasterizatorada gedən dinamik prosesi əks etdirir. Burada çıxış parametri $t_{\text{çix}}$ (pasterizatorun çıxışında südün temperaturu), idarəedici parametr U_{qid} (qidalayıcı gərginlik) və mane olucu təsir parametrləri t_{sgir}, G_s (südün başlanğıcdakı temperaturu, qurğunun məhsuldarlığı) arasında asılılıqlar eksperimental qurğunun konstruktiv parametrlərini, südün fiziki-mexaniki xassələrini, südün hərəkət xüsusiyyəti və sürətini də nəzərə almaqla qurmaq mümkün olmuşdur.

Tərtib edilmiş riyazi model eksperimental pasterizatorun konstruksiyasının, onun işçi və idarəedilmə parametrlərini seçməyə imkan verir.

3.2.3.2. Parametrlərin əsaslandırılması. Tədqiq olunan konstruksiyada süd ziqzaq borularla (qızdırıcı elementlər) aşağıya doğru hərəkət edir. Girişdə və çıxışda (üst və aşağı zonada) şərtlərin müxtəlif ola biləcəyini nəzərə alaraq ümumi sistemi iki zona halında tədqiq edirik. Burada elektrodların parametrləri və yerləşmə xüsusiyyətləri maraqlıdır. Əsas parametrlər birinci və sonuncu elementlər (elektrodlar) arası məsafə- l , oxşar xüsusiyyətləri daşıyan zonaların uzunluqlarının nisbəti- l_1/l_2 , elementin uzunluğu h_e və ziqzaqların sayı n . Fazanın bərabər yüklənmə şərti aşağıdakı halda təmin olunur:

$$dR_b + dR_s = dR_1 + dR_2, \quad (3.111)$$

burada dR_b - qızdırılan material (südün) həcmnin başlanğıcda (qurğuya girəcəkdə) müqaviməti;

dR_s - qızdırılan material həcmnin sonda (çıxacaqda) müqaviməti;

dR_1 - qurğunun birinci zonasında qızdırılan material həcmnin müqaviməti;

dR_2 - qurğunun ikinci zonasında qızdırılan material həcmnin müqavimətidir.

(3.111) bərabərliyini aşağıdakı kimi də yazmaq olar:

$$\frac{l_1}{\sigma_b} + \frac{l_2}{\sigma_s} = \frac{1}{\sigma_k} (l_1 + l_2), \quad (3.112)$$

burada σ_b - qızdırılan materialın başlanğıcda xüsusi keçiriciliyi;

σ_s - qızdırılan materialın sonda xüsusi keçiriciliyi;

σ_k - qızdırılan materialın qurğunun I zonasından II zonasına keçidində xüsusi keçiriciliyidir.

Südün başlanğıc t_b° və tələb olunan son temperaturu t_s° və məlum xüsusi keçiriciliklər (σ_b , σ_s) üzrə (3.111) bərabərlik şərtinin ödənməsi (3.112) düsturuna görə elementlərarası məsafədən asılı olur:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{\sigma_b - \sigma_k}{\sigma_b - \sigma_s}. \quad (3.113)$$

l_1/l_2 nisbətini elementlər boyu keçiriciliyin dəyişməsi düsturundan tapmaq olar:

$$\frac{dg_1}{dx} = \frac{D}{l_1} \sigma_{t_1}(x); \quad \frac{dg_2}{dx} = \frac{D}{l_2} \sigma_{t_2}(x), \quad (3.114)$$

burada dg_1 - qızdırılan material həcmnin birinci zonanın dx hündürlüyündə keçiriciliyi;

dg_2 - qızdırılan material həcmnin ikinci zonanın dx hündürlüyündə keçiriciliyi;

σ_{t_1} - birinci zonada elementin uzunluğundan (x) materialın xüsusi keçiriciliyinin asılılığı;

σ_{t_2} - ikinci zonada elementin uzunluğundan (x) materialın xüsusi keçiriciliyinin asılılığı;

D - elementin diametridir.

İon daşıyıcıların qızması halını nəzərdən keçiririk. Birinci zona üçün yazırıq:

$$\sigma_{t_1}(x) = \sigma_k \left[1 + \beta (t_1^\circ(x) - t_s^\circ) \right], \quad (3.115)$$

burada β - keçiriciliyin temperatur əmsalı;

$t_1^\circ(x)$ - birinci zonada temperaturun elementin uzunluğundan asılılığıdır.

$t_1^\circ(x)$ asılılığını birinci zona üçün güclərin balans tənliyindən müəyyən edirik

$$\frac{U_1^2(x) D \sigma_{t_1}(x)}{l_1} dx = \frac{Gc}{\eta} dt^\circ, \quad (3.116)$$

burada $U_1(x)$ - birinci zonanın elementlərinin uzunluğu ilə (cərəyan mənbəyi və aralıq elementlər arasındakı) gərginlik arasındakı asılılıq;

G - qurğunun məhsuldarlığı;

η - qurğunun faydalı iş əmsalı;

c - materialın xüsusi istilik tutumu;

t° - materialın temperaturudur.

$U_1(x)$ -i cərəyan sıxlığından (δ) istifadə etməklə təyin edək:

$$U_1(x) = \frac{\delta l_1}{G_{t_1}(x)}. \quad (3.117)$$

(3.115), (3.117) qiymətlərini (3.116) düsturunda istifadə etməklə başlanğıcdakı temperaturu təyin edirik:

$$t_1^\circ(x) = \frac{1}{\beta} \left[(A_1 l_1 x + 1)^{\frac{1}{2}} - 1 \right] + t_b^\circ, \quad (3.118)$$

burada $A = \frac{2\beta\delta^2 d\eta}{G \cdot c \cdot \sigma_b}$.

Onda (3.118)-i nəzərə almaqla (3.115) düsturu aşağıdakı şəkllə düşür:

$$\sigma_{t_1}(x) = \sigma_s (A_1 l_1 x + 1)^{\frac{1}{2}}. \quad (3.119)$$

Analoji olaraq çıxış zonası üçün yazmaq olar:

$$t_2^\circ(x) = \frac{1}{\beta} \left[(A_2 l_2 (-x) + 1)^{\frac{1}{2}} - 1 \right] + t_s^\circ; \quad (3.120)$$

$$\sigma_{t_2}(x) = \sigma_s [A_2 l_2 (-x) + 1]^{\frac{1}{2}}, \quad (3.121)$$

burada $A_2 = \frac{2\beta\delta^2 d\eta}{G \cdot c \cdot \sigma_s}$.

(3.119) və (3.121) ifadələrini (3.114) düsturunda istifadə etməklə elementin uzunluğu boyunca müqaviməti təyin edə bilərik:

$$dR_1(x) = \frac{1,5A_1 l_1^2}{D\sigma_b (A_1 l_1 x + 1)^{\frac{1}{2}}}; \quad (3.122)$$

$$dR_2(x) = \frac{1,5A_2 l_2^2}{D\sigma_s [A_2 l_2 (-x) + 1]^{\frac{1}{2}}}. \quad (3.123)$$

"x" qarşısında mənfi işarəsi çıxış zonasında elementin uzunluğunun artırılması halında keçiriciliyin azalmasını nəzərə alır.

Şərti olaraq (3.111) düsturu aşağıdakına uyğundur:

$$dR_1(x) + dR_2(x) = const. \quad (3.124)$$

(3.122) və (3.123) düsturlarının birgə həlli göstərir ki, (3.124) düsturu

$$\frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{\sigma_s}{\sigma_b}} \quad (3.125)$$

olduqda təmin olunur.

(3.125) düsturu l_1/l_2 nisbətini müəyyənləşdirir. Bu şəraitdə cərəyan mənbəyinə qoşulan elementlər arasında keçiricilik və həmçinin cərəyan sıxlığı dəyişməz qalır. Bu, o materiallar üçün doğrudur ki, onların keçiriciliyinin temperatur xarakteristikası (3.115) düsturunda olduğundan fərqli olsun.

Cərəyan birləşən birinci və sonuncu elementlər arasındakı məsafə

$$l = l_1 + l_2 \text{ və yaxud } l = \frac{U\sigma_{or}}{\delta},$$

burada U - elektrik mənbəyinə birləşmiş birinci və sonuncu elektrod arasındakı gərginlik;

σ_{or} - elektrik mənbəyinə birləşmiş birinci və sonuncu elektrod arasında hərəkət edən materialın orta xüsusi keçiriciliyidir:

$$\sigma_{or} = \frac{\sigma_b + \sigma_s \left(\frac{l_1}{l_2} \right)}{1 + \frac{l_1}{l_2}}. \quad (3.126)$$

Güclər balansından istifadə edib elementlərin (elektrodların) uzunluğu təyin edilir:

$$h = \frac{\left[1 + \beta(t_{or}^\circ - t_b^\circ) \right]^2 - 1}{A_1 l_1}, \quad (3.127)$$

burada

$$t_{or}^\circ = \frac{1}{\beta} \left(\frac{\sigma_{or}}{\sigma_b} - 1 \right) + t_b^\circ. \quad (3.128)$$

3.3. SÜDÜN TERMİKİ EMALINDA EKSPERİMENTAL TƏDQIQATLARIN PROQRAM VƏ METODİKASI

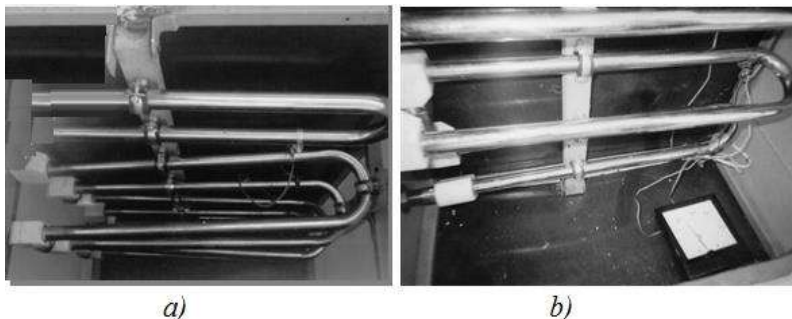
3.3.1. Südün termiki emalı üçün tədqiqatın proqramı

Eksperimental tədqiqatlar aşağıdakı işlərin yerinə yetirilməsinə yönəlmişdir:

- xam və pasterizasiya olunmuş südün əsas fiziki və elektrofiziki xassələrinin öyrənilməsi onların qarşılıqlı təsirinin tədqiqi;
- istilik ötürücü orqanlı ənənəvi üsul və birbaşa elektrik təsirli, axımlı, boru tipli pasterizasiyanın bakterisid təsirinin tədqiqi;
- istilik ötürücü orqanlı ənənəvi üsul və birbaşa elektrik təsirli, axımlı, boru tipli pasterizasiyanın südün keyfiyyət göstəricilərinə təsirinin tədqiqi;
- eksperimental pasterizatorun südün ilkin emal texnologiyasına olan standartları ödəməsinin yoxlanması.

3.3.2. Südün termiki emalı üçün tədqiqatın metodikası

3.3.2.1. Tədqiqat obyektı-eksperimental borulu pasterizasiya qurğusunun konstruktiv xüsusiyyətləri. Eksperimental qurğunun əsas qızdırıcı elementləri paslanmayan poladdan hazırlanmış "U" şəkilli borulardan (şək.3.9) ibarətdir.



Şək.3.9. Eksperimental pasterizatorun qızdırıcı elementləri:

a) yığılmış qrup halında; *b)* sınaq zamanı elektrik ölçü cihazına qoşulmuş vəziyyətdə.

Borular bir-biri ilə dielektrik materialdan hazırlanmış fiqurlu muftalarla əlaqələndirilmişdir. Faktiki olaraq elektrik anlayışı baxımından bunlar bir-birindən izolə edilmiş haldadırlar. Yalnız içəri maye ilə dolduqda onlar elektrod rolunu oynayırlar. Bunların bir-biri ilə birləşməsi ilanvari boru xəttinə bənzəyir. Borulardan yığılmış bu sistem şkafta yerləşdirilmiş, üst tərəfdə süd çəninədən gələn giriş borusu, alt tərəfdə isə çıxış borusu ilə əlaqələndirilmişdir. Giriş və çıxış boruları məsarifi nizamlamaq üçün kranlarla təchiz olunmuşlar.

3.3.2.2. Südün fiziki, fiziki-kimyəvi, bakterioloji, elektrofiziki xassələrinin öyrənilmə metodikası. Südün xassələrini qiymətləndirmək üçün orta nümunə götürülməsinin böyük əhəmiyyəti vardır [64]. Tam analiz üçün nümunə 250 ml-dən az olmamalıdır. Yalnız turşuluğu və yağlılığı müayinə etdikdə 50 ml nümunə götürmək olar. Süd nümunəsi götürülməzdən əvvəl qabdakı süd qarışdırılmalıdır [193-198, 201, 202].

Müayinə üçün götürülmüş süd nümunəsini dərhal tədqiq etmək mümkün olmadıqda müxtəlif kimyəvi konservləşdirici maddələr və fiziki amillərlə onun saxlanma müddətini artırmaq olar [65]. Süd hidrogen-peroksiddə də konservləşdirilir. Bu məqsədlə hər 100 ml südə 2-3 damla 30-33% hidrogen-peroksid (apteklərdə satılan perhidrol) əlavə edilməlidir. Belə konservləşdirilmiş süd nümunəsini 6-10 gün saxlamaq olar. Südü formalində konservləşdirmək üçün 100 ml südə və ya başqa süd məhsuluna formaldehidin 38-40%-li sulu məhlulundan 2-3 damla əlavə edilməlidir. Nümunə 10-15 gün saxlanıla bilər.

Sıxlıq -20°C temperaturda vahid həcmə yerləşmiş südün kütləsi qəbul olunmuşdur. Südün sıxlığını 250 ml-lik şüşə silindr, süd areometri ilə müəyyən edirlər [244].

Temperaturu 20°C olan südün çəkisinin temperaturu 4°C olan həcmdə suyun çəkisinə nisbəti südün sıxlığı adlanır. Südün sıxlığı heyvan sağıldıqdan sonra iki saatdan tez olmayaraq $10-25^{\circ}$ temperaturda müəyyənləşdirilib nəticəsi 20° temperaturda hesablanmalıdır.

Bunun üçün 250 ml-lik şüşə silindr ehtiyatla 200 ml-ə yaxın süd töküb, areometri 1,030 bölgüsünədək (əgər areometrin bölgüləri südün sıxlığına görə düzəldilmişdirsə) və yaxud 30 bölgüsünədək (əgər areometrin bölgüləri dərəcəyə görə düzəldilmişdirsə) südə salmaq lazımdır (şək.3.10). 1-2 dəqiqə keçdikdən sonra bölgülərin göstəricisi və südün temperaturu areometrə olan termometrə görə təyin edilməlidir.



Şək.3.10. Südün sıxlığının areometrlə ölçülməsi.

Bölgünün göstəricisini təyin etmək üçün südün səthi gözün bərabərində olmalı və meniskin yuxarı əyrisi ilə hesablanmalıdır. Südün temperaturu 20° yuxarı və yaxud aşağı olduqda xüsusi düzəliş verilməlidir: temperatur 20° -dən aşağı olduqda hər artıq vahidi 0,0002-yə vurub cəmini göstəricidən çıxmaq, temperaturu 20° -dən yuxarı olduqda yenə də hər artıq vahidi 0,0002-yə vurmaq, lakin alınmış rəqəmi göstəricinin üzərinə gəlmək lazımdır. Kondisiyalı südün sıxlığı 1,027-dən aşağı olmamalıdır. Üzü alınmış südün sıxlığı 0,033-1,036 olur.

Özlülük- süd axan zaman onun bir hissəsinin digər hissəsinə müqavimət göstərmə xassəsidir. Özlülük Ostvald, Geppler viskozimetrlər və yaxud rotasion viskozimetrlərin köməyi ilə ölçülür. Ölçü vahidi Pa-san qəbul olunmuşdur [244].

Səthi gərilmə- iki fazanı, hava və südü ayıran sərhəddin vahid uzunluğuna təsir edən qüvvə (N/m) kimi qəbul olunmuşdur. Bu

mayenin səthindəki molekulara, qalan molekulalar tərəfindən mayenin daxilinə yönəlmiş qüvvələrin təsirini əks etdirir.

Mayenin səth təbəqəsi, öz səthini kiçiltməyə çalışan dartılmış elastik nazik pərdəni xatırladır. Səth layının istənilən sahəsinə, bu sahəni əhatə edən layın digər hissələri bu layı dartılmış halda saxlamağa çalışan qüvvələr ilə təsir edir. Məhz bu qüvvələr səthi gərilmə qüvvəsi olmaqla aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$F = \sigma l, \quad (3.129)$$

burada l - mayenin səth təbəqəsinin kənarının uzunluğu (perimetri), m;

σ - səthi gərilmə əmsalındır, N/m.

Südün səthi gərilməsini təyin etmək üçün etalon mayedən istifadə olunur.

Osmotik təzyiqlik südün donma temperaturuna görə tarirovka cədvəlindən müəyyənləşdirilir. Bunun donma temperaturu sabit kəmiyyət olub, $0,555^{\circ}\text{C}$ təşkil edir. Donma temperaturu kreoskopik üsulla müəyyən edilir.

Elektrik keçiriciliyi- elektrik müqavimətinə əks kəmiyyətdir. Südün elektrik keçiriciliyini təyin etmək üçün onun elektrik müqaviməti təyin edilir.

Südün orqanoleptik göstəriciləri onun rəngi, konsistensiyanı, ətri və dadı ilə müəyyən edilir. Südün rəngini müəyyən etmək üçün şəffaf silindrə tökülür və gündüz işığında yoxlayırlar. Sağlam heyvandan alınmış təzə süd ağ və yaxud sarımtıl-ağ rəngə çalır. Südün rənginin dəyişməsinə onun qızcırması, üzünün alınması, su ilə duruldulması, piqment əmələ gətirən bakteriyalar, yelinin iltihabı, müxtəlif rəngli dərman maddələri və s. səbəb olur.

Südün konsistensiyanı təyin etmək üçün südü bir kimyəvi stəkandan digərinə tədricən tökmək lazımdır. Südün konsistensiyanının selikli, şorvarı, köpüklü və çox duru olması qeyri-normal haldır. Konsistensiyanın belə dəyişməsinə onun xarab olması, selik əmələ gətirən müxtəlif növ mikroblar, yelinin iltihabı, yem payına həddən artıq cecə, yem çuğunduru və s. daxil edilməsi səbəb ola bilər. Təhlil üçün infraqırmızı analizatordan istifadə etmək olar [222, 499, 518].

Südün ətrini onun iyləməklə müəyyən edirlər. Südün ətrinin dəyişməsinə süd saxlanan yerdə və süd qabında başqa iy olması, bəzi yemlər və s. hallar səbəb olur. Acı yemlər, çöl xardalı və iy-lənmiş arpa samanı verilməsi, ağız südünün qarışdırılması, yelinin iltihabı nəticəsində südün dadı dəyişilir. Südün dadı dillə, damaqla müəyyən edilir. Süd şirintəhər dadlıdır. Standarta görə süd müəs-sisələrinə qəbul olunan süddə az yem təminatının olmasına yol verilir.

Südün ümumi zülalını təyin etmək üçün bir çox üsullar mə-lumdur. Ən çox işlədilən və dəqiq üsullardan biri sayılan Kyeldal üsulu ilə ümumi zülalı bir nümunədə təyin etdikdə çoxlu vaxt və xüsusi cihaz tələb olunur. Louri üsulu az vaxt ərzində, dəqiq nəti-cələr əldə etməklə, bu cəhətdən ən əverişli üsul hesab edilir.

Louri üsulu nümunəyə Folin reaktivi ilə təsir etməklə aromati-kin aminturşularla reaksiyası nəticəsində rəngli birləşmələrin alın-masına əsaslanır. Rəngli birləşmələrin FEK-də şüalandırma əmsalı tapılır. Müəyyən edilmiş formulaya əsasən zülalın q%-lə miqdarı hesablanır.

Reaktivlərin hazırlanması:

1. A - reaktivi: 0,1 n.NaOH məhlulunda 2%-li Na_2CO_3 məhlu-lu;

2. B - reaktivi: 1%-li natrium nitrat məhlulunda 0,5%-li $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ məhlulu;

3. C - reaktivi: 1 ml B reaktivi ilə 50 ml A reaktivini qarışdır-malı. Bu əməliyyat analizə başlamazdan 5 dəqiqə əvvəl yerinə ye-tirilməli;

4. Albuminin standart məhlulu, 100 mqq/ml götürülür;

5. Folin reaktivi - bu məhlulu hazırlamaq üçün aşağıdakı ardı-cıllığa əməl olunur: 100 q natrium volframat və 25 q natrium mo-libdenovat 700 ml distillə suyunda həll edilir. Üzərinə 50 ml 85%-li ortafosfat turşusu və 100 ml qatı xlorid turşusu əlavə edilir. Qa-rışıq 10 saat müddətində soyudulur, üzərinə 150 q litium sulfat (Li_2SO_4) və bir neçə damcı brom tökülür. Alınmış məhlul soyudu-lur, filtr kağızından süzülür və həcmi distillə suyu ilə 1 litrə çat-dırılır. 50 ml-lik ölçü kolbasına pipetka ilə 0,5 ml süd tökülür və distillə suyu ilə ölçü xəttinə çatdırılır. Durulaşdırılmış süd nümu-

nəsi ehtiyatla qarışdırılır. Hər bir analiz üçün bu qarışıqdan 0,3 ml götürülür və üzərinə 6 ml C reaktivi əlavə edilir. 10 dəqiqə keçdikdən sonra hər bir sınaq şüşəsinə 0,6 ml Folin reaktivi əlavə edilir, ehtiyatla qarışdırılır və 30 dəqiqə müddətində qaranlıq quru yerdə saxlanılır. Kontrol sınaq şüşəsində distillə suyu götürülür və bütün reaktivlər yuxarıdakı qaydada əlavə edilir. Alınmış rəngli birləşmələrin FEK-də qırmızı işıqda şüalandırma əmsali tapılır.

Süddə zülalın miqdarı qram-faizlə ifadə olunur və aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$X = \frac{C \times B}{100}, \quad (3.130)$$

burada, C - nümunədə zülalın qatılığı, mq-la;

B - 1 ml süddə duruluq;

100 alınan göstəricilərin qram-faizə çevirmək üçün hesablama əmsalidir.

Kazein süddə olan ümumi zülalların 78-85%-ni təşkil edir. Müasir elektroforez üsulları ilə kazeinin 10-dan artıq fraksiyalarının olması müəyyən edilmişdir. Onlardan α , β , γ kazein başqalarına nisbətən çox öyrənilmişdir. Bu fraksiyalar bir-birindən tərkiblərində fosforun, kükürdün fermentlərə nisbətinə görə fərqlənilir. Kazeinin α , β və γ fraksiyalarına ayrılması sidik cövhərinin iştirakı ilə aparılır. Südün zərdab zülalları poliakrilamid gelində (PAAG) elektroforez üsulu ilə aşağıdakı fraksiyalara ayrılır: β -laktoqlobulinlər, γ -laktoqlobulinlər, zərdab albuminləri, proteoz peptid fraksiyası və immunoqlobulinlər.

Bu sahədə aparılan elmi-tədqiqat işlərində respublikamızın və xarici ölkə alimlərinin aldıkları göstəricilərində fərqli nəticələr nəzərə çarpır. Bunun səbəbi onların müxtəlif elektroforez (poliakrilamid gelində, kraxmal gelində, kağız üzərində) üsulları ilə işlənməsidir.

Disk-elektroforez üsulunda PAAG-də müxtəlif bufer məhullarından istifadə etməklə, onların müxtəlif sürətlə daşınmasına əsaslanır [400]. Bu məqsədlə işlədilən bufer məhulları müxtəlif tərkibə və pH-a malik olurlar. Daşıyıcı rolunu isə gəlin ayrı-ayrı

təbəqələri yerinə yetirir. Zülalların ayrılması ardıcılığı onların molekulyar kütləsindən, molekullarının ölçüsündən və elektrik sahəsindəki yükündən asılıdır.

Reaktivlərin miqdarı cədvəl 3.4-də verilmişdir. Hazırlanması aşağıdakı kimidir:

1. Bufer məhlulları: a) pH=9,0 olan A buferini hazırlamaq üçün 250 ml 0,2 M TMAM (trioksimetli aminmetan) məhlulu 75 ml 0,1 M HCl məhlula qarışdırılır və distillə suyu ilə həcmi 1 litrə çatdırılır.

b) pH=6,7 olan B buferini hazırlamaq üçün 250 ml 0,2 M TMAM məhlulu ilə 485 ml 0,1 M HCl məhlulu qarışdırılır və distillə suyu ilə həcmi 1 litrə çatdırılır.

c) pH=8,5 olan C buferini hazırlamaq üçün 6 q TMAM 28,8 q qilisamin turşusu ilə qarışdırılır və distillə suyu ilə həcmi 1 litrə çatdırılır.

Cədvəl 3.4

Reaktivlərin miqdarı

Reaktivlər	Ölçü vahidi	10%-li akrilamid geli üçün	3,5%-li akrilamid geli üçün
Akrilamid	q	10	3,5
MBA	q	0,184	0,184
A-buferi	ml	100	-
B-buferi	ml	-	100
Saxaroza	q	-	20
TEMED	ml	0,1	0,1
APS	ml	0,1	0,1

Bufer məhlullarını işlətməzdən əvvəl 10 dəfədən az olmamaq şərti ilə çalxalamaq lazımdır.

2. Gelin tərkibi: TMAM, MBA (metilenbisakrilamid), TEMED (tetrametiletildiamin), APS (ammonium persulfat) reaktivlərindən aşağıdakı qaydada hazırlanır:

3. APS- katalizator kimi istifadə olunur. Bu məhlulu hazırlamaq üçün 300 mq APS 5 ml distillə suyunda həll edilir. Məhlul dərhal işə başlayarkən hazırlanır.

4. Hərəkət edən təbəqə üçün boya məhlulu məqsədi ilə 0,1% göy bromfenoldan istifadə olunur.

5. Zülalların boya məhlulunu hazırlamaq üçün 7%-li sirkə turşusunda 1%-li 10 B qara amid məhlulu həll edilir.

6. Foreqrammaları yumaq üçün 7%-li sirkə turşusu məhlulundan istifadə olunur.

Kasetin şüşələri ehtiyatla yuyulur, spirt efir qarışığında (1:1) işlənir və xüsusi qurğuda qurudulur. Kolbada 10% gel və APS məhlulu qarışdırılır və bu qarışıqdan kasetin gözlərinin 3/4 hissəsinə qədər doldurulur. Qalan hissə distillə suyu ilə tamamlanır. Bu üsulla aparılan polimerləşmə 20-25 dəqiqə davam etdirilir. Polimerləşmə əməliyyatından sonra qarışıq boşaldılır və kasetlərə 3,5%-li gel doldurulur və şüşələrdə forma alınana qədər saxlanılır.

Süd zərdabı nümunəsi 1:1 nisbətində 40%-li saxaroza məhlulu ilə qarışdırılır və bu qarışıqdan mikropipetka ilə 50 mkl götürülüb gözlərə doldurulur. Kamera bufer məhlulu ilə doldurulur və üzərinə 1-2 damcı göy-bromfenol tökülür. Elektroforez 100 mA cərəyan (gəldə 200 mA) altında aparılır. Bunun üçün universal cərəyan mənbəyindən (UCM-1) və şaquli elektroforez cihazında platin elektrodan istifadə olunur. Məhlulun yüklü hissəcikləri qarşıdakı əks işarəli elektrodlara doğru hərəkət edir. Hissəciklərin sürətinə əsasən məhlulda maddələrin tərkibi, quruluşu və xassələri müəyyən edilir. Elektroforez qurtardıqdan sonra gel boşaldılır. 1-1,5 dəqiqə müddətində 10B tərkibli qaraamid boya məhlulunda saxlanılır. Sonra gel 7%-li sirkə turşusu məhlulu ilə yuyulur.

Çiy süddə hüceyrələrin miqdarını müəyyən etmək üçün Brid üsulundan istifadə edilmişdir. Bu üsulda yağsızlaşdırılmış əşya şüşəsinin üzərinə mikropipetlə 0,005 ml süd tökür, bakterioloji ilgəklə 1 sm^2 sahədə yayır, qurudur, 1 dəqiqə ksilola salır, yenə qurudur və Romanovski-Gimza üsulu ilə boyayırlar. Mikroskop altında 100 görünüş sahəsində hüceyrələri sayır və qabaqcadan mikroskop üçün tapılmış əmsala vurulur (şək.3.11). Bu əmsal МБ-1 mikroskopunda 7 nömrəli okulyar və 90 nömrəli obyektivdən istifadə edildikdə 6260, 10 nömrəli okulyar və 90 nömrəli obyektivdən istifadə edildikdə 10200 olur. Süddə hüceyrələrin miqdarını müəyyən etmək üçün xüsusi kameradan, selloskopdan və başqa üsullardan da istifadə edirlər.



Şək.3.11. Mikroskop altında hüceyrələrin sayılması.

Süddə yağı müəyyən etmək üçün yağ butirometri (yağölçən), rezin tıxac, laboratoriya sentrifuqası, 10,77 ml-lik pipet, kükürd turşusu üçün 1 və 10 ml-lik avtomat pipet, su hamamı, 100°-lik termometr, butirometr üçün ştativ, 1,81-1,82 sıxlığı olan kükürd turşusu və 0,811-0,812 sıxlığı olan izoamil spirtindən istifadə olunur. Standart üsulla yağın miqdarını təyin etmək üçün südün yağını ayırır və onun həcmi butirometrin xüsusi bölgülü hissəsində ölçülür. Yağ damllarını süddən ayırmaq üçün onun zülal qılafını kükürd turşusu ilə həll edir və yağı izoamil spirtinin kükürd turşusu ilə əmələ gətirdiyi amil-kükürd efiri vasitəsi ilə ayırırlar. Yağı bir yerə kompakt kütlə şəklində ayırmaq üçün onu isidir və sentrifuqada fırladırlar.

Süddə yağı təyin etmək üçün butirometrə ehtiyatlı surətdə 10 ml kükürd turşusu (20° temperaturda), 10,77 ml süd və 1 ml izoamil spirti tökürlər. Butirometri rezin tıxacla bağlayır, çalxalayır və qarışdırırlar. Butirometri 5 dəqiqə ağzı aşağı vəziyyətdə temperaturu 65° olan su hamamında saxlayır, sonra sentrifuqaya qoyub 5 dəqiqə müddətində (dəqiqədə 1000 dövr hesabı ilə) fırladırlar. Sentrifuqada müvazinəti saxlamaq üçün əks tərəfdə içərisində su olan butirometr qoyulmalıdır. Bundan sonra butirometr yenə 5 dəqiqə su hamamında saxlanmalıdır (su butirometrin yağ yığılmış hissəsini də əhatə etməlidir). Butirometrin ensiz hissəsinə yığılan açıq-saman rəngli yağ layı kiçik və yaxud böyük bölgü xəttindən

başlanmalıdır. Əgər belə deyilsə, butiometrin tıxacını içəriyə və yaxud xaricə doğru yönəltməklə düzəltmək lazımdır. Butiometr-də olan hər xırda bölgü 100 ml süddə 0,1 q, böyük bölgülər isə 1 q yağın olmasını göstərir. Kondisiyalı çiy, pasterezə olunmuş, bidon, butulka və paketdə olan südün 100 ml-də azı 3,2%, yağlılığı artırılmış süddə, çox bişirilmiş süddə 6%, zülallı süddə 2,5% yağ olmalıdır.

Azərbaycanın süd müəssisələrində südün qəbulu zamanı bazis yağlılıq 3,8% götürülür. Əgər südün tərkibində camış südü çox olarsa və orta hesabla süddə yağ 5% olarsa gətirilən 400 kq süd belə hesablanır:

$$\frac{400 \times 5}{3,8} = \frac{2000}{3,8} = 526,3 \text{ kq.} \quad (3.131)$$

Yəni, 400 kq süd 526,3 kq hesabı ilə qəbul olunur. Süddə nəmliyi və quru maddələri müəyyən edərəkən şüşə büks, qurudulmuş qum, şüşə çubuq, eksikator, quruducu şkaflar, texniki tərəzi, çəki daşları və 5 ml-lik pipetdən istifadə olunur.

Süddə quru maddələr arbitraj üsulu ilə qurutmaqla müəyyənləşdirilir və ya xüsusi formulalardan istifadə edib hesablama yolu ilə təyin edilir [390, 420, 434, 441]. Süddə bütün quru maddələr və yağsızlaşdırılmış quru maddələr müəyyənləşdirilir. Süddə quru maddələri arbitraj üsulu ilə təyin etmək üçün içərisində 20-30 q qum olan büksü şüşə çubuqla birlikdə 30 dəqiqə 102-105°C temperaturda quruducu şkaflarda saxlamalı, qapaqla örtüb eksikatora soyudub dəqiq çəkməli, sonra büksə 10 ml süd tökməli, qapağı örtməli və dərhal çəkilməlidir. Şüşə çubuqla südü qumla yaxşıca qarışdırmaq (su hamamında isitmək), büksü açıq halda quruducu şkaflarda (102-105°C temperaturda) yerləşdirmək və 2 saat saxlamaq lazımdır. Sonra şkaflardan çıxarıb qapaqla örtməli, eksikatora soyudulub çəkilməlidir. Hesablamaq üçün son iki çəkiddə büksün ağırlığı bərabər olmalı və ya fərq 0,004 q olmalıdır. Süddə quru maddələr (I) aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\Gamma W = \frac{(d - d_1) \times 100}{d - d_0}, \quad (3.132)$$

burada d_0 - qum və şüşə çubuqla büksün çəkisi, q-la;
 d - quruducu şkafa qoyulanadək qum, şüşə çubuq və
südün birgə çəkisi, q-la;
 d_1 - şkafdan çıxarılmış bükslə qum, şüşə çubuq və süd
qurusunun çəkisidir, q-la.

Yanaşı yoxlamada fərq 0,1%...0,2%-dən artıq olmamalıdır.
Məhsulda nəmlik faizlə (W) belə hesablanır:

$$W = 100 - \Gamma,$$

burada Γ - quru maddələrin faizidir.
Süddə quru maddələr düstur vasitəsilə belə hesablanır:

$$\Gamma = \frac{4,9 \times J\% + d}{4} + 0,5, \quad (3.133)$$

burada Γ - süddə quru maddələrin faizi;
 J - yağın faizlə göstəricisi;
 d - dərəcə ilə südün sıxlığı;
4,9; 4 və 0,5 daimi kəmiyyətlərdir.

Üzsüz süddə quru maddələri təyin etmək üçün aşağıdakı
düsturdan istifadə edilir:

$$\Gamma = 0,2 \times J + \frac{d}{4} + 0,76, \quad (3.134)$$

0,2 və 0,76 daimi kəmiyyətlərdir, qalan şərti işarələr isə əvvəlki
düsturdakı kimidir.

Yağsızlaşdırılmış quru maddələrin faizini müəyyən etmək
üçün alınmış rəqəmdən yağın faizini çıxmaq lazımdır. Quru mad-
dələr yığma süddə 12,5%, yağsızlaşdırılmış süddə isə 8,0%-dən az
olmamalıdır. Süddə kənar qarışığın müəyyən edilməsi üçün sınaq
şüşələri, 5 ml bölgülü pipet, Rozol turşusunun 96°-li etil spirtində
0,2%-li məhlulu, yodun 0,5%-li məhlulu (0,5 q yodu etil spirtində
həll etmək və su ilə həcmi 100 ml-ə çatdırmaq lazımdır) və damcı
tökəndən istifadə edilir [470, 477, 478, 516].

Südün içərisində kənar qarışıqlar (su, üzsüz süd, soda, nişasta
və s.) əlavə edilərsə belə süd saxta (təbiiliyini itirmiş) hesab edilir.

Südün turşuluğunun qarşısını almaq və ya azaltmaq məqsədilə

bəzən ona soda əlavə edirlər ki, bu da onun keyfiyyətini aşağı salır, onda çürüdücü mikrobların inkişafı üçün şərait yaradır. Nişastanı südə onun qatılığını artırmaq, suyu isə həcmi artırmaq məqsədilə əlavə edirlər.

Südün turşuluğu titrləşmə yolu ilə təyin edilmişdir. Bunun üçün 100 ml-lik kolba, 10 və 20 ml-lik pipet, büretka, damcı tökən, 0,1 normada natrium qələvisi, fenolftaleinin 1%-li spirtdə məhlulundan (1 q fenolftaleini 95°-li 70 ml spirtdə həll etmək və üzərinə 30 ml distillə suyu tökmək lazımdır) istifadə olunur. 100 ml südün neytrallaşmasına sərf olunmuş 0,1 normal qələvi məhlulun miqdarına turşuluq dərəcəsi deyilir. Bu da şərti olaraq Terner dərəcəsi (T°) ilə göstərilir. Yenicə sağılmış inəyin südünün turşuluq dərəcəsi 16-18°-dir. Südün turşuluğunu onun tərkibində olan turş xassəli maddələr- kazein, fosforlu natrium duzları və sair yaradır. Ancaq süd saxlanıldıqda süd turşusu mikroorqanizmləri inkişaf edir və onun turşuluğunu artırır. Südün turşuluğunun azalması onu su ilə durultduqda, çay sodası əlavə etdikdə, maddələr mübadiləsi pozulduqda və s. hallarda müşahidə edilir. Titrasiya ilə südün turşuluq dərəcəsini təyin etmək üçün kolbaya 10 ml süd, 20 ml distillə edilmiş su və fenolftaleinin 1%-li spirt məhlulundan 3 damla tökdükdən sonra kolbanı çalxalamaqla məhlulu qarışdırırlar. Kolbaya damla-damla büretkada olan 0,1 normada qələvi məhlulu əlavə edir və bunu zəif çəhrayı rəng əmələ gəlib 1 dəqiqə müddətində itməyənədək davam etdirirlər. Titrasiya üçün sərf olunmuş qələvinin miqdarının 10-a vurulması turşuluq dərəcəsini göstərir.

Südün pasterizasiya olunmasının peroksidaza və fosfataza reaksiyası ilə təyin edilməsi üçün sınaq şüşələri, bunlar üçün ştativ, 10 ml-lik ölçü silindri, su hamamı, 1 və 2 ml-lik pipetlər, 0,5%-li hidrogen peroksidi, kalium-yodidli nişasta məhlulu (3 q nişasta və 100 ml su qarışdırılıb, qaynadılanadək isidilib-soyudulur, bir neçə ml suda həll olunmuş 3 q kalium yod əlavə edilir və soyuducuda saxlanaraq 10 günədək işlədilir), ammoniyakın bufer qarışığı (80 ml 1 normal ammoniyaka 20 ml 1 normal xlorlu ammonium töküüb qarışdırmaq lazımdır) və fenolftalein-fosfatlı

natrium məhlulundan (0,1%-li natrium fenolftalein-fosfatı 10 ml ammoniyak buferində həll edir və qaranlıq, sərin yerdə saxlanır) istifadə olunur [420, 426]. 85°-dən aşağı olmayan temperaturda bir an, 80°-dən aşağı olmayan temperaturda 30 saniyə, 75°-dən aşağı olmayan temperaturda 10 dəqiqə saxlamaqla südün pasterizə edilməsi peroksidaza fermentini təyin etməklə müəyyənləşdirilir. Peroksidaza reaksiyasında çiy və kifayət dərəcədə pasterizə edilməyən südün tərkibində olan peroksidaza fermenti hidrogen peroksidinə təsir edərək fəal oksigeni ayırır. Bunun da nəticəsində kalium-yodidli nişastadan sərbəst yod ayrılır. Yod nişastaya təsir edərək onun göy rəngə boyanmasına səbəb olur.

Peroksidaza reaksiyası ilə südün pasterizəsini təyin etmək üçün sınaq şüşəsinə 5 ml süd, üzərinə 4 damla kalium-yodidli nişasta və 5 damla 0,5%-li hidrogen peroksidi əlavə edərək çalxalamaq lazımdır. Peroksidaza fermenti pasterizədə öz fəallığını itirərsə südün rəngi dəyişmir. Çiy süd dərhal tünd-mavi rəngə boyanır və 75°-dən aşağı temperaturda 10 dəqiqə və ya 80°-də 30 saniyə pasterizə edilərsə, ferment pozulmur və reaksiya müsbət hesab olunur. 2 dəqiqədən sonra südün boyanması nəzərə alınmır. Fosfataza reaksiyası üçün üzlü və ya üzsüz süddən sınaq şüşəsinə 2 ml tökmək və üzərinə 1 ml buferləşdirilmiş fenolftalein-fosfatlı natrium əlavə edib qarışdırmaq, tıxacla bağlamaq, 40-45° temperaturu su hamamında saxlamaq, 10 dəqiqə və 1 saatdan sonra rənginin dəyişməsinə nəzarət etmək lazımdır. Əgər sınaq şüşəsinin rəngi qızarsa, bu, fosfataza fermentinin qalmasını göstərir. Süd göstərilən rejimlərdə pasterizə edilərsə, onun rəngi dəyişmir. Fosfataza fermenti süddə azdırsa, sınaq şüşəsinə 3 damla xloroform əlavə etmək, tıxacla bağlamaq və 24 saat otaq şəraitində saxlamaq lazımdır. Bu müddətdə südün qızarması fosfatazanın olmasını, rənginin dəyişməsi ilə fosfatazanın olmamasını göstərir. Pasterizə edilmiş südə 2%-dən çox çiy süd əlavə edilərsə, reaksiya müsbət alınır.

Südün bakterioloji çirklənməsinin reduktaza sınağı ilə müəyyən edilməsi üçün 25 ml-lik sınaq şüşələri, 1 və 20 ml-lik pipetlər, su hamamı, termometr və metil abısı məhlulundan (5 q metil abısına 10-15 ml etil spirti əlavə edilir, 2-3 saatdan sonra bu məhlul-

dan 5 ml götürüb 195 ml distillə suyu ilə qarışdırılır) istifadə edilir [245, 246]. Südün tərkibində tapılan əksər bakteriyalar vasitəsilə reduktaza fermenti əmələ gəlir ki, bu da metil abısını rəngsizləşdirmək qabiliyyətinə malikdir. Süddə bakteriyaların sayı çox olduqda reduktazanın miqdarı artır və südə əlavə edilmiş metil abısının rəngi tez itir.

Sınağı aparmaq üçün sınaq şüşəsində 10 ml süd nümunəsi götürür, onu su hamamında 38-40° qədər qızdırır, sonra buraya 2,5 faizli metilen abısının 10 dəfə duruldulmuş məhlulundan 1 ml tökülür (2,5 faizli metilen abısı məhlulu hazırlamaq üçün, metilen abısının spirtdə doymuş məhlulundan 5 ml götürüb üzərinə 195 ml distillə edilmiş su əlavə edilir, həmin məhlulu 10 dəfə durultmaq üçün 1 ml 2,5 faizli məhlul, 9 ml distillə edilmiş su ilə qarışdırılır). Sınaq şüşəsi tıxacla bağlanılır, möhkəm qarışdırılır və yəni-dən 38-40° temperaturda termostat və ya su hamamına qoyulur (hamamdakı suyun səviyyəsi sınaq şüşəsindəki mayenin səviyyəsindən yuxarı olmalıdır). Müqayisə etmək məqsədilə sınaq şüşəsində eyni cür süd nümunəsi saxlayır, ancaq ona metilen abısı məhlulu əlavə etmirlər. Nümunə qoyulduqdan müəyyən vaxt keçdikdən sonra içərisindəki tərkib solğunlaşmağa başladığında, südün bakteriallığını və sinfini cədvəl 3.5 üzrə təyin edirlər.

Cədvəl 3.5

Südünbakteriyalarla çirklənmə səviyyəsinin qiymətləndirilməsi

Südü rənginin solğunlaşma sürəti	1 ml süddə mikrobların miqdarı	Südü sinfi və qiyməti
10 dəqiqədən az	20 mln-dən çox	4 sinif, çox pisdir
10 dəqiqədən 1 saata	20 mln-a qədər	3 sinif, pisdir
1 saatdan 3 saata qədər	4 mln-a qədər	2 sinif, kafidir
3 saatdan çox	500 minə qədər	1 sinif, yaxşıdır

Südü bakteriooloji çirklənməsini rezazurینlə müayinə etdikdə içərisində müayinə ediləcək 10 ml süd olan sınaq şüşəsinə damcı salanla 1 ml 0,01 faizli rezazurin məhlulu tökülür. Rezazurinin 0,1 yaxud 0,05 faizli əsas məhlulu distillə olunmuş, soyudulmuş suda hazırlanır. Bu məhlul +3...6° temperaturda bir həftə ərzində soyuducuda saxlana bilər. Həmin məhluldan hər dəfə 0,01 faizli məh-

lul hazırlayırlar. Hazırlanmış məhlul günün şüalarından qorunmalı və həmin günü istifadə olunmalıdır. Rezazurin məhlulu töküldükdən sonra sınaq şüşəsinin ağzını tıxacla bağlayır və onu çalxalayır, bir neçə dəfə o yana bu yana çevirdikdən sonra isə su hamamına qoyurlar. Suyun temperaturu 45°-yə çatandan 5 dəqiqə sonra isə nəzarət sınaq şüşəsinin rənginə və yaxud rəngli şkalaya görə reaksiyanın nəticəsi qeyd edilir. Nəzarət nümunəsi aşağıdakı kimi hazırlanır: təmiz sınaq şüşəsinə 10 ml qaynadılmış və soyudulmuş (steril edilmiş) süd tökülür və üzərinə 1 ml 0,01 faizli rezazurin məhlulu əlavə edilir. Reduktazsız bu qarışıq mavi rəngə çalır. Süd mavi və bənövşəyi-mavi rəng alarsa 1 və 2 sinfə aid edilir və yaxşı keyfiyyətli sayılır. Əgər süd bənövşəyi gül, yalnız təkçə gül rəngini alarsa və yaxud rəngsiz qalarsa 3 və 4 sinfə aid edilir və keyfiyyətsiz sayılır.

3.3.2.3. Tədqiqat nəticələrinin riyazi işlənmə metodu. Tədqiqatda ölçmələr ehtimal nəzəriyyəsinə əsaslanan variasiyalı statistika metodu tətbiqi ilə işlənmişlər [150].

Burada ölçmələrin sayı az olduğuna (30 və 30-dan az) görə Student paylanma qanunu tətbiq edilmişdir. Hər təcrübədə tələb olunan ölçmələrin sayını tapmaq üçün təcrübənin nisbi hədd xətasi və verilmiş etibarlılıq ($\alpha=0,95$) əsasında B.İ.Romanovskinin cədvəlindən [255] istifadə olunmuşdur. Bundan ayrı-ayrı təcrübələrdə ölçmələrin sayı aşağıdakı düsturla müəyyən edilmişdir:

$$n = \left(\frac{\sigma}{p} \right)^2, \quad (3.135)$$

burada σ - orta kvadratik xəta;

p - orta ədədi qiymətin xətasıdır.

Bu düstura görə belə qənaətə gəlinir ki, ölçmələrin sayını müəyyən etmək üçün orta kvadratik xətanı (σ) tapıb, onu təcrübədə qəbul edilmiş xətaya (p) bölüb kvadratını hesablamaq lazımdır.

Orta kvadratik xəta (meyletmə) az miqdarda ölçü qabaqcadan müəyyən edilir:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (3.136)$$

burada $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ - ölçülərin orta ədədi qiymətindən yana
meylətmələrin kvadratı;

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} - \text{ölçmələrin orta ədədi qiyməti};$$

x_i - ölçmələrin cari qiyməti;
 n - ölçmələrin sayıdır.

Təcrübələrin eyniliyi Koxren kriterisinə görə, dispersiyaların həqiqiliyi və faktorların əhəmiyyətliliyi Fişer kriterisinə görə, eksperiment və nəzəri nəticələrin uyğunluğu 5% əhəmiyyət səviyyəsinə görə qiymətləndirilmişdir. Paralel təcrübələrin dispersiyası öz aralarında müqayisə oluna bilməlidir. Paralel təcrübələrin sayının (təkrarlığının) eyni olması halında faktor səviyyələri müəyyən edildikdə onların eyniliyi Koxren kriterisi ilə yoxlanılır [83]. Bunun üçün aşağıdakı düsturdan istifadə edilir:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y})^2}{k-1}, \quad (3.137)$$

burada y_i - ölçmələrin cari qiyməti;
 \bar{y} - ölçmənin riyazi gözləməsi;
 k - ölçmələrin sayıdır.

Koxren kriterisi aşağıdakı kimi hesablanır:

$$G_{hes} = \frac{\sigma_{i\max}^2}{\sum_i^N \sigma_i^2}, \quad (3.138)$$

burada $\sigma_{i\max}^2$ - dispersiyanın maksimum qiyməti;
 $\sum_i^N \sigma_i^2$ - dispersiyanın cəmi;

N - təcrübələrin sayıdır.

Bundan sonra Koxren kriterisinin cədvəl qiyməti götürülüb (N və $k-1$ -ə görə), hesabat qiyməti ilə müqayisə edilir. Əgər $G_{hes} < G$ olarsa, onda təcrübələrin eyniliyi qəbul edilə bilər.

Optimallaşdırma üzrə riyazi modelə daxil olan əmsallar hesablandıqdan sonra alınmış nəticələrin xətliliyə adekvatlığı və nəticələrin statik qiymətləndirilməsi yerinə yetirilir. Bu hipotezanın yoxlanma kriterisindən biri Fişer kriterisidir:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2}, \quad (3.139)$$

burada S_{ad}^2 - adekvatlıq dispersiyası;

S_y^2 - təcrübə xətasının dispersiyasıdır.

Adekvatlıq dispersiyası aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_i^N (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{N - n - 1}, \quad (3.140)$$

burada \hat{y}_i - optimallaşdırma parametrinin cari qiyməti;

\bar{y} - optimallaşdırma parametrinin orta qiyməti;

n - faktorların sayıdır, $n=0, 1, 2, \dots$

Təcrübə xətasının dispersiyası aşağıdakı kimi tapılır:

$$S_y^2 = \frac{\sum_i^N \sum_i^k (y_i - \bar{y})^2}{N(k-1)}, \quad (3.141)$$

burada y_i - paralel təcrübələrdə optimallaşdırma parametri;

k - paralel təcrübələrin sayıdır.

Adekvatlıq hipotezası o vaxt qəbul edilir ki, Fişer kriterisinin hesablanmış qiyməti onun cədvəl qiymətindən az olsun ($F_{hes} < F_{cad}$). Fişer kriterisinin cədvəl qiyməti sərbəstlik dərəcəsi $f_1=N=n-1$ və $f_2=N(k-1)$ -ə görə cədvəldən götürülür. Bəzən yeni maşının keyfiyyət göstəriciləri baza maşınınkından çox cüzi fərqli alına bilər. Belə olduqda tədqiq olunan paylanmaların ciddi fərqi müəyyən etmək lazım gəlir. Riyazi gözləmələr arasındakı ciddi

fərq Student kriterisinin köməyi ilə müəyyən edilir:

$$t_{hes} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\bar{\sigma} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}, \quad (3.142)$$

burada $\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\bar{\sigma}_1^2 + (n_2 - 1)\bar{\sigma}_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$ -birinci və ikinci pay-

lanmaların orta kvadratik meyletmələrinin orta qiyməti;

\bar{x}_1, \bar{x}_2 - birinci və ikinci paylanmaların riyazi gözləmələri;

n_1, n_2 - hər iki paylanmada ölçmə sayıdır.

Sonra Student kriterisinin sərbəstlik dərəcəsi ($k=n_1+n_2-2$) və qəbul edilmiş etibarlılıq ehtimalından (β) asılı olaraq cədvəl qiyməti müəyyən edilir. Əgər $t_{hes} > t_{cad}$ olarsa, onda riyazi gözləmələrin qiymətləndirilməsi yekcins sayılmır. Əksinə $t_{hes} < t_{cad}$ olarsa, o zaman riyazi gözləmələrin qiymətləndirilmələri arasındakı fərqin əhəmiyyətsiz olduğu qəbul edilir.

Tədqiqat zamanı ölçmələrin təkrarlığı 3-4, sayı isə 5-10 olmuşdur. Təcrübə xətası $\pm 5\%$ -dən çox qəbul edilməmişdir. Eksperimental tədqiqatlar zamanı birbaşa ölçmələrin hüdud xətası ölçü cihazlarının sistematik xətalrı və sorğu cədvəlləri əsasında qəbul olunmuşdur. Dolaylı ölçülərin hüdud xətalrı, xətalər nəzəriyyəsi üzrə əsərlərdə göstərilən birbaşa ölçmələrin xətalrı əsasında müəyyən edilmişlər.

Empirik düsturların seçilməsi bərabərləşdirmə metodu, düsturlara daxil olan əmsallar isə orta qiymətlər metodu ilə tapılmışdır.

Empirik əyrinin ən yaxşı yana meyletmələrin hamısının (η) cəbri cəminin (H) sifra bərabər olanı

$$H = \sum_{i=1}^n \eta_i = 0 \quad (3.143)$$

hesab edilmişdir.

3.4. BİRBAŞA TƏSİRLİ AXIMLI PASTERİZATORUN EKSPERİMENTAL TƏDQIQATLARININ NƏTİCƏLƏRİ

3.4.1. Südün fiziki və elektrofiziki xassələrinin tədqiqi

Pasterizasiya üçün birbaşa elektroistilik təsirli axımlı qurğunun konstruktiv xüsusiyyətlərini material və axım-istilik rejimlərini dəqiqləşdirmək üçün təcrübəyə təqdim olunmuş xam südün və istiliklə işlənmiş südün fiziki, fiziki-kimyəvi, elektrofiziki, bioloji xassələrinin öyrənilməsi lazım gəlir.

Südün keyfiyyəti və tərkibi barədə bir sıra standartların olmasına baxmayaraq onun yuxarıda qeyd olunan xassələri müxtəlif faktorların təsirindən dəyişməyə olduqca meyillidir. Son nəticə və qiymətləndirmə təcrübənin başlanğıc şərtlərindən asılı olduğu üçün qeyd olunan tədqiqatların nə qədər vacib olduğunu görə bilərik [63].

Südün kimyəvi tərkibi daha çox inəyin laktasiya dövründən asılı olur. İnəyin laktasiya dövrü 300 gün davam edir. Bu dövr ərzində südün keyfiyyəti ən azı 3 dəfə dəyişir. Doğumdan keçən ilk 5-7 gün ərzində ağız südü sağılır ki, bu buzov üçündür. İkinci dövr daha uzundur. Məhz bu dövrdə südün normal tərkib və keyfiyyətdə olması inəyin yemlənmə, saxlanma və qulluq şərtlərindən asılı olur. Nəhayət üçüncü dövr inəyin südünü qurutmağa 10-15 gün qalmış dövrüdür. Bu dövr sağılan süddə yağlılıq, zülal və mineral maddələrin miqdarı artır, süd şəkərinin miqdarı isə azalır. Yağ kürəcikləri daha xırda olurlar. Birinci və sonuncu dövrün südünü süd emal zavodları qəbul etməsələr belə onların istiliklə işlənməsinə ehtiyac aradan qalxmış olmur.

Bir neçə təsərrüfatlarda apardığımız süd analizlərinin nəticələri göstərmişdir ki, müxtəlif cins inəklərin eyni şəraitdə saxlanmasına baxmayaraq südlərində fərq müşahidə olunur. Bu fərq quru maddə miqdarına görə 1,3%, yağlılığa görə 0,9%, zülal miqdarına görə 0,6%, laktozaya görə 0,5% təşkil etmişdir. Belə fərqləri ilin fəsillərinə, inəyin yaşına və sair faktorlara görə də tapmaq mümkündür. Analiz apardığımız süd nümunələrinin orta yağlılığı

3,46% (dəyişgənlik 3,36-3,56%), ümumi zülal miqdarı 3,13% (dəyişgənlik 2,96-3,3%), orta sıxlıq $1,0283 \text{ q/sm}^3$ (dəyişgənlik $1,0274-1,0296 \text{ q/sm}^3$), quru maddə miqdarının orta qiyməti 11,93% (dəyişgənlik 11,6-12,36%).

Təcrübə üçün götürülmüş xam südün 20°C -də fiziki xassələri aşağıdakı kimi olmuşdur: sıxlıq- $1,0283 \text{ q/sm}^3$; özlülük- 0,0018 Pa·san; səthi gərilmə qüvvəsi- 0,05 N/m; osmotik təzyiq- 0,66 MPa; elektrik keçiriciliyi- 0,46 simens/m.

Natural südün sıxlığı $1,027 \text{ q/sm}^3$ -dan az olmamalıdır. Əgər südün sıxlığı 1,027-dən az olarsa, onda südə su qatılması ehtimal oluna bilər. Südə 10% su qatdıqda sıxlıq $0,003 \text{ q/sm}^3$ azalır.

Südün özlülüüyü onun reoloji xassələrinə təsir göstərən amildir. Bu göstərici süddəki quru maddənin, zülalın və yağın miqdarından asılı olur. Süddə yağın kütlə miqdarı çox, yağ kürəciklərinin ölçüləri isə nə qədər az olarsa, o zaman özlülük göstəricisinin qiyməti çox olur. Homogenizasiya olmuş südün tərkibində yağ fazasının cəmi səthi çox olduğuna görə onun özlülüüyü də çox olur. Südü 55°C -ə qədər qızdırdıqda südün tərkib maddələrinin daha bərabər yayılmaları nəticəsində onun özlülüüyü aşağı düşür. Südün temperaturunu 55°C -dən yuxarıya qaldırdıqda isə özlülük artır. Buna səbəb zərdab zülalının denaturasiya olması, onların kazein mitsellaları ilə çökməsi olur.

Südün səthi gərilmə qüvvəsi suyunkuna ($0,0727 \text{ N/m}$) görə az olması ($0,05 \text{ N/m}$) onda zülal plazması, yağ kürəcikləri, fosfolipid və yağ turşuları kimi səthə görə aktiv maddələrin olması ilə izah edilə bilər. Göründüyü kimi südün bu göstəricisinə onun kimyəvi tərkibi, istiliklə işlənmə rejimi, saxlanma müddəti, oksidləşmə səviyyəsi, zülal və yağın aqreqat vəziyyəti təsir göstərə bilərlər. Bu göstəricinin artması südün köpüklənməsinə səbəb olur.

Osmos məhlulda həlledicinin birtərəfli şəkildə diffuziyasını bildirir. Bu təzyiq kimi qiymətləndirilir və süddəki mineral duzların və laktozanın miqdarından asılı olur. Normal südün osmotik təzyiqi 0,66 MPa sabit qiymətə malikdir. Osmotik təzyiqin çox olması süddə mikroorqanizmlərin inkişafına mane olur. Bu, donma temperaturu ilə müəyyən edilir. Normal halda donma tempera-

turu standartda görə $0,52^{\circ}\text{C}$ –dən çox olmamalıdır. Südə su qatıqda donma temperaturu artır. Bu göstərici ilə də südün su ilə qatılması aşkarlana bilər.

Südün elektrik keçiriciliyi elektrik müqavimətinə tərs kəmiyyət olmaqla simens/m-lə ölçülür. Süd pis keçiricidir. Mastitli südə mineral maddələr artdığından onun elektrik keçiriciliyi artmış olur.

Təcrübə üçün istifadə edilən südün orqanoleptik xassələri də qiymətləndirilmişdir. Məhz bu xassələrin əvvəlcədən qeydə alınması sonradan istiliklə işlənmiş süddə rəngin, dadın, qoxunun dəyişməsi barədə düzgün nəticə çıxarmağa kömək edə bilər.

Südün rənginin ağ olması burada zülalın kolloid hissəciklərinin və yağ kürəciklərinin işığı yaydıqlarını göstərir. Südün dadında azca şirinlik və duzluluq duyulmuşdur. Bu süddə laktoza və xloridlərin normal miqdarda olmasını bildirir. Südün ətrində kənar ətrlər olmamışdır. Bu onunla əlaqədardır ki, təcrübə üçün götürülən süd təmiz qablarda, təzə halda istifadə olunmuşdur.

Çiy südün mikrobioloji vəziyyəti: 30°C -də 1 ml-də cəmi canlı bakteriyaların sayı 100000 ədəd, stafilokokk- 1 ml-də 500 ədəd, salmaonella 25 ml-də rast gəlinməmişdir.

Südün axımda istiliklə işlənməsində istilik effektinə səthi gərilmə qüvvəsi təsir göstərə bilər. Bu göstəricinin istiliyin təsirindən necə dəyişdiyini müəyyən etmək üçün təcrübədən alınan qiymətlər əsasında onun asılılıq qrafiki qurulmuşdur (şək.3.12,a).

Müxtəlif özlülüklü ($\rho=0,025 \text{ q/sm}^3$; 2- $\rho=0,027 \text{ q/sm}^3$; 3- $\rho=0,029 \text{ q/sm}^3$) süd nümunələrini pasterizasiya temperaturuna (60°C) qədər qızdırıldıqda bütün nümunələrdə səthi gərilmənin azalması müşahidə edilmişdir. Sıxlığı $0,027 \text{ q/sm}^3$ və $0,029 \text{ q/sm}^3$ olan nümunələrdə temperaturun artması ilə səthi gərilmənin azalması mötədil gedirsə falsifikasiya olunmuş süddə ($\rho=0,025 \text{ q/sm}^3$) səthi gərilmənin azalması kəskin xarakter daşıyır. Normal sıxlıqda olan südlərdə qızdırma pasterizasiya temperaturuna yaxınlaşdıqda və ondan sonra səthi gərilmə qiyməti stabilləşməyə doğru meyli etdiyi halda falsifikasiya olunmuş süddə səthi gərilmə azalmaqda davam edir. Sıxlığı çox olan ($\rho=1,029 \text{ q/sm}^3$) süd nümunəsi 20°C -

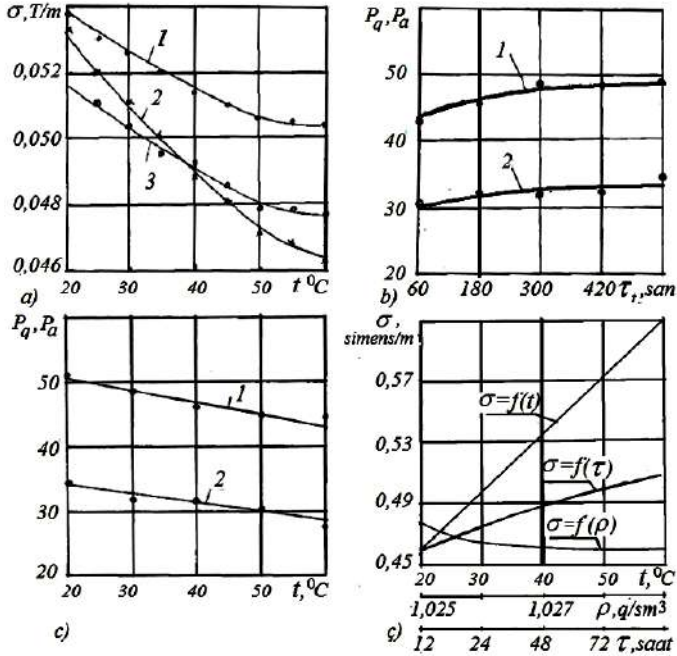
dən 40°C -ə qədər qızdırıldıqda səthi gərilmə $\sigma=0,054$ N/m-dən $\sigma=0,0514$ N/m-ə (4,8%), 40°C -dən 60°C -ə qədər qızdırıldıqda isə $\sigma=0,0514$ N/m-dən $\sigma=0,0503$ N/m-ə (2,1%) enmişdir. Sıxlığı $0,027$ q/sm³ olan süd 20°C -dən 40°C -ə qızdırıldıqda səthi gərilmə $\sigma=0,0515$ N/m-dən $\sigma=0,049$ N/m-ə (4,8%) həmin nümunə 40°C -dən 60°C -ə qızdırıldıqda isə səthi gərilmə $\sigma=0,049$ N/m-dən $\sigma=0,0477$ N/m-ə (2,6%) enmişdir. Sıxlığı normadan az olan ($\rho=0,025$ q/sm³) süddə isə temperatur 20°C -dən 40°C -ə qədər artdıqda səthi gərilmə $\sigma=0,0532$ N/m-dən $\sigma=0,049$ N/m-ə (7,8%), temperatur 40°C -dən 60°C -ə qədər artdıqda isə səthi gərilmə $\sigma=0,049$ N/m-dən $\sigma=0,0463$ N/m-ə (5,5%) enmişdir. Göründüyü kimi falsifikasiya olunmuş südlərin və yaxud sıxlığı daha az olan maye süd məhsullarının pasterizə edilməsi üçün daha yüksək temperatur rejimi və yaxud aşağı məhsuldarlıq rejimi seçilməlidir.

Təcrübə ilə sıxlığı $\rho=0,028$ q/sm³ olan südün müxtəlif materialardan (paslanmayan polad və aliminium) hazırlanmış boruları islatma səviyyəsi, başqa sözlə südün borulara görə adgeziya xassəsi öyrənilmişdir. Paslanmayan boru materialı- X18H10T ГОСТ 5632-61, aliminium materialı isə АД-1М ГОСТ 13722-68-ə uyğun götürülmüşdür.

Südün adgeziya xassəsi onun materialla təmasda olma müddətindən (τ_t) asılı olaraq xüsusi qopma qüvvəsi (P_q) ilə müəyyən edilmişdir. 30° temperatur üçün alınan nəticələr əsasında qrafiki asılılıq qurulmuşdur (şək.3.12,*b*).

Qrafikdən göründüyü kimi südün müxtəlif materiallar üzrə təmasda olma vaxtından asılı olaraq xüsusi qopma qüvvəsi dəyişir. Təmasda olma vaxtı artdıqca hər iki material səthi üzrə xüsusi qopma qüvvəsi cüzi də olsa artım göstərir. Ancaq bu artımın 7 dəqiqədən sonra dayanması və xüsusi qopma qüvvəsinin stabil-ləşməyə doğru meyl etməsi müşahidə olunur. Təcrübə göstərir ki, paslanmayan polad səth üzrə südün xüsusi qopma qüvvəsi ($P_q=43-49$ Pa) aliminium səth üzrə olan xüsusi qopma qüvvəsindən ($P_q=30-34$ Pa) 1,4 dəfə çoxdur. Təcrübə göstərmişdir ki, südün qızma temperaturu xüsusi qopma qüvvəsinin dəyişməsinə səbəb olur. Təcrübə nəticələri əsasında qurulan qrafikdən (şək.3.12,*c*)

görünür ki, süd qızdıqca onun xüsusi qorpa qüvvəsi azalmağa doğru meyl göstərir. Bu sistemin yuyulması üçün yuyucunun temperaturunun müəyyənləşdirilməsi üçün praktik əhəmiyyət təşkil edir.



Şək.3.12. Asılılıq əyriləri:

a) südün səthi gərilməsinin temperaturdan asılılığı: 1- $\rho=1,029$ q/sm³; 2- $\rho=1,025$ q/sm³; 3- $\rho=0,027$ q/sm³; b) südün səthdən xüsusi qorpa qüvvəsinin (P_q) səthlə təmasda olma müddətindən (τ) asılılığı: 1-paslanmayan polad üzrə; 2-aliminium üzrə; c) Südün səthdən xüsusi qorpa qüvvəsinin (P_q) temperaturdan (t) asılılıq əyriləri: 1-paslanmayan polad üzrə; 2-aliminium üzrə; d) südün xüsusi elektrik keçiriciliyinin (σ) onun temperatur (t), sıxlıq (ρ) və saxlanma müddətindən (τ) asılılığı.

Temperatr 20°C-dən 60°C-ə qədər artıqda paslanmayan polad üzrə südün xüsusi qorpa qüvvəsi 50 Pa-dan 44 Pa-a (12%), aliminium üzrə isə 34 Pa-dan 27 Pa-a (16%) enmişdir.

Təcrübə ilə nümunə südlərinin elektrik keçiriciliyinin (δ) onun qızma temperaturu (t), saxlanma müddəti (τ) və sıxlığından (ρ) asılı olaraq dəyişmə xarakteri müəyyən edilmişdir (şək.3.12,ç).

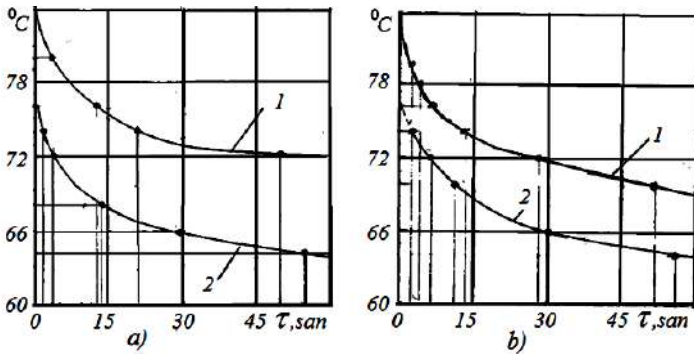
Südün xüsusi elektrik keçiriciliyi temperatura ilə xətti asılılığa malikdir. Temperatur 20° -dən 60°C -ə qədər artdıqda xüsusi elektrik keçiriciliyi 0,46 simens/m-dən 0,61 simens/m-ə qədər (təxminən 1,5 dəfə) artır. Südün sıxlığı artdıqca xüsusi elektrik keçiriciliyində azalmağa doğru meyil hiss olunsa da bu $\rho=1,25-1,29 \text{ q/sm}^3$ arasında dəyişdikdə xüsusi elektrik keçiriciliyi 0,48-0,46 simens/m arasında dəyişir. Süd bir neçə gün saxlandıqda onun xüsusi elektrik keçiriciliyi müəyyən qədər artır (0,46-dan 0,515 simens/m-ə qədər). Bu artımın intensivliyi 3-4 gündən sonra yavaşlamağa başlayır.

3.4.2. Pasterizasiya üsullarının bakterisid təsirinin tədqiqi

Eksperimental olaraq südü istilikötürücü səth və eksperimental qurğuda birbaşa axımlı elektropasterizatorada qızdırmaqla hər iki variantın süddə "bact. tuberculosis" və "bact. coli" bakteriyalarına bakterisid təsiri müqayisəli şəkildə öyrənilmişdir (pasterizasiyanın son temperaturu ilə 60°C -ə qədər soyumaqda olan mühitdə minimum qalma müddəti şəraiti)[66]. Tədqiqatın nəticələri qrafiki olaraq şəkil 3.13-də təsvir edilmişdir.

Nəticələri müqayisə etdikdə görürük ki, eyni zaman kəsiyində südün birbaşa elektropasterizasiya şəraitində "bact. tuberculosis" bakteriyası üçün bakterisid təsirin temperatur həddü 8°C, "bact. coli" üçün isə 6° azalmışdır. Belə ki, adi pasterizasiya üsulunda tuberkulyoz bakteriyalarının tam məhvi 84°C qızdırıb saxladıqda, eksperimental pasterizatorada isə 76°C -ə qədər qızdırıb saxladıqda müşahidə olunmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, $72-85^\circ\text{C}$ qədər qızdırılmış süddə mikrofloranın tam məhvi üçün onun 20..40 saniyə həmin temperaturda saxlanması tövsiyə olunur. Adi üsulla 84°C -ə qədər qızdırılmış süd yenidən istilik tətbiq etmədən saxlandıqda 25 saniyə ərzində onun temperaturu 74°C -ə enmişdir.

Eksperimental qurğuda isə 76°C -ə qədər qızdırılmış südün temperaturu həmin müddət saxlandıqda 67°C -ə enmişdir. Soyuma sürəti eksperimental qurğuda daha çoxdur. Bununla belə əgər adi pastemizasiya variantında tuberkulyoz bakteriyalarının tam məhvi üçün 84°C -ə qızdırılmış südün 40 saniyə saxlanmasında orta temperatur $78,25^{\circ}\text{C}$ (aşağı temperatur $72,5^{\circ}\text{C}$) olmuşdursa, eksperimental qurğuda bunun üçün temperatur rejiminin 76°C ilə 65°C arasında olması (orta temperatur $70,5^{\circ}\text{C}$) kifayət etmişdir.



Şək.3.13. Südün qızdırılma sürətinin tuberkulyoz (a) və koli (b) bakteriyalarına bakterisid təsiri ayrılması:

1-istilikdəyişdirici ilə qızdırdıqda; 2-eksperimental pasteurizator-da

Nəticələr nəzəri araşdırmalarda mülahizə olunan fikirlərin doğruluğunu sübut edir. Materialın elektrik sahəsində qızmasının istilik ötürmə ilə qızması ilə müqayisədə özünəməxsus effekti vardır. Bu nəticələrin məhsul vahidinə enerji sərfinin qənaət edilməsi baxımından əhəmiyyəti olduqca böyükdür.

Təcrübələrin koli bakteriyası üzrə təkrar olunması da əvvəlki təcrübəyə oxşar nəticələrin alınmasını göstərmişdir. Burada da bakteriyanın tam məhvinə adi variantda südün 84°C -ə qədər qızdırıb, sonra 30 saniyə ərzində əlavə istilik vermədən saxladıqda (temperatur düşməsi 72°C -ə qədər) nail olunmuşdur. Eksperimental qurğuda isə maksimum qızma temperaturu 76°C və 30 saniyə ərzində soyuma temperaturu 66°C olduqda bakteriyanın tam məhvi

təmin edilmişdir. Təcrübə qiymətləri əsasında dəyişən cərəyan sahəsinin təsiri ilə pasterizasiya və istilik ötürmə sahəsinin təsiri ilə pasterizasiya variantında temperatur ilə təsir müddəti arasında aşağıdakı əlaqə (cədvəl 3.6) müəyyənləşdirilmişdir.

Cədvəl 3.6

Müxtəlif pasterizasiya variantlarında temperaturun bakteriyalara təsir müddətləri (san)

№	Variantlar	Pasterizasiya temperaturu, °C						
		60	64	68	72	75	80	84
1	Adi üsul	3090	456	66,8	9,78	1,43	0,21	0,08
2	Eksperimental üsul	174	25,6	3,74	0,54	0,07	-	-

Göründüyü kimi eksperimental variantda bakteriyalara yalnız istilik sahəsi deyil eyni zamanda elektrik cərəyanı sahəsi də məhv edici təsir göstərir. Dəyişən cərəyan sahəsində olan mikroorqanizm hüceyrəsində baş verən dəyişikliyi mikroskop altında onun böyüdülmüş şəklində müşahidə etmək mümkündür. Belə ki, xam süddən və eksperimental qurğuda pasterizasiya olunmuş süddən götürülmüş nümunələrdə mikroorqanizmlərin mikroskopda çəkilmiş şəkillərinə nəzər salsaq görərik ki, canlı mikroorqanizm hüceyrəsində membrana hüdudları aydın göründüyü halda, pasterizasiyadan sonra məhv olmuş bakteriyanın membrana hüdudlarının yalnız dağılmış parçalarının izləri müşahidə edilir.

3.4.3. Prosesin keyfiyyət göstəricilərinin tədqiqi

Pasterizasiya zamanı bakterisid təsir göstərən temperatur süd kimi mürəkkəb sistemdə arzuolunmaz fiziki-kimyəvi dəyişikliklərə səbəb olmamalıdır. Ümumiyyətlə südün əvvəlki xassələrinin dəyişməməsi tələb olunur. Odur ki, süddəki xəstəlik törədə biləcək hər hansı bakteriyaların məhvə nail olmaqla yanaşı onun təbii halının qorunması vacibdir. Bunu nəzərə alaraq pasterizasiyanın südün fiziki-kimyəvi xassələrinə (keyfiyyətinə) necə təsir göstərməsi müəyyən edilməlidir. Bütün növ pasterizasiyalarda olduğu kimi, iş birbaşa elektroqızdırıcı təsirli axımlı pasterizasiya

üsulu da südün yağ kürəciklərinə müəyyən təsir göstərir. Yağ kürəciklərinin ölçüsünə görə süddə miqdarının dəyişməsinə cədvəl 3.7 şəklində veririk.

Cədvəl 3.7

Pasterizasiyanın yağ kürəciklərinin vəziyyətinə təsiri

№	Südün yağ kürəciklərinin diametri, mkm	Yağ kürəciklərinin sayı, %-lə		
		Pasterizasiya olunmamış süd	Son pasterizasiya temperaturu	
			72°C	85°C
1	0...2	0,56	0,36	0,34
2	2...3	2,91	2,55	2,32
3	3...6	36,15	27,29	25,93
4	6...9	43,56	46,86	48,84
5	9...14	16,82	22,94	22,57

Göründüyü kimi pasterizasiya nəticəsində ölçülərinə görə yağ kürəciklərinin miqdarının dəyişməsində kəskin dəyişiklik baş verməsə də kiçik (0-3 mkm) və orta irilikdə (3-06 mkm) yağ kürəciklərinin sayının azalması və nisbətən iri kürəciklərin isə sayının cüzi miqdarda artması müşahidə olunur.

Eksperimental qurğuda pasterizasiya vitaminlərinin parçalanmasına səbəb olmamışdır. Çünki seçilmiş temperatur (75-84°C), vitaminlərin parçalanma temperaturundan xeyli aşağıdır. Belə ki, süd 100°C-ə qədər temperaturda 4 saat saxlandıqda A vitamininə heç bir təsir olmur. Havasızlıq şəraitində (eksperimental qurğuda pasterizasiya qapalı mühitdə həyata keçirilir) südün 100°C-ə qədər iki saat saxlanması B_1 vitamininə təsir göstərmir. B_2 vitamini südün 100°C- qədər 3 saat qızdırılmasında dəyişməz qalır. C vitamini havasızlıq şəraitində süd 100°C-ə qədər qızdırıldıqda dəyişiklik göstərmir. E, D vitaminləri də 100°C-ə qədər temperatura davamlılıq göstərilir. Qeyd olunanlar göstərir ki, eksperimental qurğuda südün pasterizasiyası zamanı vitaminlərin dağılma qorxusu yoxdur. Ancaq yaddan çıxarmaq lazım deyil ki, südün vitaminlərinə müxtəlif metallar, mis, qalaylı mis, qrafit və s. təsir göstərə bilər.

Müxtəlif pasterizasiya üsullarında C vitaminin dəyişməsi üzrə nəticələr cədvəl 3.8-də verilmişdir.

Cədvəl 3.8

Südün müxtəlif üsullarla pasterizasiya olunması şəraitində
ondakı C vitamininin miqdarının dəyişməsi

№	Südün istiliklə işlənmə üsulları	C vitamininin miqdarı, mq/l
1	Xam süd	14,1
2	Uzun müddətli pasterizasiya	13,4
3	Adi üsulla pasterizasiya	14,0
4	Eksperimental qurğuda pasterizasiya	14,0

Peroksidazanın inaktivizasiyası aşağıdakı (cədvəl 3.9) kimi olmuşdur.

Cədvəl 3.9

Peroksidazanın inaktivizasiyasının yoxlanılması

İşlənmə temperaturu, °C	Müddət, san	İşlənmə temperaturu, °C	Müddət, san
70	9000	76	61
72	1800	78	14
74	360	80	2
75	140	84	Ani

Cədvəl qiymətləri eksperimental qurğuda məhsuldarlığı kranla nizamlamaq yolu ilə tələb olunan rejimi nizamlamağa əsas verir. Əgər 75°C-də peroksidazanın inaktivizasiyası üçün 2,3 dəqiqə vaxt tələb olunursa, 78°C-dən 84°C-ə qədər qızdırmada südün boru sistemində ləngidilməsinə ehtiyac qalmır. Çünki südün boruya daxil olub çıxmasına qədər keçən vaxt məhz peroksidazanın inaktivizasiyası üçün kifayət edir.

Təcrübə göstərmişdir ki, adi pasterizasiya zamanı şəkərləşdirici ferment itmiş olur. Eksperimental pasterizasiyada südün həm elektrik sahəsi, həm də istilik sahəsində işləndiyi şəraitdə həmin ferment qalmış olur.

Vacib keyfiyyət göstəricilərindən biri də südün zülal tərkibidir. Eksperimental qurğuda pasterizasiyanın bu göstəriciyə təsirinin tədqiqi göstərmişdir ki, kazein hər hansı dəyişikliyə məruz qalmır. Ancaq albumində dayanıqsızlıq müşahidə edilmişdir. Təcrübə nəticələri cədvəl 3.10-da verilmişdir. Burada albuminin çökməsi xüsusi diqqət cəlb edir. Adi üsulla müqayisədə eksperi-

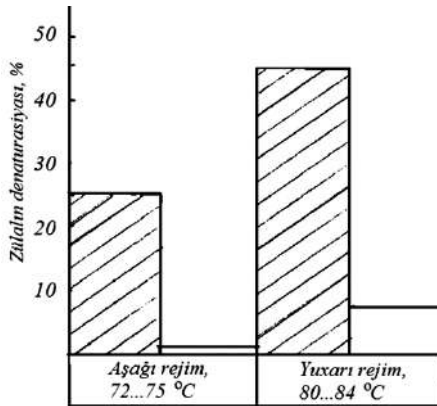
mental variantda albumin çökməsi cüzi miqdarda azalmışdır. Bu faktorun qarşısının alınması yeni axtarışlar üçün məsələ qaldırır. Albumin çökməsi elektrodlar (qızdırıcı elementlər) üzərində ərp yaranmasına səbəb olur ki, bu da prosesə mənfi təsir göstərir.

Cədvəl 3.10

İstiliklə işlənmiş süddə albuminin çökmə səviyyəsi

No	Pasterizasiya üsulu	Son pasterizasiya temperaturu, °C	Albuminin çökməsi, %
1	Adi istilikötürücülü	65	2,65
		75	3,76
		84	3,8
2	Eksperimental qurğuda, birbaşa elektrik sahə təsirli, axımlı	65	2,60
		75	3,72
		84	3,74

Ümumilikdə isə istiliklə işlənmə zamanı süd zülalının denaturasiyası da arzu olunmaz haldır. Bu cəhətdən yeni üsulda zülalın əhəmiyyətli dərəcədə qorunmasına nail olunmuşdur. Alınan nəticələr histoqram formasında şəkil 3.14-də göstərilmişdir.



Şəkil 3.14. İstiliklə işləmə üsullarının süd zülalına təsiri:

▨ - adi üsul; □ - eksperimental üsul.

Şəkildən görüldüyü kimi aşağı(72-75°C) və yuxarı (80-84°C) pasterizasiyanın hər iki rejimində adi pasterizasiya üsulu ilə mü-

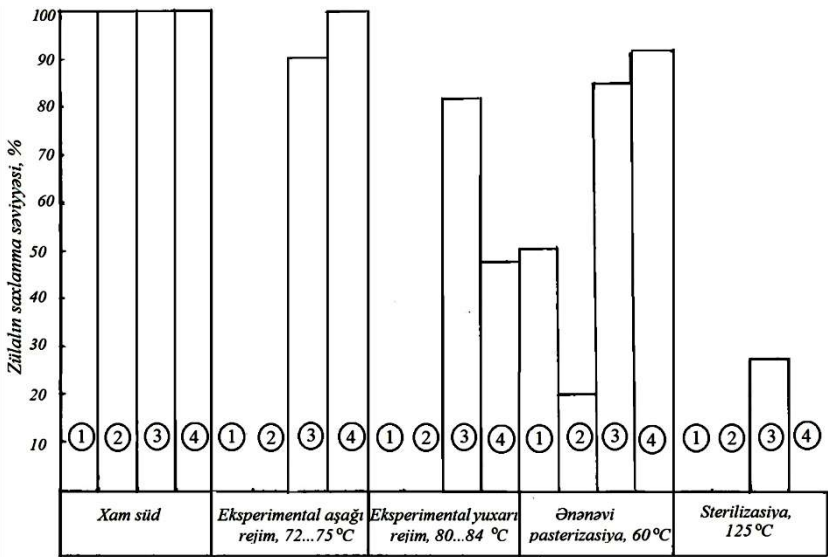
qayisədə eksperimental variantda süd zülalının denaturasiyası xeyli dərəcədə fərqli olmuşdur. Aşağı pasterizasiya rejimində süd zülalının denaturasiyası adi variantda 25%-ə qarşı eksperimental variantda 1% təşkil etmişdir. Həmin qiymətlər yuxarı pasterizasiya rejimi üçün müvafiq olaraq 45%-ə qarşı 7% olmuşdur.

Tədqiqatlarla ayrıca olaraq müqayisəli şəkildə südün istiliklə işlənməsi zamanı prosesin zərdab zülallarına təsiri də öyrənilmişdir. Tədqiqatda istiliklə işlənmənin müxtəlif üsulları zamanı immunoqlobulinin, albuminin, β -laktoqlobulinin, α -laktoqlobulinin dəyişməsi qeydə alınmışdır. Tədqiqatın nəticələri histoqram formasında şəkil 3.15-də təsvir edilmişdir.

Histoqramdan görüldüyü kimi bütün hallarda ən çox dəyişikliyə məruz qalan immunoqlobulin və albumindir. Eksperimental variantda bunlar istərsə aşağı rejimdə və istərsə yuxarı rejimdə və südün sterilizasiyası zamanı tamamilə laxtalanıb çöküntüyə keçirlər. 60°C-də pasterizasiya zamanı isə zərdab zülalının bu fraksiyalarının yalnız müəyyən miqdarı laxtalaşaraq çöküntüyə keçmişdir. Alınan nəticələr göstərir ki, eksperimental qurğuda ağız südünün pasterizasiyası məqsədəuyğun deyildir. Digər hallarda isə əgər istehsalçının süd zərdabından kəsmik hazırlamaq tələbi olarsa, onda eksperimental qurğuda xüsusi rejim tətbiq etmək lazım gələcəkdir.

Eksperimental pasterizasiya üsul və rejimlərində qlobulinin (β -laktoqlobulin və α -laktoqlobulin) qalması müşahidə olunur. Eksperimental variantda aşağı rejimdə α -laktoqlobulin laxtalanmamış, β -laktoqlobulin isə 92% qalmışdır. Ənənəvi pasterizasiyada (60°C-də 30 dəqiqə) β -laktoqlobulin 88%, α -laktoqlobulin isə 92% qalmışdır. Eksperimental variantda yüksək pasterizasiya rejimində işlənmiş süddə β -laktoqlobulin 83%, α -laktoqlobulin isə 47% qalmışdır. Sterilizasiya olunmuş süddə isə yalnız β -laktoqlobulin 28% qalmışdır. Bunlar eksperimental qurğuda işlənmiş südün natural keyfiyyətinin kifayət qədər qorunmasını göstərir.

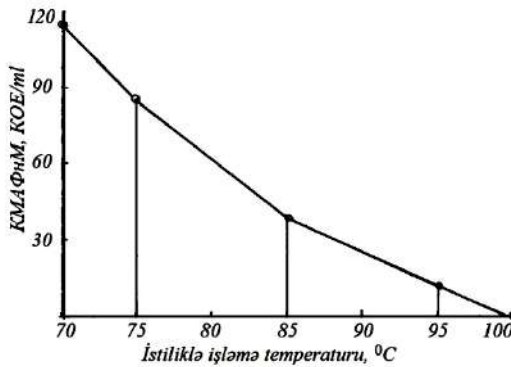
Beynəlxalq standartlara görə pasterizə edilmiş süd somatik səviyyəsinə, başqa sözlə südün tərkibində mezofil aerob və fakultativ anaerob mikroorqanizmlərin miqdarına (КМАФАИМ) görə qiymətləndirilir.



Şək.3.15. İstiliklə işlənmə üsullarının zərdab zülalına təsiri:

1-immunoqlobulin; 2-albumin; 3-β-laktoqlobulin;
4-α-laktoqlobulin.

KМАФАНМ 5·105KOE/ml-dən çox olmamalıdır. Bu göstəriciyə aid analizin nəticəsi diaqram formasında şəkil 3.16-da göstərilmişdir (südün başlanğıc ümumi bakterioloji çirklənmə səviyyəsi 1,00E+05 KOE/ml olmuşdur).



Şək.3.16. Eksperimental qurğuda müxtəlif temperatur rejimlə-

rində işlənmiş südün somatik vəziyyəti.

Şəkildən görüldüyü kimi eksperimental qurğuda pasterizasiya olunmuş süd istərsə aşağı və istərsə yuxarı pasterizə rejimində işlənməsindən asılı olmayaraq tərkibində qalan somatik hüceyrələrin miqdarına görə beynəlxalq standartları təmin edəcək hüdudlardırlar.

Südün keyfiyyət balansında onun qaz tərkibi də əhəmiyyətli rol oynayır. Eksperimental qurğuda südün pasterizasiyasının qaz tərkibinə təsiri öyrənilərək alınan qiymətlər cədvəl 3.11-də verilmişdir.

Cədvəl 3.11

Eksperimental qurğuda istiliklə işlənmiş südün qaz tərkibi

№	Südün istiliklə işlənmə vəziyyəti	100ml süddə vardır, ml-lə		
		Ümumi qaz	Karbon qazı	Oksigen
1	İstiliklə işlənməmiş süd	7,08	5,48	0,12
2	Eksperimental qurğuda aşağı rejimdə işlənmiş süd	6,99	5,33	0,15
3	Eksperimental qurğuda yuxarı rejimdə işlənmiş süd	6,98	5,30	0,17
4	Ənənəvi üsulla 60°C-də 30 dəqiqə qızdırılmış süd	7,02	5,32	0,14

Cədvəldən görünür ki, südü eksperimental qurğuda istiliklə işlədikdə karbon qazı itkisi olduqca cüzdür (maksimum 0,18 ml/100 ml). Süddə oksigenin artması isə eksperimental qurğunun yuxarı rejimində işlənməsində (0,17 ml/100 ml) olmuşdur.

Təcrübələr həmçinin eksperimental qurğuda pasterizasiya olunmuş südün turşuluğunun aşağı düşməsinə göstərmişdir. Xam südün turşuluğu 18,0°T olduğu halda eksperimental qurğuda aşağı rejimdə işlənmiş südün turşuluğu 16,8°T, yuxarı rejimdə işlənmiş südün turşuluğu isə 17,4°T olmuşdur.

Ümumilikdə eksperimental tədqiqatların nəticələri işlənilib hazırlanmış birbaşa elektrik sahəsi təsirli axımlı pasterizasiya üsulu və qurğusu südün bakterioloji təmizliyini təmin etməklə bərabər onun başlanğıc qidalılıq dəyərinin saxlanması şərait yaradır.

•

4. FERMA ŞƏRAİTİNDƏ SÜDÜN NORMALLAŞDIRILMASININ TƏDQIQI

Heyvandarlıq qarşısında duran əsas vəzifələrdən biri ondan ibarətdir ki, ölkə əhalisinin süd və süd məhsullarına tələbatı ödənməmiş olsun. Hazırda məhsuldarlığın aşağı olması ilə əlaqədar bu tələbat 70,3% ödənilir [8].

Fermerlərin mal qaranın məhsuldarlığını artırmaqda maraqlı olduqlarını və son illər bu istiqamətdə bir sıra mühüm tədbirlərin həyata keçirilməsini nəzərə alsaq yaxın gələcəkdə respublikada süd istehsalının böyük ölçüdə artırılma imkanlarının olduğunu deyə bilərik.

Aqrar islahatlar əsasında heyvandarlığın 98% şəxsi təsərrüfatda olması ilə əlaqədar istehsal olunan südün heç də hamısı sənaye tipli emal müəssisələrinə verilmir. İstehsal olunan südün əsas hissəsi ya üzlü süd şəklində və yaxud müxtəlif süd məhsullarına emal olunmuş şəkildə birbaşa ticarət şəbəkəsinə çıxarılır.

Digər tərəfdən, emal müəssisələri hətta indiki səviyyədə istehsal olunan südün hamısını emal etmək imkanına malik deyillər [313].

Süd istehsalı həcmnin getdikcə artması və fermalardan birbaşa ticarətə çıxacaq üzlü süd və süd məhsulları həcmnin də artmasına səbəb olur. Məlumdur ki, belə olan şəraitdə fermer təsərrüfatlarında südün ilk emalı xüsusi ciddiliklə ortaya çıxır. Əgər hazırki şəraitdə süd məhsulları bişirilmiş süddən hazırlandığı üçün onun bakterioloji təmizliyi təmin edilirsə, amma yağlılığa görə normallaşdırma aparılmadığından keyfiyyətin təminat altına alınması və istehsalat iqtisadiyyatının normal təmələ əsaslanması heç cür təmin olunmur.

Ticarətə çıxarılan üzlü süd və ya süd məhsulları yağlılığa görə standarta cavab verməlidir. Hazırda fermerlərin ticarətə çıxardıqları məhsulların heç bir standart təminatını söyləmək mümkün

deyil. Üzlü süd üçün bizim ölkədə ənənəvi olaraq Sovet İttifaqı dövründən 3,2% yağlılıq qəbul olunmuşdur [295]. Satış qiyməti məhz bu yağlılığa əsasən təsbit edilmişdir. Əgər inək südünün yağlılığının 2,5 ilə 6% [352] arasında dəyişdiyini qəbul etsək onda alıcının bu diapazonda olan hər cür yağlılıqda südə eyni miqdarda pul ödədiyini görürük. 3,2%-dən aşağı yağlılıqda süd aldıqda alıcı, 3,2%-dən çox yağlılıqda süd satdıqda isə fermer ziyanlı çıxır.

Bir çox Avropa və Asiya ölkələrində içməli süd belə yağlılığa görə normallaşdırıldıqdan sonra ticarət şəbəkəsinə çıxarılır. Əvvəllər bizdə də süd zavodları südü 3,2% yağlılığa normallaşdırdıqdan sonra satışa buraxırdılar. Macarıstan, AFR, Hollandiya və Çexiyada satışa gedən içməli südü 2,5%-ə, İsveç və Hindistanda 3%-ə, Belçikada 3,2%-ə, Danimarkada 3,5%-ə normallaşdırırlar.

Yağlılığa görə normallaşdırma həmçinin pendir, kəsmik, xama və digər məhsulların istehsalında da olduqca vacibdir.

Birbaşa ticarət şəbəkəsinə süd 1ə süd məhsulları çıxarmaq istəyən fermerlər öz qarşılıqlarına südün adi ilkin emalı (soyudulması, təmizlənməsi) ilə eyni zamanda onun standart yağlılığa görə normallaşdırılması vəzifəsini də qoymalı olurlar.

Südü başlanğıc yağlılığından və müəssisənin texniki imkanlarından asılı olaraq südü normallaşdırılmasının bu və ya digər üsulu tətbiq edilə bilər. Normallaşdırmanı üzsüz südlə yağlılığı çox olan üzlü süd, üzsüz südlə xamanı qablarda, axında, separatorada həyata keçirmək mümkündür. Üzsüz süd əlavə ediləcək və ya üzlü süddən ayrılacaq süd yağı yağ balansını tənzimləyən müəyyən edilir [209,211].

Qeyd etmək lazımdır ki, südü keyfiyyətini yalnız onun yağ tərkibinə görə deyil, həmçinin yağın ondakı yağsızlaşdırılmış quru maddələrə nisbəti ilə müəyyən edirlər. Süddə yağsızlaşdırılmış quru süd qalığı (YQSQ) 8,2%-dən az olmamalıdır. Odur ki, normallaşdırmada yağın alınması ilə üzsüz südü əlavə edilməsi texnologiyası tətbiq edilirsə YQSQ faizi artmış olur [4].

Qarışdırılmaqla qablarda südü normallaşdırılması aşağıdakı kimi olur: yüksək yağlılıqlı süd az yağlılıqlı südlə qarışdırılır, süd üzsüz süd və ya xama ilə qarışdırılır, xama üzsüz südlə qarışdırılır

və yaxud üzlü süddən müəyyən qədər xama və yaxud üzsüz süd kənar edilir.

Süd zavodlarında südün normallaşdırılması müxtəlif axın texnoloji xəttlərilə yerinə yetirilir. Bizdə süd sənayesində ən çox yayılmış üsul pasterizatordan çıxan ümumi süd axınından xüsusi kran vasitəsi ilə südün bir hissəsinin xama ayıran separatora ayrılmasına əsaslanmışdır [355]. Burada normallaşmaya onunla nail olunur ki, buradan əsas süd xəttinə tələb olunan miqdarda ya üzü alınmış süd və ya lazım gələrsə xama ötürülür.

Separatora südün verilməsini nizamlamaq üçün xüsusi ölçüləri olan krandan istifadə edilir. Kranın işçi vəziyyətini (başlanğıc südün yağlılığından asılı olaraq) təcrübi yolla müəyyən edirlər.

Normallaşma üçün xüsusi tərtib olunmuş cədvəllərdən istifadə edirlər. Təcrübədə hələlik südün normallaşdırılması üçün ümumi bir sxem işlənmiş deyildir. Ancaq bunu qəti şəkildə demək mümkündür ki, sonradan normallaşdırmaq məqsədi ilə bütün südün xamasını almaq məqsədəuyğun deyildir [291,343].

Separatorlarda fasiləsiz axınla südün normallaşdırılması bu işə əmək sərfini azaltmağa əlavə iri süd qablarının olmasına ehtiyacı aradan qaldırmağa imkan verir.

Son illər süd sənayesində südün normallaşdırılması məqsədi ilə separatorlar üçün cürbəcür tərtibatlar işlənib hazırlanmışdır. Bu işlərdə əsas məqsəd südün öz emulsion xüsusiyyətlərini qoruyub saxlamasına nail olmaqdır.

Ancaq sənayedə işlədilən separatorlar böyük məhsuldarlığa malik olmaqla daha enerji və kapital tutumludurlar [19,52,53]. Məişət tipli separatorlarda isə normallaşma prosesi tədqiq olunmamışdır.

Müasir fermer süd fermalarında həllini tələb edən əsas məsələ az xərclə südün bütün keyfiyyətlərini qorumaqla onun normallaşdırılmasına nail olmaqdan ibarətdir.

Təsərrüfatda südün normallaşdırılması yağlılığın standarta (3,2%) endirilməsi hesabına süd istehsal həcminin artmasına, buzozlara içirdilmək üçün fermerin öz üzsüz südünə malik olmasına,

satılan məhsulun bazarda etibar qazanmasına və nəhayət istehsalat sahəsinin iqtisadi səmərəsinin artmasına böyük imkanlar yaradır.

Göründüyü kimi məsələ olduqca aktual olub, həlli üçün fermer təsərrüfatı şəraitində südün normallaşdırılmasının tədqiqini, texniki vasitənin səmərəli texnoloji və konstruktiv parametrlərinin işlənməsini tələb edir.

4.1. SÜDÜN NORMALLAŞDIRILMASININ MÜASİR VƏZİYYƏTİ

4.1.1. Süd istehsalının hazırkı vəziyyəti və onun inkişafına kömək edən amillər

Azərbaycanda südçülük maldarlığın əsas sahələrindən biri olmaqla bütün yem ehtiyatlarının 38%-i bu sahədə istifadə olunur. Demək olar ki, əmək sərfinin 50%-i və qeyri safi məhsulun isə 25%-dən çoxu da bu sahənin payına düşür [51]. Süd və süd məhsulları respublika əhalisinin istehlakında əvəzedilməz rol oynayır. Təsadüfi deyil ki, ərzaq məhsullarına sərf edilən xərclərin 40%-i süd və süd məhsullarının payına düşür [7, 10]. Ərzaq mallarının əmtəə dövriyyəsində onların birlikdə xüsusi çəkisi 25%-ə çatır. Bir sözlə süd və süd məhsulları istər insanların gündəlik qidalanmasında, istərsə də ticarət şəbəkəsinin fəaliyyətində mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Süd istehsalı hazırda kənd təsərrüfatının inkişaf etməkdə olan sahələrindəndir. Əgər 1995-ci ilə nəzərən 1999-cu ildə süd istehsalı 19,9% artaraq 991 min tona çatmışdırsa, 2003-cü ildə isə 1999-cu ilə nəzərən istehsal həcmi daha 8,3% artaraq 1073,7 min tona çatmışdır [11, 39]. Bu sahənin inkişafda olması, yüksək keyfiyyətli süd emalı məhsullarının istehsalı üçün geniş imkanlar açır. Hələlik süd və süd məhsullarına tələbat tam ödənilmir. Daxili istehsal tələbatın 2000-ci ildə 13,3%-ni təşkil edirdi.

Son beş ildə süd istehsalında artım olmasına baxmayaraq, daxili tələbat hələ ödənilmiş deyildir. Süd istehsalının inkişafı ilə yanaşı istehsal olunan südün itkisiz olaraq vaxtında emal məhsullarına çevrilməsi də vaciblik qazanır. Bu məhsullar əhalinin tələbatını ödəməklə yanaşı keyfiyyətinə görə dünya standartları tələblərinə cavab verməli, bazarda rəqabət qabiliyyətli olub iqtisadi səmərə təmin etməlidir.

Hal-hazırda respublikada istehsal olunan heyvandarlıq məhsulunun 98,6% şəxsi təsərrüfatın üzərinə düşür. Azərbaycanda südlük heyvandarlıq hər inəkdən gündə 5-6 litrdən çox süd verən

fərdi təsərrüfatların bazasında inkişaf edir. Bu təsərrüfatlarda südlük naxır 5 inəyə qədər olur. Sistemli yemləndirmə yox, yem təminatı aşağı səviyyədədir. Məhsuldarlıq aşağı, südün maya dəyəri isə yüksəkdir. Süd küçələrdə, bazarlarda və qonşulara nəzarətsiz satılır. Südün kimyəvi tərkibinə, keyfiyyətinə və bakterioloji göstəricilərinə nəzarət yoxdur. Süddə brüsselyoz, vərəm və s. çöplərinin olmasına nəzarət edilmir.

Südlük heyvandarlığın təhlükəsiz, əlverişli və məhsuldar olması üçün təsərrüfatlarda kompleks yenidənqurma aparılmalıdır. Bu problemin tam həlli üçün heyvandarlığın hazırki sistemini zootexniki işlərin naxırda tətbiqi və yaşıl, qaba, sulu şirəli yemlər hesabına yemləndirmə sistemini təşkil etmək sayəsində həyata keçirmək mümkündür [21]. Bununla yanaşı qüvvəli yemlərin istehsalını da artırmaq lazımdır.

Süd istehsalçısının əsas məqsədi hər inəkdən sağımın artırılması və bununla yanaşı məhsul istehsalına xərcləri azaltmaqdır. Süd istehsalını artırmaq üçün yemləndirmə sistemi və qara-malın cins tərkibi yaxşılaşdırılmalıdır. Azərbaycanda fermerlər əldə edə biləcəkləri yemlə (yaşıl ot, senaj, silos, arpa, çiyid cecəsi və s.) hər inəkdən 15-18 litr süd istehsal edə bilirlər. Yemləndirmə sistemini elə təşkil etmək lazımdır ki, istehsal məhsuldar və səmərəli olsun.

Kənd Təsərrüfatı Nazirliyinin məlumatına əsasən Azərbaycan üzrə hər inəkdən süd sağımı 1300 litrdən artıq deyildir. Naxır üzrə inəklərin sayı 800 min başdır. Azərbaycanın bəzi rayonlarında (Quba, Zaqatala və İmişli) Land o'Lakesin fermerlərlə apardığı sorğudan məlum olmuşdur ki, illik süd sağımı hər baş inəkdən 1400-1600 litr təşkil etmişdir.

Bəzi təsərrüfatlar yalnız südlük heyvandarlıq üzrə ixtisaslaşır ki, bunlarda 10 baş inəkdən artıq olan təsərrüfatlarda orta illik süd sağımı 2200 litr təşkil edir. Bununla belə nəticəyə gəlinir ki, 2001-ci ildə süd sağımı artmış və naxırın sayı çoxalmışdır. ABŞ-da hər baş inəkdən süd istehsalı 3-4 dəfə Azərbaycandan çoxdur. Avropanın südçülük regionlarında illik süd istehsalı hər baş inəkdən orta hesabla 5000 litr təşkil edir. Fransada orta hesabla il ərzində 5600 litr və Rusiyada 2500 litr təşkil edir.

Azərbaycanda südün 1 litrinin orta qiyməti dünya standartlarına yaxındır, lakin südün keyfiyyəti bakterioloji tərkibinə görə nə Azərbaycan və nə də Avropa standartlarına uyğun deyildir.

Südün keyfiyyəti barədə danışdıqda, birinci növbədə heyvanların sağlamlığı və saxlanma şəraitinə nəzarəti nizamlamaq lazımdır. Naxırın cins tərkibini yaxşılaşdırmaq əsasdır. Sağım aparatlarının sanitar normalara uyğun olmasına və düzgün texniki qulluq edilməsinə, südün soyutma sisteminə və nəql olunmasına ciddi nəzarət edilməlidir [25].

Bir çox fermerlərin təsərrüfatlarında südün keyfiyyətinin aşağı olması yemlərin pis keyfiyyətdə olması ilə bağlıdır. Bununla yanaşı sağım avadanlığının və soyuducu sistemin pis vəziyyətdə olması, süzgəclərin və dezinfeksiya edici maddələrin olmaması, inəklərdə yelin və başqa xəstəliklərin, nadir hallarda vərəm və brüsselyoz xəstəliklərinin olması ilə də əlaqədardır. Yüksək keyfiyyətli və bahalı süd məhsulları istehsalı üçün birinci növbədə xam südün keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq lazımdır. Keyfiyyəti yaxşılaşdırmanın əsas tədbirləri südçülük fermasının daxilində həyata keçirilməlidir. Hazırkı vaxtda süd və süd məhsullarının keyfiyyətinə nəzarət edən peşəkar, heç kimdən asılı olmayan təşkilat yoxdur. Nəzarət funksiyasını yerinə yetirməli olan dövlət təşkilatları öz şəxsi mənafeələrini güdür, qeyri dövlət təşkilatları isə özlərinin reklamı ilə məşğul olurlar. Nəticədə bu cür nəzarət üsulu qanuni fəaliyyət göstərən, kimyəvi laboratoriyaya malik olub, pasterizə olunmuş süddən süd məhsulları istehsal edən müəssisələr üçün əlavə problemlər yaradırlar.

Bununla yanaşı minlərlə fərdi məhsul istehsalçıları bazarı ucuz, şübhəli keyfiyyətli və pasterizə olunmamış məhsullarla təmin edirlər. Belə məhsullar təhlükəlidir. Bu məhsullardan istifadə edənlər ölkə əhalisinin əsas hissəsini təşkil edir. Belə məhsul istehsalçıları əhali arasında brüsselyoz, vərəm və bağırsağ xəstəliklərinin yayılmasının əsas səbəbkarlarıdır.

Dünyanın bir çox ölkələrində süd məhsulunun küçələrdə satılmasının qadağan olunmasına aid qanunvericilik aktı fəaliyyət göstərir. Süd yalnız pasterizə və ya sterilizə olunmuş halda satılmalı-

dır. Bütün süd məhsulları pasterizə olunmuş süddən istehsal olunmalıdır [539].

İstehsal olunan südün çox hissəsi ilkin emal edilməmiş üzlü süd kimi litri 1000-1500 manat qiymətində satılır. Salyan, Sabirabad, Şamaxı, İmişli və sair kənd təsərrüfatı rayonların şəxsi təsərrüfatlarında istehsal olunan, satış üçün Bakıya gətirilən 5-10 litr həcmdə olan südün nəqliyyat xərclərini nəzərə almaqla, qiyməti alıcını qane etmir.

Süd tez xarab olmasından və onun pərakəndə satışında ciddi maneələr olduğundan süd istehsalçıları südün maya dəyərinin yüksək olması və onun topdan satışının təşkil olunması çətinlikləri ilə qarşılaşırlar. Maya dəyəri yüksək olduğundan istehsalçı istehsaldan, istehlakçı isə südün qəbulundan imtina edir. Nəticədə heyvandarlığın inkişafının dayanmasında ciddi faktorların yaranması, süd istehsalının aşağı düşməsi ehtimalını artırır.

Yaranmış şəraitdə istehsalçıların öz gücü hesabına süd məhsullarının nəinki ilkin emalının təşkili, eləcə də süd məhsullarının hazırlanmasına və satışına ehtiyac yaranır. Birbaşa satış şəbəkəsinə çıxarılan südün ilkin emalı əməliyyatlarında onun standart yağlılığa normallaşdırılması və pasterizasiyası xüsusi vacib yer tutur.

Başlanğıc süd qarışığının normallaşdırılması elə olmalıdır ki, satış şəbəkəsində realizə olunan süd və süd məhsullarının yağlılığı texniki şərtlər tələbatına cavab verə bilsin. Pendir, şor və digər süd məhsullarının hazırlanmasında süd və ya xama yağlılığa görə normallaşdırılmalıdırlar.

Hazırda süd məhsulları bazarında xarici mallar üstünlük təşkil edir. Yerli məhsullar əsasən Bakıda yerləşən bir neçə iri kombinat tərəfindən istehsal edilir. Fermer təsərrüfatları birbaşa yerlərdə kiçik emal sexləri təşkil etmək imkanına malikdirlər, lakin onlar hazır məhsullar bazarına çıxmaqda çətinlik çəkirlər. Əksər fermerlər emal avadanlıqlarının baha olması, mürəkkəb, əmək tutumlu və xüsusi savad tələb edən texnoloji proseslərin tələb olduğundan bu sahənin tətbiqindən kənarda qalmışlar. Çoxlarının məhsulun keyfiyyətli qablaşdırılması, reklam edilməsi, potensial alıcıların axtarılması və ticarət şəbəkəsi ilə əlaqələrinin yaradılması sahəsin-

də təcrübəsi çox aşağıdır. Ona görə də kənd və rayon yerlərində südün sağımdan sonra satışına və istehlakına üstünlük verirlər ki, bu da son nəticədə iqtisadi mənfəətin aşağı düşməsinə səbəb olur. Lakin beynəlxalq təcrübə [385] göstərir ki, kənd və rayonlarda süd məhsulları emalına geniş potensial imkanlar vardır.

Respublikanın kəndli - fermer təsərrüfatlarında südlük qaramal və süd istehsalının vəziyyətini daha dəqiq təsvir etmək üçün 2003-cü il ildə Qərb bölgəsində aparılmış sorğu materiallarına [26] müraciət etmək yerinə düşər. Bu materiallardan aydın olur ki, inək saxlamayan ailə demək olar ki, yoxdur. Bunlar arasında birdən-beşə qədər sağlam inəyi olanlar 75%, beşdən çox sağlam inəyi olanlar isə 25% təşkil edir. Heyvana baxanlar sağlam inəklərin sayını artırmağa maraqlıdırlar. Belə ki, onların 65,7%-i ildə bir düyə, 21,8%-i isə hər il iki düyə artırıdıklarını bildirmişlər.

Mülkiyyətçilər istehsal etdikləri süddən əsasən 2 litrini ailəsi üçün istifadə edirlər. Bir mülkiyyətçinin gündə satışa çıxardığı südün miqdarı isə 5-20 litr təşkil edir [26].

Südü emalına gəldikdə isə, pendir və qatıq istehsalına meyl çoxdur. Qatıqdan fərqli olaraq pendir istehsal edənlər demək olar ki, südün termiki zərərsizləşdirilməsi (pasterizasiya) üsulundan istifadə etmirlər. Belə pendiri heç olmasa 60 gün duzlu suda saxlamaq tələb olunduğu halda təcrübədə demək olar ki, buna əməl olunmur.

Kəndli-fermer təsərrüfatlarında müasir texnologiya və texniki avadanlıqların tətbiqinə əsaslanmış, sanitariya-gigiyenik tələblərə cavab verən emal işlərinin qurulmaması, bunlar tərəfindən bazara təklif edilən məhsulların keyfiyyətinin qarantıya edilməməsi üzündən onların analoji xarici məhsullarla rəqabət edə bilməməsinə səbəb olur. Əslində az sərmayə və enerji tutumlu texnoloji avadanlıqların olması halında bazar tələblərinə uyğun yerli süd məhsulları istehsal olunarsa onlar yalnız təzəliyinə görə bazarda xarici məhsullarla rəqabətdə qalib çıxma bilirlər.

Hazırda süd istehsalçısının orta aylıq gəlirini qənaətbəxş saymaq olmaz. O sənayedə çalışan əmək haqqına nəzərən 35% aşağıdır. Südün satış qiyməti bizdə digər MDB ölkələrindəkinə nəzərən

nisbətən artıq olsa da, yemlərin, enerji daşıyıcılarının və istehsal vasitələrinin bahalılığı üzündən məhsul vahidinin əldə edilməsinin dəyişməz xərclərinin də yüksək olması nəzərə alınmalıdır. Hətta 3000 litr məhsuldarlığa malik inək saxlanan təsərrüfatda xərclərin ödənməsi 15-25%-dən çox olmamışdır [76]. Bu işə inflyasiya ehtimalı olan şəraitdə istehsalın genişləndirilməsini çətinləşdirir.

Bir çox təsərrüfatlarda istehsal olunan südün maya dəyəri südlük maldarlığın səmərəli şəkildə inkişaf etdirilməsinə mane olur. Nəzərə almaq lazımdır ki, inəklərin məhsuldarlığı nəzərə çarpacaq səviyyədə artmadığı halda maddi-texniki ehtiyatların qiymətlərinin daim artması müşahidə olunur.

Torpaq islahatlarından sonra torpaq mülkiyyətçilərinin kiçik heyvandarlıq təsərrüfatlarında istehsal olunan əmtəəlik südü süd zavodları müəyyən etdikləri alış qiymətlərinə aldıkları üçün istehsalçıların süddən aldıkları gəlir istehsal xərclərinin yalnız 20-40%-ni ödəyə bilirdi. Odur ki, süd istehsal edənlər süd emal zavodlarını kənarında qoyaraq ticarət şəbəkəsi ilə birbaşa əlaqə yaratmağa üstünlük verəsi oldular. Bunun üçün onların bir qismi az assortimentli süd məhsulu istehsalı və primitiv texnologiya tətbiq etməyə başlamış, yalnız maddi vəziyyətləri yaxşı olanlar və yaxud beynəlxalq yardım kreditlərindən istifadə edənlər bahalı avadanlıqlar alaraq xüsusi süd emal sexi təşkil edə bilmişlər [22]. Belə sexlər tək fermerin özünün istehsal etdiyi südü deyil, həm də yaxınlıqdakı qonşu fermerlərin də südünü emal edir.

Yalnız belə olduğu halda orada quraşdırılan avadanlıqların gücündən istifadə səmərəliliyinə nail olmaq mümkün olmuşdur. Bu sexdə gündəlik emal həcmi 6-10 tona çatdırdıqda istehsal rentabelliği 35-58 % -ə çatmış, avadanlıqların və sexin xərcləri 2 ilə özünü ödəyə bilmişdir [345]. Rusiya Federasiyasının elmi idarələri və konstruktor – layihə təşkilatları kiçik süd emal sexləri üçün texnoloji avadanlıqlar komplekti üzərində işləmiş və bir neçə sex layihəsi vermişlər. Buna baxmayaraq bu sexlər konkret məhsula hesablandıqından onların tətbiqi məhdud çərçivədə qalmışdır.

Südün ilkin emalı süd istehsalı üzrə əmək sərfinin 8-10%-ni təşkil etməsinə baxmayaraq Azərbaycan da daxil olmaqla keçmiş

Sovet İttifaqı məkanında bu texnologiyanın və onu təmin edən avadanlıqların süd istehsal obyektlərində tətbiqi və inkişaf etdirilməsinə lazımi səviyyədə diqqət verilməmişdir.

Süd emal zavodları üçün nəzərdə tutulmuş maşın və avadanlıqlardan istifadə etdikdə isə xüsusi elektrik enerji sərfi 165 kVt saat/baş, xüsusi metal sərfi isə 17,8 kq/baş olmuşdur [277].

Süd istehsalçılarının maliyə çətinlikləri onların istehsal üçün lazım olan xüsusi avadanlıq və aparatura almasına mane olduğundan süd və süd məhsulları yağlılığa görə və I növ tələblərinə görə heç vaxt təminat altına alınmış olmur.

Bununla belə yağlılığı 3,2% normalaşdırılmış südün 1 litrinin qiyməti Rusiya Federasiyasında, Belarus, Ukrayna və Qazaxıstan Respublikalarında bizim Respublikada olduğundan xeyli ucuzdur.

Sahənin səmərəliliyinin artırılması söz yox ilk növbədə malqaranın cins tərkibinin yaxşılaşdırılması, yem bazasının möhkəmləndirilməsi, yemləmə və saxlama şəraitinin normativ əsasında təşkil edilməsindən asılıdır.

Bu şərtlər əsasında istehsal həcmnin artırılması süd məhsullarının bazarda rəqabət qabiliyyətinin də artmasını təmin etməyi tələb edir. Odur ki, qeyd olunan işlərlə yanaşı paralel olaraq kəndli-fermer istehsalat sahələrinin təkmilləşdirilmiş süd emal texnologiyaları və müvafiq avadanlıqlarla təchiz olunması vacibdir.

Qeyd olunanların həyata keçirilməsi və bununla əlaqədar olaraq, süd istehsalçılarının maddi stimullaşdırılması yaxın 3-4 ildə kəndli-fermer təsərrüfatlarında inəklərin orta illik məhsuldarlığını 3000 litrə çatdırmağa imkan yaradar. Bu isə mühüm bir problemin həllinə yol açmaq, hər baş heyvana ildə 3,5 ton yem vahidi və hər ton südə 1,2-1,3 ton yem vahidi sərf etmək deməkdir.

Azərbaycanda südçülük təsərrüfatlarının inkişaf perspektivini görməmək mümkün deyil. Bu sahənin inkişaf ehtiyatlarından hələlik heç də tam istifadə olunmamışdır.

Süd istehsal həcmnin artırılmasında və istehsal xərclərinin azaldılmasında biçənək və çəmənlərdən intensiv istifadə etməklə respublikanın dağ və dağətəyi rayonlarının geniş imkanları vardır. Mütəxəssislərin qiymətləndirmələrinə görə [486] otlaq dövründə

birillik və çoxillik otlarla növbəli əkində orta illik məhsuldarlığı 3000 kq olan inəkdən 1500 kq, orta illik məhsuldarlığı 4000 kq olandan isə 1800 kq süd almaq mümkündür.

Otlaq dövründə qış pəyə dövrünə görə südün maya dəyəri 40-50% aşağı düşür. Bu zaman 1 ton südə xərclər 2,5-3 dəfə aşağı düşə bilər.

Süd istehsalının artması mümkün olduqca, ehtiyatlardan səmərəli istifadəyə nail olunduqca təsərrüfatlarda istehsal olunmuş məhsulun keyfiyyətinin qorunması və onun standartlara müvafiq şəkildə realizasiyasına diqqətin artırılması vacibdir.

Fermer təsərrüfatçılığı şəraitində südün növünün yüksəldilməsi üçün fermanın maddi-texniki bazasının möhkəmləndirilməsi, onun ilkin emal avadanlığı ilə təchiz edilməsi, keyfiyyəti təmin edən vasitələrin tətbiqi və onlardan səmərəli istifadə edilməsi lazımdır [40].

İnkişaf etməkdə olan fermer-kəndli təsərrüfatlarında südlük maldarlıq sahəsinin intensiv inkişaf etdirilməsinin başlıca stimullarından biri tələb olunan miqdarda gəlirin təmin olunmasıdır [265]. Bu isə naxırın yüksək məhsuldarlığının olması, keyfiyyətli məhsul istehsal edilməsi, istifadə edilən resursların özünü ödəmə səviyyəsinin yüksəldilməsi ilə mümkündür. Bütün bunlar bir-biri ilə sıx sürətdə əlaqədə olmaqla yanaşı nəticədə məhsulun realizasiyasına söykənirlər. Məhsul elə olmalıdır ki, onun realizasiyası axsamadan optimal istehsal-iqtisadi parametrləri təmin etməklə, təsərrüfat subyektini və ictimaiyyəti təmin edəcək, tələb olunan nəticələrin əldə edilməsinə şərait yaratmalıdır.

Müasir bazar münasibətləri şəraitində o təsərrüfatlar möhkəmlənə və dinamik inkişaf edə bilərlər ki, onlar ehtiyatların yüksək səviyyədə ödənilməsi üçün yollar və vasitələr müəyyən etmiş olsunlar. Məhz belə obyektlər səmərəli süd istehsalı təmin edən müəssisələrə çevrilə biləcəklər.

Bununla əlaqədar olaraq bu müəssisələr öz fəaliyyətlərini səmərəli təşkil etmək üçün müasir texnologiya və texniki vasitələrin məqsədyönlü istiqamətdə təkmilləşdirilmiş variantlarının yaradılmasında maraqlı olacaqlar.

4.1.2. Südün normallaşdırılmasının müasir öyrənilmə vəziyyəti

Südün separatorndan istifadə edilərək normallaşdırılması üçün ilk növbədə normativlə müəyyən edilmiş üzsüzləşdirmə hüduduna (0,05%) qədər etibarlı işləyən xamaayıran separatorun olması vacibdir. Bundan başqa tələb olunan miqdarda üzsüz südün, az yağlı südün və xamanın həcmi ölçmək üçün ölçü şkalası ilə təchiz olunmuş baklar lazımdır. Əgər bazis yağlılıq 3,2% qəbul olunmuşsa, o zaman yağlılığı 3,2%-dən yuxarı olan südü 3,2% yağlılığa kimi normallaşdırmaq üçün təcrübədə aşağıdakı üsullar tətbiq edilir:

- a) üzsüzləşdirilmiş südün əlavə edilməsi;
- b) yağlılığı 3,2%-dən aşağı olan üzlü süd əlavə edilməsi;
- c) separator-normalizatorada südün qismən üzsüzləşdirilməsi.

Yağlılığı 3,2%-dən aşağı olan südü isə 3,2% yağlılığa normalaşdırdıqda aşağıdakı üsullar tətbiq edilir:

- a) xama əlavə edilməsi;
- b) yağlılığı 3,2%-dən yuxarı olan üzlü süd əlavə edilməsi.

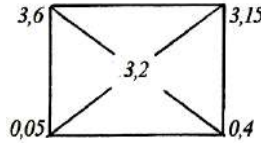
Bu üsulların müxtəlifliyi istehsalçıya müəyyən hədudda seçmə imkanı verməsinə baxmayaraq təcrübə cəhətdən bunların həyata keçirilməsi bir sıra texnoloji avadanlıqların olması ilə əlaqəlidir. Fermer təsərrüfatlarında və yaxud sadə assortimentli hazır məhsul istehsalına əsaslanmış kiçik emal müəssisəsində daha konkret və çoxfunksiyalı avadanlığa hesablanmış üsul əlverişli ola bilər.

Qeyd edilən üsulların müsbət cəhəti ondan ibarətdir ki, onları sadə hesabat üsulları işlənilib hazırlanmışdır [421]. Məsəl üçün yağlılığı 3,6% olan 5 ton südü 3,2% yağlılığa normallaşdırmaq üçün tələb olunan üzü alınmış südü müəyyən etdikdə kvadrat üsulu adlanan hesabatdan istifadə olunur. Ancaq nəzərə almaq lazımdır ki, bu üsul südün separatorada 0,05% yağlılığa qədər üzsüzləşdirilməsini şərtləndirir. Aşağıdakı şəkil 4.1-də kvadrat qurulur.

Hesabat aşağıdakı şəkildə yerinə yetirilir:

$$k_0 = \frac{5000 \cdot 0,4}{3,15} = 635 \text{ kq}$$

- burada k_0 – südün normallaşdırılması üçün tələb olunan üzsüz südün miqdarı, kq;
- 0,4 – hesabat kvadratında sol yuxarkı küncdəki qiymətdən mərkəzdəki qiyməti çıxdıqda alınmış ədəd;
- 3,15 – hesabat kvadratının mərkəzindəki qiymətdən sol aşağıdakı qiyməti çıxdıqda alınmış ədəddir.

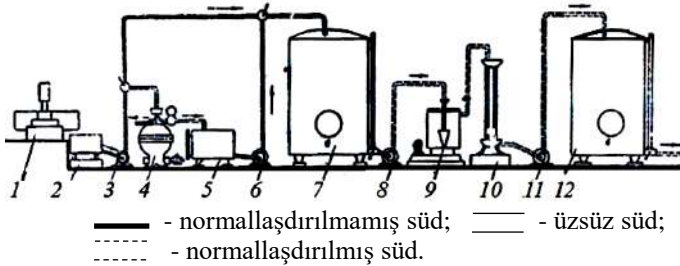


Şək.4.1. Südün normallaşdırılmasının hesabat kvadratı.

Beləliklə bu kvadrat müxtəlif variantlar üçün tərtib edilərək normallaşma prosesində tələb olunan müxtəlif yağlılıqlı üzlü südün, xamanın və həmçinin normallaşmış süd çıxımının miqdarını təyin etmək mümkün olur. Ancaq nəzərə almaq lazımdır ki, bu hesabatlar müəyyən şərtlər irəli sürür ki, onlar da bu və ya digər texniki imkanların olmasını tələb edir [330, 425]. Texniki imkanlara əsaslanaraq süd emal müəssisələrində müxtəlif texnoloji sxemlər (şək.4.2...şək.4.5) üzrə istehsal xətləri təşkil edilir. Şəkil 4.2-dəki texnoloji sxem əsasən yağlılığı 3,2%-dən çox olan xam südə xamaayırıcı separatorundan çıxan üzsüzləşdirilmiş südü əlavə etməklə südü normallaşdırmaq nəzərdə tutulur. Üzsüz südün miqdarına vanna nəzarət edilir. Süd normallaşdırıldıqdan sonra çəndə yığılmış südün yağlılığı yoxlanılır və sonra pasterizə edildikdən sonra soyudulur. Bu üsulu yağlılığı 3,2%-dən az südü normallaşdırmaqda da tətbiq etmək olar. Ancaq bu zaman üzsüzləşdirilmiş süd yerinə xamadan istifadə olunur. Bu zaman tələb olunan miqdarda xama tərəzidə çəkilir və pasterizatorun qıfına tökülür. Xama yağlılığı az olan südlə pasterizatora daxil olduqda qarışdırılır.

Bu üsulun nöqsan cəhəti ondadır ki, yağ kürəciklərinin ümumi kütlədə bərabər yayılması olduqca çətinidir. Digər tərəfdən tex-

noloji sxemin sadə olmasına baxmayaraq maşın və avadanlıqlar çoxluğu əlavə yer və xidmət tələb edir.

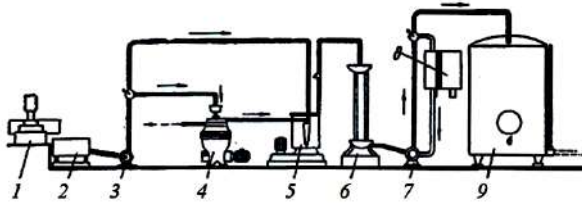


Şək.4.2. İstehsal həcmi kiçik sex üçün südün normallaşdırılmasının texnoloji sxemi:

1- tərəzi; 2-süd üçün vanna; 3- nasos; 4- separator; 5- üzsüz vannası; 6- nasos; 7- normallaşmış süd çəni; 8- nasos; 9 - pasterizator; 10- soyuducu; 11- nasos; 12- pasterizə edilmiş süd çəni.

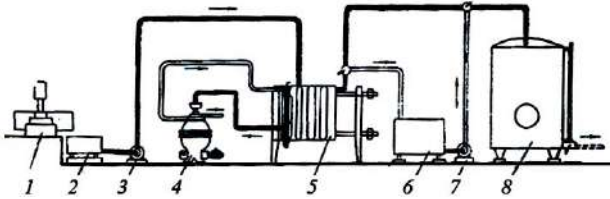
Şəkil 4.3-dəki texnoloji sxemdə üzlü və üzsüz süd əvvəlcə pasterizə edilir, soyudulur sonra normallaşdırılır. Burada üzlü və üzsüz südün əvvəlcədən pasterizə edilməsi və soyudulması texnoloji prosesin öz tələbindən irəli gəlmir. Yalnız emal ediləcək südün çox olması, onun uzun müddətli saxlanmasına gətirib çıxarır ki, həmin əməliyyatların qabaqcadan yerinə yetirilməsi südün turşululuğunun artmasının qabağını almış olur. Bu üsulda süd avadanlıqlarının təmizliyi ciddi nəzarət tələb edir ki, normallaşdırılma zamanı əvvəlcədən pasterizə edilmiş südün sonradan çirklənməsi baş verməsin. Təcrübədə isə bunu təmin etmək çox vaxt çətin olur. Bundan başqa bu üsulda da yağ kürəciklərinin ümumi süd məhsulunda bərabər yayılması yaxşı təmin edilmədiyi üçün süd zavodları şəraitində əlavə homogenizator qurğusu tətbiq etməyə məcbur olurlar. Saxlanmış və bu məqsədlə çox soyudulmuş südü normallaşdırdıqda şəkil 4.4-də təsvir edilmiş texnoloji sxemdən istifadə olunur. Burada separatora veriləcək süd əvvəlcədən pasterizatorun regenerasiya bölməsində qızdırılır. Separatordan çıxan süd yenidən pasterizə olunmaq üçün həmin pasterizatora verilir. Normallaşdırma prosesi əvvəlki texnoloji sxemdə olduğu kimidir.

Bu texnoloji sxemlərin tətbiqi çoxlu avadanlıq, əlavə yer, işçi qüvvəsi tələb edir və həm də bunlar olduqca çox enerji tutumludurlar.



Şək.4.3. İstehsal həcmi böyük olan sex üçün südün normallaşdırılmasının texnoloji sxemi:

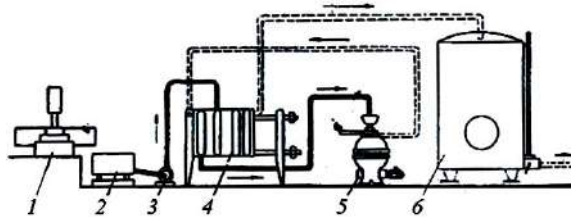
1-tərəzi; 2- süd üçün vanna; 3- nasos; 4-separator; 5-pasterizator; 6-soyuducu; 7-nasos; 8-südü üzsüzləşdirmək üçün vanna; 9- pasterizə edilmiş süd çəni.



Şək.4.4. Soyudulmuş və saxlanmış südün emalı zamanı südün normallaşdırılmasının texnoloji sxemi

1-tərəzi; 2-süd üçün vanna; 3-nasos; 4-separator; 5-pasterizator-soyuducu; 6-üzsüz süd üçün vanna; 7-nasos; 8-normallaşdırılmış süd üçün vanna.

Xüsusi separator-normalizatora əsaslanan texnoloji sxem şəkil 4.5-də verilmişdir.



Şək.4.5. Xüsusi separator-normalizatora əsaslanan texnoloji sxem:

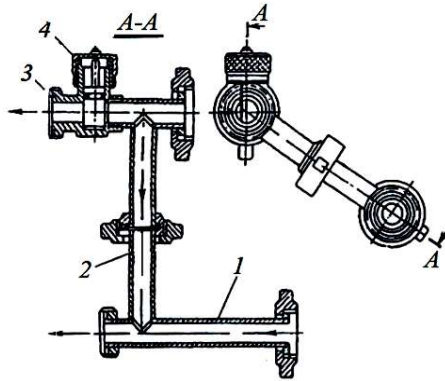
1-tərəzi; 2-süd üçün vanna; 3-nasos; 4 -pasterizator-soyuducu; 5-separator-normalizator; 6-normallaşdırılmış süd çəni.

Dördüncü texnoloji sxemin (şək.13.5) üstün cəhəti normallaşdırılmanın separator-normalizatorda yerinə yetirilməsi əsasında təşkili və bu səbəbdən mövcud sxemlərin sadələşdirilməsinə nail olunmaqdan ibarətdir. Ancaq separator-normallaşdırıcı məhdud konstruktiv variantda olub, iri zavod şəraiti üçün nəzərə tutulduğundan geniş tətbiq imkanından məhrumdur.

4.1.3. Südün normallaşdırılmasında xamaayıran separatorların tətbiqinin xüsusiyyətləri

Südün normallaşdırılmasına yüksək tələbat artdıqca onların xamaayırcı separatorlar vasitəsi ilə yerinə yetirilməsi fikri üstün gəlmişdir. Bu məqsədlə xamaayırcı separatorlara bir sıra tərtibatlar işlənib hazırlanmışdır [253]. Belə tərtibatlar başlıca olaraq üz-süzləşdirilmiş südlə xamanı tələb olunan nisbətdə qarışdırmağa əsaslanmışdır. Burada üzsüzləşdirilmiş südlə xamanın qarışdırılması ya separatorun qəbul qabında və yaxud bir başa separator bərabərinin çıxışında olmaqla iki variantda yerinə yetirilir.

Birinci variantda əsaslanan separator tərtibatı şəkil 4.6-da göstərilmişdir.



Şək.4.6. Xamaayırcı separatora südün yağlılığa görə normallaşdırılması üçün tərtibat:

1-üzsüzləşdirilmiş süd üçün boru; 2-birləşdirici borucuq; 3-xama üçün boru; 4-nizamlayıcı drossel.

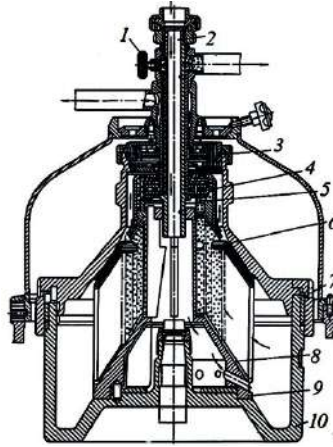
Burada xama çıxaran boru üzsüzləşdirilmiş südün kənarlaşdırılan boru ilə əlaqələndirilmişdir. Çıxışda drossel qoyulmuşdur. Normallaşdırma prosesi zamanı xamanın bir hissəsi borucuq vasitəsi ilə separatorun çıxışına yönəldilir və üzsüzləşdirilmiş südlə qarışaraq normallaşdırılmış qarışıq yaradır [297]. Xamanın artığı boru vasitəsi ilə xaric olur. Drossel tam açıq olduqda separator xamaayıncı kimi işləyir. Drosselin dəstəyi kolpak şəklində olub drosselin üzərində şkalası olan silindrik hissəsini qapayır. Bu şkalanın köməyi ilə normallaşdırıcı tərtibat südün tələb olunan yağlılığına nizamlanır. Bu nizamlayıcının dəqiqliyi $\pm 0,2\%$ -ə qədərdir.

OСП-3M və Г9-ОСП separatorları da südün normallaşdırılması üçün xüsusi tərtibatla komplektləşdirilir. Burada əlavə olaraq çıxan xamanın yağlılığına nəzarət rotometri vardır [270].

Südün mümkün qədər öz emulsiya xassələrini, xüsusi ilə də yağ kürəçiklərinin dispersliliyini və südün çöküntü vermə prosesinin özünəməxsus səciyyəsinə qoruya bilməsini təmin etmək üçün N.Y.Lukyanov və İ.İ.Volçkova separatorada normallaşdırma prosesini barabanda yağın hamısının deyil, lazım olan miqdarının ayrılmasını təklif etmişlər [338]. Bu prinsipə əsaslanan separatorun konstruktiv xüsusiyyəti şəkil 4.7-də verilmişdir.

Separator-normalizatorun [291] separasiya edici orqanında mərkəzi boru ilə buraya daxil olan süd boşqablar paketinin kənarına istiqamətlənir. Boşqablararası boşluqla süd hərəkət edərək boşqablarda açılmış deşiklərin yaratdığı şaquli kanallar vasitəsi ilə yuxarı qalxır. Boşqabların səthi fırlanma oxundan deşiklərə qədər məsafədə xama üçün nəzərdə tutulmuşdur. Xama fırlanma oxuna tərəf hərəkət edərək basqılı diskdən keçməklə barabandan xaric olur. Qismən üzsüzləşmiş və təmizlənmiş süd boşqablardakı deşiklərdən keçərək basqılı disk vasitəsi ilə separatoradan xaric edilir.

Separator-normalizatorada boşqabların səthi müxtəlif təyinatlıdır: kənar hissəsi südün təmizlənməsi, mərkəz hissəsi isə xamanın ayrılması üçündür. Çıxan xamanın miqdarına rotametrlə nəzarət olunur və o kranla nizamlanır. Bu separatorlar əsasən süd emal zavodları üçün nəzərdə tutulduqlarından böyük məhsuldarlığa (50000 litr/saat) və enerji tutumuna malikdirlər [42].



Şək.4.7. Separator-normalizatorun əsas işçi hissəsi:

1-xama yağlılığının nizamlayıcısı; 2-mərkəzi boru; 3-normallaşmış südün basqılı kamerası; 4-xama üçün basqılı disk; 5-üst boşqab; 6-boşqablarda açılmış deşik; 7-separasiya edici orqanın qa-pağı; 8-boşqab; 9-boşqabsaxlayıcı; 10-gövdə.

Süd normallaşdırılması üçün xamaayıncı separatorlardan istifadə etməklə vannalardan, süd nasosundan, süd tankından ibarət texnoloji avadanlıqlardan istifadə edilməsi məlumdur [19, 209, 211, 352]. Bu texnoloji xətdə südün ticarət şəbəkəsinə çıxarılması üçün pasterezə edilməsi və soyudulması da nəzərdə tutulur. Burada istehsalatın əsas məqsədi normallaşdırılmış süd istehsalıdırsa o zaman çox miqdarda alınmış xama sonradan üzsüzləşdirilmiş süd ilə qarışdırılmalı olur. Burada normallaşdırılmış süd çıxımı xama-yağlılığının nizamlanması hesabına olduğu üçün onun çıxışını qurğuda artırmaq mümkün olmur. Bunun üçün əlavə material, əmək və enerji sərfi tələb olunur.

Separator barabanına malik separator-normalizator da məlumdur [291]. Bu qurğu mərkəzi borucuğa, xama nizamlayıcıya, boşqablar dəstinə, xama çıxarıcısına, normallaşmış süd çıxarıcısına malikdir. Qurğuda 35-40 °C temperatura qədər qızdırılmış süd, əsasən xama nizamlayıcı ilə yağlılığa görə xama çıxışı nizamlanmaqla normallaşdırılır.

Burada da istehsalatın əsas istiqaməti normallaşdırılmış süd istehsal etməkdirsə qurğuda bir başa normallaşdırılmış süd çıxımını artırmaq mümkün olmadığından sonradan xamanın üzsüz südlə normallaşdırılması tələb olunur ki, bu da zavod şəraitindən fərqli olaraq kəndli-fermer təsərrüfatları üçün həm prosesin mürəkkəbləşməsi həm də avadanlıqların çoxalması cəhətdən çətinlik törədir.

Fermer təsərrüfatları üçün nəzərdə tutulan «Saturn-2», «Мотор С14 СИМ-80», «Plava-E», «Novoçerkassets-E» separatorlarında isə normallaşdırma prosesi tədqiq olunmamışdır.

Mərkəzdənqaçma separatorlarda boşqablar arası boşluqda süd axımına əlavə mexaniki təsirlər V.V.Nazarov [348] tərəfindən öyrənilmişdir. Müəllif bu tədqiqatlar nəticəsində boşqablar arası boşluğun orijinal qidalanma sistemini işləmişdir. Ayrılma işçi zonasına südün fasiləsiz verilməsi üçün boşqablarda açılmış deşiklər hesabına 9 şaquli kanal yaradılmasını təklif etmişdir. Burada südün müxtəlif yağlılıqda (3,9; 3,4 və 2,5%) hədd sürüşmə gərginliyi öyrənilmişdirsə əsas məqsəd məhsuldarlığın artırılmasına yönəldilmişdir.

Bir sıra alimlərin – G.İ.Bremer, V.D.Surkova, G.A.Kuk, H.Y.Lukyanov, N.N.Lipatov, K.Şmitz, V.Vilsman və başqalarının tədqiqatlarında da mərkəzdənqaçma separatorlarının boşqablararası boşluğunda mayenin axımının hidrodinamikası və yağın ayrılma şəraiti öyrənilmişdir. Bu işlərdə südün yağlılığa görə normalaşdırılması xüsusi məqsəd kimi qoyulmamışdır. Y.P.Lobinskiy [307] isə öz tədqiqatlarında əsas diqqəti separatorun şaquli oxunun böhran sürətinə yönəlmişdir.

Süd istehsalında vacib keyfiyyət tələblərindən biri onu vaxtında mümkün çirklənmələrdən təmizləməkdən ibarətdir [442]. Respublikada südün keyfiyyəti üzrə qüvvədə olan standartın (DÜİST 13264-88) tələbləri olduqca yüksəkdir [69].

Südün çirklənməsinə səbəb onun sağım zamanı sanitar gigiyena şəraitinin qənaətbəxş olmamasıdır. Əl ilə sağımda bu şəraiti təmin etmək olduqca çətindir [101]. Maşınla sağımda isə sanitar-gigiyenik şəraiti təmin etmək üçün sağım maşın və avadanlıqlarının təmiz saxlanması vacibdir. Respublikada kəndli-fermer tə-

sərrüfatlarında südün əsasən əl ilə sağıldığını nəzərə alsaq südün çirklənmə ehtimalının böyük olduğunu deyə bilərik.

İstehsalçının istehlakçı ilə birbaşa əlaqəsi şəraitində südün yağılığa görə normallaşdırılması ilə yanaşı onun mexaniki və bakterioloji təmizliyinin təmin edilməsidir.

Təcrübədə sağım zamanı süd birbaşa vedrəyə sağılırsa südün təmizlənməsi üçün xüsusi tor süzgeclərdən istifadə edilir [270]. Süzücü material olaraq metal tor, flanel, tənzif, pambıq, və yaxud lavsan parça işlədilir [92]. Mütəxəssislər üstünlüyü lavsan parçaya verirlər. Belə ki, bu parça ilə süzmə prosesi pambıq süzgecə nisbətən 4,5-5 dəfə sürətlə gedir, bunlar asan yuyulur və daha uzun ömürlü olurlar. 1m lavsan parça 50 m tənzifi əvəz edir [413]. Buna baxmayaraq istənilən süzgecdən südün süzülməsi hec də südün mexaniki çirklərdən tam təmizlənməsini təmin edə bilmir.

Süd boru kəmərlə sağım qurğularında lavsan və yaxud başqa sintetik parçadan hazırlanmış süzgeclər axında südü təmizləmədə kifayət dərəcədə səmərəli deyillər. Odur ki, süd boru kəmərlə sağım qurğuları tətbiq edilən zaman bəzi mütəxəssislər südün iki pilləli süzülməsini təşkil edirlər [89]. Bunun üçün südün ümumi çənə tökülən yerinə də əlavə süzgec qoyurlar. Belə təsərrüfatların təcrübəsi göstərmişdir ki, süd boru kəmərinə süzgec qoyulması xətdə təzyiq düşküsünə səbəb olur, xəttin hidravlik müqavimətini artırır, süd nasosunun məhsuldarlığını isə aşağı salır.

Südün yüksək tələblərə cavab verən şəkildə təmizlənməsi üçün onun separator tipli təmizləyicilərdə təmizlənməsi lazım gəlir. Bunların üstünlüyü ondadır ki, süd qapalı axında köpüklənmədən təmizlənir. Südün bakterioloji təmizlənməsi daha çox sistemdə pasteurizasiya üsulunun tətbiqi ilə bağlıdır. Bu cəhəti xüsusi olaraq araşdırmaq tələb olunur.

4.1.4. Südün ilkin emalı texnoloji xəttinin pasteurizasiya tətbiqi ilə təkmilləşdirilməsi yolları

Süd tez xarab olan məhsul olduğu üçün onun və ondan alınan məhsulların keyfiyyəti vaxtında ilkin emal tədbirlərinin həya-

ta keçirilməsindən asılı olur[287, 290]. Təsərrüfatda istehsal olunmuş südün süd emal müəssisəsinə verilməsi halında bu müddət 2 saatdan çox çəkəcəksə onda südün əsas ilkin emal əməliyyatları onun süzülərək mexaniki çirkərdən təmizlənməsi və soyudulmasından ibarətdir. Südün üzlü süd və yaxud onun hər hansı emal məhsulunun birbaşa ticarət şəbəkəsinə çıxarılaçağı lazım gəlirsə onda ilkin emal xəttinə südün normallaşdırılması və pasterizə edilməsi əməliyyatları da əlavə olunmalıdır.

Böyük Britaniyada südün dörd çür pərakəndə satışı mövcuddur – xam süd, pasterizə edilmiş süd, sterilizə edilmiş süd və avtoklavda işlənmiş süd. Şotlandiyada isə 1983-cü ildən xam südün satışı qadağan edilmişdir. Son zamanlar xəstəliklərin yayılması təhlükəsini önləmək üçün Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi Parlament qarşısında xam südün satışını qadağan edən qanun qəbul olunması üçün məsələ qaldırmışdır. Əslində Böyük Britaniyada satılan südün yalnız 0,5%-i xam halında olur. Xam südü bir-başa fermer təsərrüfatlarından almaq mümkündür. Xam südü mağaza, məktəb və mehmanxanalarda satmaq olmaz.

Avropa İqtisadi Birliyi qanunvericiliyinə görə üzlü südün yağlılığı 3,8%-dən aşağı olmamalıdır. Üzsüz südün yağlılığı isə 0,3%-dən aşağı qəbul edilmişdir [503, 529].

Kərə yağının çeşidlərinin artırılmasında tərkibində yağsızlaşdırılmış quru maddəsi çox olan növlərin istehsalı da xüsusi yer tutur. Bu cəhətdən separatorlarda tələb olunan rejimlərin öyrənilməsinə demək olar ki, kifayət qədər diqqət ayrılmamışdır. Ancaq ədəbiyyatda [130] yüksək yağlılıqlı xama istehsalı istiqamətdə separatorların müəyyən tərtibatlarda təkmilləşdirilməsi öz əksini tapmışdır. Burada 25-27% yağlılıqda xama boru pasterizatorunda pasterizə edildikdən sonra OCH-C separatoruna verilərək burada yağsızlaşdırılmış quru maddəsi çox olan yüksək yağlılıqlı xama alınır ki, bundan da sonra kərə yağı istehsal olunur. Göründüyü kimi xama alınmasında separatorlardan iki dəfə istifadə olunur. Ancaq yağsızlaşdırılmış quru maddənin artırılma mexanizmi diqqətlə təhlil olunmur.

«Aqrojivmaş Texnologiya ltd» (Rusiya Federasiyası) şirkətinin konstruktor və maşınqayıranları südün pasterizə prosesinin yaxşılaşdırılması, brusselyoz və digər xəstəlik törədən bakteriyaların daha etibarlı məhvini təmin etmək üçün rotorlu elektrik qızdırıcısı olan PIMP-0,2 pasterizatoru təklif etmişlər [430]. Xüsusi ilə südün pasterizə temperaturunda saxlanma avadanlığının konstruktiv təkmilləşdirilməsi önə çəkilmişdir.

Süd emal xəttində pasterizasiyanın tətbiqi üzrə V.T.Plaxotniy [375] daha səmərəli sxem təklif etmişdir. Burada xamanın mexaniki və istiliklə işlənməsi nəzərdə tutulmuşdur. Sxemdə əsasən üç element: K5-ОГА-10 homogenizatoru, ОПА-10 lövhəli və Т1-ОУТ borulu pasterizatorlar yer almışdır. Xəttə homogenizatorun pasterizatorundan sonra qoyulmasına üstünlük verilmişdir. Texnoloji sxemə pasterizə prosesi daxil edildiyindən istiliyin regenerasiyası və reqenerasiya əmsalının səmərəli qiymətinin təyin edilməsi əsas götürülür. Digər layihələrdə olduğu kimi burada da əsas diqqət enerjiyə qənaətə yönəldilmişdir.

Bəzi tədqiqatlar [126, 315] pasterizator əsasında çoxfunksiyalı qurğuların yaradılmasına yönəldilmişlər. «Aqrojivmaş Texnologiya ltd» (Rusiya Federasiyası) şirkətinin təklifi PIMP (BT) pasterizatoru əsasında yaradılmış YKM-6 qurğusundan ibarət olub, burada pasterizə əməliyyatından başqa südün süzgəcdən keçirilməsi, soyudulması və miqdarının təyin edilməsi yerinə yetirilir.

Ümumiyyətlə demək olar ki, pasterizə prosesinin emal xəttinə daha münasib şəkildə daxil edilməsi texnoloji sxemlərdə təkmilləşmənin vacib istiqaməti kimi tədqiqatçıları daim maraqlandıran məsələdir.

Bir sıra müəlliflər [43, 135] maye və yarım maye ərzaq məhsullarının uzun müddət termiki üsulla saxlanma istiqamətlərini tədqiq edərkən süd üçün daha ciddi tələblər irəli sürmüşlər. Onların fikrincə əhalinin süd və süd məhsullarına olan tələbatını ödəmək məqsədi ilə südün təzyiqlik altında 120⁰C-də sterilizasiyasını lazım bilirlər. Görünür ki, burada tədqiqatçılar xüsusi tələbat hallarını nəzərə almışlar. Ancaq süd emal prosesində və yaxud təsərrüfat ilə ticarət şəbəkəsi arasında qurulan birbaşa əlaqə şəraitində

daha müvafiq becərmə üsulları və süd və süd məhsullarının termiki işlənmə rejimləri konkret hallar üçün əsaslandırılmalıdır.

Südün istiliklə işlənməsinin onun zərərsizləşdirilməsində və cəb rol oynaması südün natural göstəricilərinə mənfi təsirini azaltmaq məqsədi ilə aktinizasiya və yaxud «soyüq pasterizasiya» üsulu da tədqiqat obyektini kimi öyrənilmişdir. Südün və aqız südünün ultrabənövşəyi şualarla işlənməsinə əsaslanan qurğu və texnoloji xətt işlənilib hazırlanmışdır [469]. Təvsiyə edilən şualanma dozaları ilə yüksək bakterisid effekt alınmışdır. Tədqiqatçılar qeyd edirlər ki, bu üsulla pasterizə edilmiş südün 1 litrində D₃ vitamini 1600-1800 ME-yə çatmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, bu tədqiqatlar əsasən buzovların bəslənməsində istifadə olunan süd üzrə yerinə yetirilmiş və nəticələri ümumiyyətlə ərzaq məqsədli südə də tətbiq edilmə mümkünlüyü əsaslandırılmamışdır.

Ukraynanın Ərzaq Texnologiyaları Dövlət Universitetində [448] süd və maye ərzaq məhsullarının istilik tətbiqi ilə deyil maqnit-impuls təsiri ilə zərərsizləşdirmək texnologiyası üzərində işlər aparılmışdır. Bu texnologiya ilə işlənmiş süddə südün xarab olmasını sürətləndirən bakteriyaların məhvi ilə onun əsas keyfiyyət göstəricilərini qoruyub saxlamaq mümkün olmuşdur – zülal, ferment və vitaminlər maksimum olaraq qorunmuşdur. Ancaq bu istiqamətdə yerinə yetirilmiş işlər tədqiqat mərhələsindən kənara çıxıb bilməmişdir.

O.B.Kisel və B.A.Kolobov [269] elektropasterizatorların səmərəliliyini artırmaq və mənfi cəhətlərini azaltmaq məqsədi ilə transformator tipli induksiya axımlı pasterizator işləyib hazırlamışlar. Burada transformatorun böyük sarğısı içərisindən pasterizə ediləcək süd keçən borudan təşkil edilmişdir. Burada südün istilik ötürücü divarda bişməsi və yapışmasının qarşısı alınmışdır.

Müəlliflərin fikrincə belə hal istilik ötürən divarla südün temperaturu arasında fərq böyük olduqda baş verir. Digər pasterizatorlarda bu fərq 20⁰C olduğu halda induksiya axımlı pasterizatorlarda bu fərq 10⁰C olur. Bu üstünlüklərə baxmayaraq belə pasterizator bahalı materiallar tələb edir, hazırlanması çətin və istismar etibarlılığı isə aşağıdır.

V.Q.Qizatulin və N.P.Opokina [175] hansı üsulla südün pasterizə edilməsinin səmərəliliyini öyrənməyə çalışmışlar. Müqayisə üçün ОПФ-1-20 pasterizatoru ilə infraqırmızı şüa ilə pasterizə edən qurğu götürülmüşdür. Bu qurğuların balans qiymətlərində cüzi fərq olmasına baxmayaraq tədqiqatçılar müəyyən etmişlər ki, istismar xərclərinin azalması hesabına infraqırmızı şüa ilə pasterizə qurğusu hər il balans qiymətinin 21%-i qədər səmərə verir. Burada demək olar ki, baza variantı qurğu əsasən qalmış bir buxar qazanı ixtisara salınmışdır. Ancaq aktinizatorun özünün tətbiqi heç də ucuz olmamışdır.

V.Q.Qizatulin həmçinin ultrabənövşəyi şüalı və infraqırmızı şüalı aktinizatorları müqayisəli şəkildə öyrənmişdir [174]. Tədqiqatçının seçdiyi texnoloji sxemdə aktinizatora əvvəlcə su buraxılır. Rejim temperaturu əldə edildikdən sonra sistemə mərkəzdənqaçma nasosu vasitəsi ilə təmizlənmiş və normallaşdırılmış süd verilir. Bundan sonra regenerasiya bölməsində qızdırılıb süd əvvəlcə ultrabənövşəyi şüa karterinə, sonra yenə regenerasiya bölməsinə və nəhayət infraqırmızı şüa karterinə ötürülür. Göründüyü kimi bu tip qurğu konstruktiv cəhətdən o qədər də sadə deyil.

Ümumiyyətlə istər ultrabənövşəyi və istərsə infraqırmızı şüaların pasterizasiya effekti öyrənilmişsə onların südün tərkibinə təsiri yetərinə öyrənilməmişdir. Bu baxımdan da bu cür qurğular təcrübədə geniş tətbiq tapa bilməmişlər.

Umumrusiya Kənd Təsərrüfatının Elektrikləşdirilməsi İnstitutunun Smolenski filialında südün pasterizasiyasının təkmilləşdirilməsi istiqamətində aparılan işlərdə [416] diqqət südün ultrayüksək temperaturu ($116-140^{\circ}$) qızdırılmasına yönəldilmişdir. Burada maraqlı cəhət ondan ibarətdir ki, borulu pasterizatorada süd təkrar-təkrar qızdırılmağa verilir. Südün yüksək temperaturu ilə işlənməsində 150°C temperaturu buxarın birbaşa südə vurulması üsulunun daha münasib olmasına baxmayaraq, müəlliflər bu üsulun fermer təsərrüfatında təşkilində bir sıra çətinliklərlə rastlaşdıqlarını qeyd edirlər. Əslində isə buxarın südə vurulması texnologiyası təklif olunan qurğu ilə müqayisədə daha sadədir.

Dünya təcrübəsində südün ultrabənövşəyi və infraqırmızı şüalarla işlənməsi üsulları da yer almaqdadır [174]. Ultrabənövşəyi şüalarla içməli suyun zərərsizləşdirilməsi effektivə əsaslanaraq şərabın, meyvə şirələrinin və südün də zərərsizləşdirilməsi üçün qurğular işlənilib hazırlanmasına [394] baxmayaraq bunlar bir sıra Qərbi Avropa ölkələrində kənd təsərrüfatı təyinatlı kiçik müəssisələrdə tətbiq tapmışlar. Bunların tətbiqinə mane olan amillərdən əsasən elektroenerji sərfinin çox olması və texnoloji ehtiyaclar üçün buxar hazırlamağın vacib olmasını göstərmək olar. Bu üsulun texnoloji mürəkkəbliyini qiymətləndirmək üçün Fransanın «Aktini Frans» şirkətinin istehsal etdiyi ultrabənövşəyi və infraqırmızı şüalarla südü zərərsizləşdirən qurğunun iş prinsipinə diqqət yetirmək kifayətdir. Əvvəlcə qurğu su ilə işlədilir. İstənilən temperatur rejimi təmin olunduqdan sonra mərkəzdənqaçma nasosu ilə sistemə süd vurulur. Buradan süd qızdırmaq üçün regenerasiya bölməsinə və sonra ultrabənövşəyi şüalanma karterinə ötürülür. Burada şüa ilə işlənmiş süd yenidən regenerasiya bölməsinə və oradan infraqırmızı şüalanma karterinə verilir. Bundan sonra qızmış süd soyudulmaq üçün əvvəlcə regenerator bölməsinə, dərin soyutmaya və nəhayət saxlanmaq üçün izolyasiyalı divarları olan tankda toplanılır. Sistemin yuyulması qapalı halda sirkulyasiyalı olaraq yerinə yetirilir.

Bu texnologiya üzrə bir sıra tədqiqat işlərinin olmasına baxmayaraq, hələ də tətbiq olunan şüaların südün xassələrinə təsiri və bir sıra texniki məsələlər yetərinə öyrənilməmişdir.

Məsələnin mürəkkəbliyi onunla əlaqəlidir ki, separator barabanında, bilavasitə işçi orqanda normallaşdırma prosesi olduqca az öyrənilmişdir.

Bunları nəzərə alaraq burada məqsəd kiçik təsərrüfat təyinatlı separatorun işçi orqanında südün normallaşdırılmasının səmərəli texnologiya və konstruksiyasının əsaslandırılmasıdır.

4.2. XAMAAYIRICI SEPARATORLARIN SÜDÜN NORMALLAŞDIRILMA PROSESİ BAXIMINDAN NƏZƏRİ TƏDQIQI

4.2.1. Südün mərkəzdənqaçma prinsipi ilə işlənməsində xamaayırmanı məhdudlaşdıran faktorların öyrənilməsi

Başlanğıc südün yağlılığı və texniki imkanlarından asılı olaraq normallaşdırma üsulları müxtəlif ola bilər. Normallaşdırmanı çənlərdə qarışdırmaqla, axında qarışdırmaqla, xüsusi separatorlar-normalizatorlarda yerinə yetirmək olar [234, 297, 444].

Südün imkan daxilində bütün emulsion xassələrini, xüsusilə də yağın parçalanmasını və durulma prosesini saxlamaq üçün yaxşı olar ki, normallaşdırma separator-normalizatorlarda yerinə yetirilsin. Yerli süd sexlərində əsas məsələ ondan ibarətdir ki, məhsulun keyfiyyəti saxlanmaqla bütün texnoloji proseslər minimal istehsal və maddi xərclərlə yerinə yetirilsin.

Südün normallaşdırma texnoloji prosesi ilə əlaqədar təmizləmə, pasterizasiya və soyutma axın texnoloji xəttini təkmilləşdirmək tələb olunur. Konkret şəraitdə, yəni südün mərkəzdənqaçma təmizlənməsi və normallaşdırılması birgə proseslərinin nəzəri əsaslandırılması üçün yeni yaranmış kənd təsərrüfatı müəssisələrinin sexlərində təmizləyici-normallaşdırıcının texnoloji hesabı üçün xüsusi ədəbiyyatda lazım olan məlumatları tapmaq çətindir. Buna görə də biz bu məsələnin analitik öyrənilməsi əsasında proses parametrlərinə təsir imkanlarını nəzərə almaqla təmizləyici-normallaşdırıcının hesabat metodunu, onun işinin təkmilləşdirilməsini işləməyə çalışmışıq [316].

Təmizləyici-normallaşdırıcının barabanının işçi sahəsi dörd zonaya bölünür: çirk boşluğu zonası, südün təmizlənmə zonası, xamaayırma zonası və südün normallaşdırılma zonası.

Süd barabanın mərkəzi borucuğu ilə boşqabıtutana, oradan da yarıqlardan keçərək çirk və boşqablar arası boşluğa daxil olur. Südün təmizlənməsi əvvəlcə çirk kamerasında, sonra isə boşqablar

arası axında yarığa qədər davam edir. Mexaniki qarışıqlar çirk boşluğunda ayrılır və barabanın daxili divarına çökür. Qalan mexaniki qarışıqlar boşqablar arasında ayrılaraq hər bir üst boşqabların alt səthinə çökərək aşağı boşqabların qırağına tərəf hərəkət edir və çirk boşluğuna tökülür.

Boşqablar dəstinin aşağı hissəsində ayrılan xamanın xeyli hissəsi yenidən separatorun barabanından çıxan normallaşdırılmış südlə qarışır. Separator barabanından normallaşdırılmış südlə xama şəklində çıxarılır. Separator barabanından yalnız onun yuxarı hissəsində yaranan xama axınları xama şəklində çıxarılır.

Təmizləyici-normallaşdırıcının texnoloji hesabı, südün mərkəzdənqaçma təmizlənmə və normallaşdırma prosesinin hesabından ibarət olur. Boşqablı südtəmizləyicinin buraxış qabiliyyəti aşağıdakı kimi göstərilə bilər [294]:

$$Q = \frac{\tau_0 Z \omega^2 V_{hes}}{\ln \frac{R_{max}}{R_x}}, \quad (4.1)$$

burada τ_0 - südün təmizləmə müddəti, san;

Z – boşqabların sayı, əd;

ω - barabanın fırlanma tezliyi, san^{-1} ;

V_{hes} – təmizləmə zonasının hesabat həcmi, mm^3 ;

R_{max}, R_x – təmizləmə zonasının ən böyük və ən kiçik radiuslarıdır, mm.

Burada yalnız istehsalat şəraitləri üçün daha vacib artıq yağlılığa malik südün normallaşdırılması halları öyrənilir. Artıq yağ normallaşdırılacaq süddən xamaayırma zonasına çıxarılmalıdır.

Südün 3,2% yağlılığa normallaşdırılması üçün (Azərbaycanda qəbul edilmiş südün standart bazis yağlılığı) normallaşdırılmış süd və xamanın yağlılığından və başlanğıc südün yağlılığından asılı olaraq normallaşdırılmış süd və xamanın həcmi nisbətləri aşağıdakı düstura əsasən təyin edilir:

$$\varphi = \frac{y - x}{x - 3,2}, \quad (4.2)$$

burada x, y – başlanğıc südün və xamanın yağlılığı, %-lə;
 3,2 – normallaşdırılmış süddə yağlılıq faizidir.

Təmizləyici-normallaşdırıcının istismarı prosesinin lazımi nizamlamalarının yerinə yetirilməsinə imkan verən normallaşdırma prosesinin hesabat düsturunu təyin edirik.

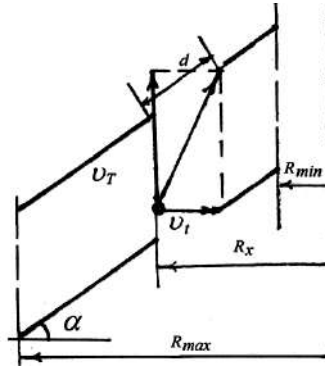
Normallaşdırma üçün lazımi şərt

$$t \geq T, \quad (4.3)$$

burada t – yağın hesablanan hissəsinin üfuqi xətlə keçmə vaxtı, san;

T – südün normallaşdırma zonasının şaquli kanalında qalma vaxtıdır, san.

Xamanın ayrılması üçün artıq yağın lazımi miqdarının ayrılmasına uyğun olan hesablanan yağ kürəciyi süd axımında boşqablararası hərəkət etdiyi vaxt ərzində xama layına keçmək üçün radial istiqamətdə yolu keçməlidir (şək.4.8).



Şək.4.8. Təmizləyici-normallaşdırıcının hesabat sxemi.

Bu müddət ərzində hesablanan yağ hissəciyi xama qatına qarışmamaq üçün kanalla yuxarı qalxmalıdır. t və T -ni təyin edərək (4.3) düsturunda yerinə yazmaqla normallaşdırıcının məhsuldarlığını aşağıdakı kimi alarıq:

$$Q_n = \frac{2\omega^2 r V_{hes} (\varphi + 1) \Delta\rho}{9d\varphi \cos\alpha\mu} \cdot \frac{(R_{max} + R_{min})}{Z}, \quad (4.4)$$

burada r – yağ kürəciyinin radiusu, mm;
 d – barabanın yarığının diametri, mm;
 $\Delta\rho = (\rho_1 - \rho)$ - südün hissələrinin və plazmasının sıxlıqlarının fərqi, qr san²/sm⁴;
 μ - südün dinamik özlülük əmsalı, qr/sm san;
 α - boşqabların mailik bucağı, dərəcə;
 R_{max}, R_{min} – boşqabların ən böyük və ən kiçik radiuslarıdır, mm.

Xamaayırmada ayırılma qabiliyyətini τ_n ilə işarə edək, onda

$$\tau_n = \frac{2}{9} \cdot \frac{\Delta\rho}{\mu} r_n^2, \quad (4.5)$$

Verilmiş separator üçün sabit kəmiyyəti A ilə işarə edək

$$A = \frac{\omega^2 (R_{max} + R_{min}) \cdot V_{hes}}{2d \cdot \cos\alpha}, \quad (4.6)$$

Düsturdan təcrübədə istifadə etdikdə həqiqi məhsuldarlığın nəzəri məhsuldarlıqdan fərqlənməsini nəzərə alan əmsal tətbiq etmək lazımdır:

$$\beta = \frac{Q_{nn}}{Q_{nh}} = \frac{r_n^2}{r_h^2}, \quad (4.7)$$

burada r_n – standart yağlılığa uyğun olan yağ kürəciyinin hesabət radiusu;

r_h – normallaşdırmadan sonra normallaşdırılmış süddə qalan yağ kürəciyinin maksimal radiusudur.

Son hesabət düsturu aşağıdakı kimi olur:

$$Q_n = 0,04\beta A \tau \left(\frac{\varphi + 1}{\varphi} \right), \text{ l/saat} \quad (4.8)$$

Normallaşma üzrə separatorun məhsuldarlığı əsasında aparılmış təhlildən görünür ki, proses əsasən süddə olan yağ kürəciklə-

rinin ölçülərindən və onların ümumi kütlədən ayrılma qabiliyyətindən asılı olur. Bunu nəzərə alaraq texnoloji prosesdə yağ kürəciklərinin qrup halında ayrılma qabiliyyətinə təsir edən faktorlar kimi təzyiq və temperaturun öyrənilməsi diqqəti cəlb edir.

4.2.2. Yağ kürəciklərinin ayrılma qabiliyyətinə təsir faktorlarını tətbiq etməklə separatorun məhsuldarlığının müəyyən edilməsi

Bir sıra tədqiqatlar [301, 303, 304] separatorların nəzəri hesablarında Stoks qanununun tətbiq edilməsinin düzgünlüyünü sübuta yetirmişdir. Ancaq həmişə nəzəri hesablar əsasən südün 35-40⁰C temperaturda separasiya nəticələri ilə müqayisə edilir. Bu temperaturdan fərqli qiymətlərdə istərsə südün təmizlənməsi, normallaşdırılması və istərsə xama ayrılması demək olar ki, az öyrənilmişdir. Bəzi alimlər [159, 162] temperatur dəyişməsinin süddən yağ kürəciyin ayrılmasına mənfi təsiri barədə fikir söyləmişlər.

Bunun səbəbini yağ kürəciklərinin boşqablararası mühitdə aqreqatlaşması (daha çox aşağı temperaturda birləşərək bərk kütlə əmələ gətirməsi) və zülalın laxtalanması (daha çox yüksək temperaturdan) ilə izah etməyə çalışmışlar.

Bu hallar yağ kürəciklərinin güclü şəkildə birləşməsinə gətirə bilər ki, bu da südün və xamanın boşqab səthi ilə hərəkətini çətinləşdirə bilər. Beləliklə belə bir qənaətə gəlmək olar ki, südün normallaşdırılmasında artıq yağ kürəciyinin ayrılması zamanı iki fiziki hadisə ilə qarşılaşırıq, tək-tək yağ kürəciklərinin ayrılması və qrup halında yağ kürəciklərinin ayrılması. Bu məsələyə xamanın süddən ayrılması nəzəriyyəsinə xüsusi yer ayrılmağına görə suspenziya halında yağ kürəciklərinin hərəkət sürətini təyin etməkdə çətinlik vardır. Yağ kürəcikləri bir-birinə toxunaraq yapışma halları nəzərə alınmalıdır. Bu hadisə yağ kürəciklərinin qrup halında intensiv hərəkətinə səbəb olur. Qrup halında hərəkət zamanı daha xırda yağ kürəciklərinin də ayrılması sürətlənmiş olur. Yağ kürəciklərinin ayrılma sürətinə təsir edən faktorlar, əsasən bərk hərəkət edən hissəciklərin yavaş hərəkət edən hissəcikləri də

özünə çəkməsi ilə ortokinetik, isti hərəkətdə toxunmalarla əlaqəli perikinetik və yaxud hissəciklərin birgə ayrılması zamanı qovuşması kimi öyrənilə bilər [3]. Bununla əlaqədar olaraq təzyiq və temperatur təsirləri birgə təsir etdikdə (bizim texnoloji təkmilləşdirmə variantı kimi baxdığımız variant üçün) yağ kürəcikləri kütləsinin hərəkəti sabit olmur, özünü vaxt və temperatur funksiyası kimi göstərir.

Yağ kürəciklərinin qrup halında hərəkəti zamanı onların toplaşmasının dəyişməsi aşağıdakı tənlikdə ifadə oluna bilər:

$$y = f(y_0 + y_0' + y_0'') \cdot e^{\xi t(\varepsilon + \sigma)} \quad (4.9)$$

burada y_0, y_0', y_0'' - müvafiq olaraq yağ kürəciklərinin ortokinetik, perikinetik toxunma və qarşılıqlı qovuşma nəticəsində ayrılmış miqdarı;

ξ - temperatur təsirindən yağ kürəciklərinin irilənməsini nəzərə alan əmsal;

ε - yağ kürəciklərinin ortokinetik və perikinetik təsirlərdən irilənməsini nəzərə alan əmsal;

σ - ayrılan yağ kürəciklərinin qarşılıqlı qovuşması nəticəsində hərəkət sürətinin artmasını müəyyən edən əmsal;

t – prosesin cəryan etmə vaxtıdır.

ξ, ε, σ əmsallarının fiziki mahiyyətini qrup halında hərəkət prosesində özünü daha çox göstərən kəmiyyətlərlə, yəni yağ kürəciyinin radiusu – r , ortokinetik və perikinetik toxunmaların təsir sferi – η , yağ kürəcikləri arasındakı məsafə – R , maye tərəfindən yaranan dinamik təsir – χ , yağ kürəciyinin sürəti – ν , südün temperaturu – t^0 ilə ifadə etmək mümkündür. Beləliklə, ξ, ε və σ əmsallarını ümumi şəkildə aşağıdakı funksional asılılıqla yazmaq olar:

$$i = f(r, \eta, R, \chi, \nu, t^0). \quad (4.10)$$

Bu əmsalı yağ kürəciklərinin qrup halında hərəkət əmsalı adlandırırıq. Bu əmsaldan istifadə edərək müəyyən temperaturda ayrılma prosesi vaxtından asılı olaraq ayrılan hissəciklərin miqdarını aşağıdakı kimi müəyyən etmək mümkündür:

$$n = n_0 e^{-f(r,\eta,R,z,v,t^0)} \quad (4.11)$$

burada n_0 – yağ kürəciklərinin ümumi miqdarıdır.
Müvafiq olaraq ayrılmış yağ kürəciklərinin miqdarı isə

$$n = n_0 [1 - e^{-f(r,\eta,R,z,v,t^0)}] \quad (4.12)$$

Əgər separator barabanının sabit fırlanma tezliyində onun fırlanma mərkəzindən müəyyən radiusda yağ kürəciklərinin ayrılma prosesinə nəzər yetirsək Stoks qanununa görə bu ayrılmada əsas faktor süddə yağ kürəciklərinin ayrılma qabiliyyəti sayılır. Bu zaman aşağıdakı cəhətlər diqqəti cəlb edir:

- süddə yağ kürəciklərinin ayrılma qabiliyyəti yağ kürəciklərinin topluluq təşkil etməsindən asılı deyil. Bu zaman yağ kürəciyinin sürəti Stoks qanunu ilə müəyyən edilir;
- süddə yağ kürəciklərinin ayrılma qabiliyyəti yağ kürəciklərinin topluluq təşkil etməsindən asılıdır. Bu zaman yağ kürəciyinin sürəti məchul qalır.

Birinci hal əvvəlcədən südün 35-40⁰C-yə kimi qızdırılması ilə separatora verilməsinə uyğun gəlir. İkinci hal isə təzyiq və temperaturun digər qiymətləri üçün müvafiqdir.

Bu məsələni həll etmək üçün modelləşdirmə tətbiq edirik.

Modeli Reynolds ədədinin sabitliyi şərtinə əsasən qururuq. Modelləşdirmə üçün aşağıdakıları nəzərə almaq lazım gəlir. Südün temperaturu 35⁰C-dən yuxarı və aşağı olduqda yağ kürəciyinin ayrılma qabiliyyəti zəifləyir. Təcrübə bu temperatur üçün Stoks qanununun hər hansı düzəlişsiz qəbulunu mümkün sayır.

Odur ki, süddə yağ kürəciyinin ayrılma simpleksini sabit temperaturda ayrılan yağ kürəciklərinin miqdarından asılılıq funksiyası kimi ifadə etmək olar.

$$\frac{\frac{\Delta\sigma_1}{\mu_1} r_1^2}{\frac{\Delta\sigma_2}{\mu_2} r_2^2} = \frac{n_0(1 - e^{-i_1 t_1})}{n_{02}(1 - e^{-i_2 t_2})} = idem_{t_1} \quad (4.13)$$

$$\frac{\frac{\Delta\sigma_1}{\mu_1} r_1^2}{\frac{\Delta\sigma_3}{\mu_3} r_3^2} = \frac{n_0(1 - e^{-i_1 t_1})}{n_{03}(1 - e^{-i_3 t_3})} = idem_{t_2}$$

burada $\Delta\sigma$ - yağ kürəciyi ilə üzsüz süd sıxlıqları arasındakı fərq, q/sm³;

μ - üzsüz südün özlülüyü, dn san/sm³;

t – yağ kürəciyinin ayrılma vaxtı, san;

i - yağ kürəciklərinin qrup halında hərəkət etmə əmsalı;

1, 2, 3 indeksləri – variantları bildirir.

Göründüyü kimi ayrılma simpleksi normallaşdırılacaq südün temperatur funksiyasıdır:

$$idem = f(t^0).$$

Verilmiş asılılıqlarda əsas çətinlik t -vaxtının müəyyən edil-məsindən ibarətdir. Məsələnə sadələşdirmək üçün onu kənarlaşdırıb buraxılan xətanı hesablayırıq.

$$\Delta' = \frac{1 - e^{-i_1}}{1 - e^{-i_2}} \left[\frac{(1 - e^{-i_2}) (1 - e^{-i_1 t_1})}{(1 - e^{-i_1}) (1 - e^{-i_2 t_2})} - 1 \right] \quad (4.14)$$

Beləliklə, təcrübi olaraq ayrılma simpleksini aşağıdakı kimi təyin etmək mümkündür:

$$idem_{tac} = \frac{1 - e^{-i_1}}{1 - e^{-i_2}} + \frac{1 - e^{-i_1}}{1 - e^{-i_2}} \left[\frac{(1 - e^{-i_2})}{(1 - e^{-i_1})} \cdot \frac{(1 - e^{-i_1 t_1})}{(1 - e^{-i_2 t_2})} \right] \quad (4.15)$$

Təcrübi yol ilə tapılmış ayrılma simpleksinin cədvəl qiyməti ilə müqayisəsi x əmsalı ilə nəzərə alınır:

$$x = \frac{idem_{naz}}{idem_{tac}} \quad (4.16)$$

Əgər $x=1$ olarsa proses tam şəkildə Stoks qanunu ilə səciyyələnə bilər. Bu halda proses temperaturun müəyyən edilmiş qiyməti çərçivəsində cəryan edir. $X>1$ olduqda isə yağ kürəciklərinin qrup halında hərəkəti mümkündür. Demək yağ kürəciklərinin qrup halında hərəkəti üçün süddə yağ kürəciklərinin ayrılma qabiliyyəti

$$E_{tac} = xE_{naz} \quad (4.17)$$

burada E_{naz} – süddə yağ kürəciklərinin ayrılma qabiliyyətinin nəzəri qiyməti, san;

x – təcrübi yol ilə təyin edilmiş əmsaldır.

Təcrübə vasitəsi ilə işləyən separatorun nümünə götürməklə yağ kürəciklərinin qrup halında hərəkət əmsalını və beləliklə də x -əmsalını müəyyən etmişik.

Alınan qiymətlərə əsaslanaraq süddə yağ kürəciklərinin ayrılma qabiliyyəti tapılmaqla yeni variantda separatorun məhsuldarlığının hesabat düsturunu əldə edirik:

$$L = xL_{naz} \frac{1}{1 + \frac{e^{0,01225t^0}}{16} \Delta'}, \text{ litr/saat} \quad (4.18)$$

4.2.3. Südün normallaşdırma prosesi üçün separatorun məhsuldarlığının təyini

Separator-normalizatorlarda xamanın yenidən üzsüz südün normallaşdırılması üçün dövrəyə buraxılması lazım gəlir. Bu zaman prosesin səmərəliliyinin təmin olunması son məhsulun keyfiyyət göstəricilərindən və məhsuldarlığından asılı olur.

Üzsüz süd xama qarışığının separator barabanına verilməsi zamanı yağ kürəciklərinin ölçüsü, hərəkəti və dispersiyalılığı üzü

alınmamış südükinə nəzərə alınmayan fərqli olur. Bu zaman separator barabanının boşqablararası məkanında daha tez ayrılması baş verə bilər [304]. Bu hadisənin differensial tənliyini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\frac{dn}{dt} = -f(\eta, \chi, \xi)n \quad (4.19)$$

burada n – boşqablararası məkanda çökən yağ küreciklərinin miqdarı;

t - yağ küreciyinin çökmə vaxtı;

η - ortokinetik rast gəlmə əmsalı;

χ - perikinetik rast gəlmə əmsalı;

ξ - birgə çökmə əmsalıdır.

Buradan çökməkdə olan yağ küreciklərinin miqdarı aşağıdakı kimi ifadə oluna bilər:

$$n_1 = n_0 e^{-f(\eta, \chi, \xi)t} \quad (4.20)$$

Çökmüş yağ kürecikləri miqdarı isə

$$n_2 = n_0 \left[1 - e^{-f(\eta, \chi, \xi)t} \right], \quad (4.21)$$

burada n_0 – başlanğıcda çökmüş yağ küreciklərinin miqdarı.

Qeyd etmək lazımdır ki, burada bir hissəcik deyil, hissəciklər kompleksinin hərəkət etməsi vəziyyəti nəzərə alınır. Belə vəziyyəti bənzərlik nəzəriyyəsi əsasında izah etmək olar [208]. Burada başlanğıc differensial tənlik olaraq Reynolds ədədi kiçik olan mühit üzrə Navye Stoksun məlum düsturunu istifadə etmək olar.

$$\mu \nabla^2 v - \text{grad} P = 0 \quad (4.22)$$

burada $\text{grad} P$ – təzyiq qüvvəsi;

$\mu \nabla^2 v$ - özlüklü sürtünmə qüvvəsidir.

Bu tənlik, separator barabanının boşqablararası məkanında baş verən bir sıra fiziki hadisələri səciyyələndirir. Bənzərlik nəzəriyyəsindən istifadə etmək və differensialları analoji inteqralları

ilə əvəz etməklə sürtünmə qüvvələri üçün miqyaslı vuruğu aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik:

$$a_{\mu} = \frac{\mu_1 \nabla^2 v_1}{\mu_2 \nabla^2 v_2} = \frac{l_2^2 \mu_1 v_1}{l_1^2 \mu_2 v_2}, \quad (4.23)$$

burada l – xətti ölçü;

μ - mühitin dinamiki özlülüyü;

v - yağ kürəciyinin sürəti;

∇ - Laplas operatorudur.

Təzyiq qüvvələri üçün miqyaslı vuruq isə aşağıdakı kimi olur:

$$a_p = \frac{\text{grad}P_1}{\text{grad}P_2} = \frac{l_2 \Delta P_1}{l_1 \Delta P_2} \quad (4.24)$$

Miqyaslı vuruqları eyniləşdirib, ΔP -i süd plazmasındakı yağ kürəciyinin səmərəli çəkisi ilə əvəz edib və l -i isə hissəciyin radiusu (r) ilə ifadə etməklə iki müxtəlif proses üzrə (üzlü südün normallaşdırılması və xama ilə üzsüz südün normallaşdırılması) mərkəzdənqaçma qüvvələr sahəsində yağ hissəciklərinin hərəkət sürətlərinin nisbətini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\frac{v_1}{v_2} = \left[\frac{R_1 \omega_1^2}{R_2 \omega_2^2} \right] \left[\frac{r_1^2 (\rho_{m1} - \rho_{y1}) \mu_2}{r_2^2 (\rho_{m2} - \rho_{y2}) \mu_1} \right], \quad (4.25)$$

burada R – fırlanma oxuna nəzərən hissəciyin hərəkət radiusu;

ω - barabanın bucaq sürəti;

ρ_m, ρ_y - mühitin və yağın sıxlıqları;

r – hissəciyin radiusudur.

Yağ hissəciklərinin sürətlənməsi bunların boşqablararası məkanda toplanması ilə əlaqəlidir. Demək yağ kürəclərinin toplanması hissəciklərin sürətinə təsir göstərir. Vaxta görə çökən yağ hissəciklərinin miqdarını (4.21) tənliyi ifadə edir. Beləliklə, hissəciyin sürət və toplanmasını əlaqələndirən bənzərlik simpleksi (4.25) aşağıdakı kimi alınır:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_0(1 - e^{-i_1 t_1})}{n_0(1 - e^{-i_2 t_2})}. \quad (4.26)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, Stoks qanununa görə hüdud qiymətinə malik yağ hissəciklərinin plazmadan qopub üzə çıxmasının sürətləndirilməsi hadisəsi ilə prosesə düzəliş vermək üçün təcrübə qoymaq və onun qiymətlərindən istifadə etmək olar. Bunun üçün sürətlərin həm nəzəri (4.26), həm də təcrübi qiymətləri müəyyən edilir. Bunların nisbəti hər hansı ölçüsüz ədəd verir

$$X = \frac{v_{1n}}{v_{2n}} \div \frac{v_{1t}}{v_{2t}}$$

Bunları nəzərə alaraq baxılan proses üçün separator-normalizatorun məhsuldarlığını aşağıdakı kimi hesablayırıq [5]:

$$W_n = jXEz \frac{V}{57} n, \text{ l/saat}, \quad (4.27)$$

burada j – prosesin faydalı iş əmsalı;

z – boşqabların sayı;

V – barabanın hesabət həcmi;

n – barabanın fırlanma tezliyidir.

Alınmış hesabət üsulu separator-normalizatorun təkmilləşdirilmiş variantının işlənməsində istifadə edilə bilər.

4.2.4. İşçi orqanda yağ kürəciklərinin ayrılma prosesinə əlavə qüvvə tətbiqi ilə separator valının böhran sürətinin əsaslandırılması

Yeni texnologiya əsasında təkmilləşdirilmiş separatorada mövcud separatoradan fərqli olaraq südün barabana verilməsi buxar təzyiqi ilə müşayət edilir. Burada separatorun iş xüsusiyyəti onunla fərqlənir ki, baraban separator valına sərbəst təsiri imkanına malik olur. Bu xüsusiyyət barabanın valda dayaq xəttinə nəzərən təsir şəklinin formasında dəyişikliyə səbəb ola bilər.

Odur ki, bu xüsusiyyəti nəzərə almaqla valın kritik sürəti təyin edilməlidir. Ekvatorial ətalət momenti təyin edilərkən hesabət oxu olaraq şaquli valın konusvari hissəsi ilə barabanın kəsişmə xətti qəbul edilməlidir [317].

Paylanan kütləni nəzərə almaqla valın böhran sürətinin hesabət metodikası ilk dəfə akademik H.H.Lipatov [304] tərəfindən verilmişdir. Sonradan çoxpilləli, çoxdayaqlı vallar üçün bu metodika İ.İ.Volkov [156], Y.P.Lobinskiy [307], F.C.Swoope [535] tərəfindən inkişaf etdirilmişdir.

Bu üsul separatorun şaquli valının böhran sürətlərinin bütün spektrlərinin hesablanması imkan verdiyi üçün nəzəri cəhətdən maraqlıdır və paylanmış val kütləsinin onun böhran sürətinə təsirini qiymətləndirməyə imkan yaradır.

Bundan başqa separatorun vibrasiyasının dayaqlı səthinə görə amortizatorun yerləşməsinə təsiri və lazım gələrsə onun çəkilmə şərtlərini müəyyən etmək lazım gəlir.

Valın paylanmış kütləsinə nəzərə almaqla onun böhran sürətini hesablanmaq üçün İ.M.Babkovun metodikasına əsaslanmışdır.

Yekcins çubuqlar üçün eninə təsir edən qüvvələr olmadıqda rəqslər tənliyi aşağıdakı kimi ifadə edilir:

$$EJ \frac{d^4 y}{dx^4} + \mu \frac{d^2 y}{dx^2} = f(x, t) \quad (4.28)$$

burada EJ – valın sərtliyi, Nm^2 ;

E – elastiklik modulu, N/m^2 ;

J – valın en kəsiyində ətalət momenti, m^4 ;

μ – valın vahid uzunluğunun kütləsi, $N \text{ san}^2/m^2$;

$f(x, t)$ – yalnız tətbiq edildiyi nöqtəsindən (x) deyil, həmçinin vaxtdan (t) asılı olan yüklənmə intensivliyidir.

Qərarlaşmış məcburi rəqslər başlıca sərbəst rəqslər kimi aşağıdakı qanun üzrə çəryan edir:

$$y_{(x,t)} = y_{(x)} \sin(\omega t + \varphi), \quad (4.29)$$

burada $y_{(x)}$ – rəqslərin forması;

ω - həyacanlandırıcı qüvvənin tezliyi, başqa sözlə çubuğun axtarılan başlıca rəqslərinin tezliyidir.

(4.29)-u (4.28)-də yerinə yazsaq alırıq

$$y_{(x)}^* - \alpha^* y_{(x)} = f(x). \quad (4.30)$$

Rəqslərin forması tənliyinin ümumi inteqralını (4.30) düsturünün sağ tərəfindən tapmaq üçün əməliyyat üsulundan istifadə edirik. Aşağıdakı işarələməni yerinə yetirək:

$$y_{(p)} \rightarrow y_{(x)}, \quad F_{(p)} \rightarrow f(x) \quad (4.31)$$

Onda (4.30) tənliyi aşağıdakı kimi alınır:

$$P^* \left[y_{(p)} - y_{(0)} - \frac{y'_{(0)}}{P} - \frac{y''_{(0)}}{P^2} - \frac{y'''_{(0)}}{P^3} \right] - \alpha^4 = F_{(p)} \quad (4.32)$$

Buradan axtardığımız funksiyamı alırıq:

$$y_{(p)} = \frac{F_{(p)}}{P^4 - \alpha^4} + y_{(0)} \frac{P^4}{P^4 - \alpha^4} + y'_{(0)} \frac{P^3}{P^4 - \alpha^4} + y''_{(0)} \frac{P^2}{P^4 - \alpha^4} + y'''_{(0)} \frac{P}{P^4 - \alpha^4} \quad (4.33)$$

Belə ki,

$$\left. \begin{aligned} \frac{P^2}{P^2 + \alpha^2} &\rightarrow \cos \alpha x \\ \frac{P^2}{P^2 - \alpha^2} &\rightarrow ch \alpha x \\ \frac{\alpha P}{P^2 + \alpha^2} &\rightarrow \sin \alpha x \\ \frac{\alpha P}{P^2 - \alpha^2} &\rightarrow sh \alpha x \end{aligned} \right\} \quad (4.34)$$

onda

$$\left. \begin{aligned} \frac{P^4}{P^4 - \alpha^4} &\rightarrow s(\alpha x) \\ \frac{\alpha^2 P^2}{P^4 - \alpha^4} &\rightarrow v(\alpha x) \\ \frac{\alpha P^3}{P^4 - \alpha^4} &\rightarrow T(\alpha x) \\ \frac{\alpha^3 P}{P^4 - \alpha^4} &\rightarrow V(\alpha x) \end{aligned} \right\} \quad (4.35)$$

burada

$$\left. \begin{aligned} S_{(\alpha x)} &= \frac{1}{2}(ch \alpha x + \cos \alpha x) \\ T_{(\alpha x)} &= \frac{1}{2}(sh \alpha x + \sin \alpha x) \\ v_{(\alpha x)} &= \frac{1}{2}(ch \alpha x - \cos \alpha x) \\ V_{(\alpha x)} &= \frac{1}{2}(sh \alpha x - \sin \alpha x) \end{aligned} \right\} \quad (4.36)$$

akademik A.N.Krılovun funksiyası olub, aşağıdakı xüsusiyyətlərə malikdir:

$$\left. \begin{aligned} S_{(0)} &= 1; S'_{(\alpha x)} = \alpha V_{(\alpha x)}; S''_{(\alpha x)} = \alpha^2 v_{(\alpha x)}; S'''_{(\alpha x)} = \alpha^3 T_{(\alpha x)}; \\ T_{(0)} &= 0; T'_{(\alpha x)} = \alpha S_{(\alpha x)}; T''_{(\alpha x)} = \alpha^2 V_{(\alpha x)}; T'''_{(\alpha x)} = \alpha^3 v_{(\alpha x)}; \\ v_{(0)} &= 0; v'_{(\alpha x)} = \alpha T_{(\alpha x)}; v''_{(\alpha x)} = \alpha^2 S_{(\alpha x)}; v'''_{(\alpha x)} = \alpha^3 V_{(\alpha x)}; \\ V_{(0)} &= 0; V'_{(\alpha x)} = \alpha v_{(\alpha x)}; V''_{(\alpha x)} = \alpha^2 T_{(\alpha x)}; V'''_{(\alpha x)} = \alpha^3 S_{(\alpha x)}. \end{aligned} \right\} \quad (4.37)$$

Bu funksiyaların arqumentləri aşağıdakı kəmiyyətlərin hasilindən ibarətdirlər

x – valın sonundan funksiyanın qiyməti müəyyənləşən nöqtəyə qədər məsafə;

α - sabit kəmiyyət olub aşağıdakı düstur vasitəsi ilə müəyyən edilir:

$$\alpha^4 = \frac{\gamma F \omega^2}{g E J} \quad (4.38)$$

burada γ - materialın xüsusi kütləsi, kq/m³;

g – sərbəst düşmə təcili, m/san²;

ω - bucaq sürəti, san⁻¹;

F – valın en kəsik sahəsi;

J – ətalət momentidir.

(4.33) tənliyi aşağıdakı kimi yazılır:

$$y_{(x)} = y_{(0)} S_{(\alpha x)} + \frac{y'_{(0)}}{\alpha} T_{(\alpha x)} + \frac{y''_{(0)}}{\alpha^2} \nu_{(\alpha x)} + \frac{y_{(0)}}{\alpha^3} V_{(\alpha x)} + \frac{1}{\alpha^3} \int_0^x f(\xi) V_{[\alpha(x-\xi)]} d\xi \quad (4.39)$$

İşarələmə edirik

$$y_{(0)} = A; \quad \frac{y'_{(0)}}{\alpha} = B; \quad \frac{y''_{(0)}}{\alpha^2} = C; \quad \frac{y_{(0)}}{\alpha^3} = D;$$

$$\frac{1}{\alpha^3} \int_0^x f(\xi) V_{[\alpha(x-\xi)]} d\xi = \Phi_{(x)} \quad (4.40)$$

Rəqslər formasının tənliyi ümumi şəkildə aşağıdakı kimi olur:

$$y_{(x)} = AS_{(\alpha x)} + BT_{(\alpha x)} + C\nu_{(\alpha x)} + DV_{(\alpha x)} + \Phi_{(x)} \quad (4.41)$$

Burada $\Phi_{(x)}$ inteqralı (14.30) tənliyinin xüsusi həlli olub Kırlovun xüsusi inteqralı adlandırılır.

Kırlov inteqralının x_1 nöqtəsinə tətbiq edilmiş Q qüvvəsinə görə qiyməti aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$y_{(x)}^4 - \alpha^4 y_{(x)} = \frac{Q}{EJ} \sigma_1(x - x_1) \quad (4.42)$$

burada σ_1 - birinci tərtdən döyüntülü funksiyadır.

$y_{(p)} \rightarrow y_{(x)}$ əvəz etsək xüsusi inteqral aşağıdakı kimi olur:

$$y_{1(p)} = \frac{QPe^{-px}}{EJ(p^4 - \alpha^4)}, \quad (4.43)$$

buradan

$$\Phi_{(x)} = \frac{Q}{\alpha^3 EJ} V_{[\alpha(x-x_1)]} \quad (4.44)$$

x_1 nöqtəsinə tətbiq olan moment M üçün də eyni cür olur. Bunun üçün xüsusi inteqralın qiymətini aşağıdakı düsturdan ala bilərik:

$$y_{(x)}^4 - \alpha^4 y_{(x)} = \frac{M}{EJ} \sigma_2(x - x_1) \quad (4.45)$$

burada σ_2 - ikinci tərtdən döyüntülü funksiyadır.

Xüsusi inteqraldan

$$y = \frac{MPe^{-px}}{EJ(p^4 - \alpha^4)} \quad (4.46)$$

və

$$\Phi_{(x)} = \frac{M}{\alpha^2 EJ} \nu_{[\alpha(x-x_1)]} \quad (4.47)$$

alırıq.

(4.41) düsturunda (4.44) və (4.45) düsturlarının qiymətini yerinə yazsaq alırıq:

$$\begin{aligned} y_{(x)} = & AS_{(\alpha x)} + BT_{(\alpha x)} + C\nu_{(\alpha x)} + DV_{(\alpha x)} + \\ & + \frac{1}{\alpha^2 EJ} \sum_{i=1}^i M_i \nu_{[\alpha(x-x_1)]} + \frac{1}{\alpha^3 EJ} \sum_{i=1}^i Q_i V_{[\alpha(x-x_1)]} \end{aligned} \quad (4.48)$$

Təkmilləşdirilmiş separator-normalizatorun şaquli valı üçün onun iki variantda (şək.4.9, a və b) kütləsinin yayılmasını nəzərə alsaq elastik çubuğun tənlikləri aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$y_x = y_{(0)}S_{(\alpha x)} + \frac{1}{\alpha} \varphi_0 T_{(\alpha x)} - \frac{M \nu_{[\alpha(x-d)]}}{\alpha^2 EJ} + \frac{Q_2 \nu_{[\alpha(x-d)]}}{\alpha^3 EJ} - \frac{Q_1 \nu_{[\alpha(x-L-d-l)]}}{\alpha^3 EJ}$$

$$\varphi_x = \alpha y_0 V_{(\alpha x)} + \varphi_0 S_{(\alpha x)} - \frac{MT_{[\alpha(x-d)]}}{\alpha EJ} + \frac{Q_2 \nu_{[\alpha(x-d)]}}{\alpha^2 EJ} - \frac{Q_1 \nu_{[\alpha(x-L-d+l)]}}{\alpha^2 EJ}, \quad (4.49)$$

burada $M = J_e \omega^2 \varphi$ - fırlanan barabanın qiroskopik momenti,

Nm;

$Q_2 = m \omega^2 y_c$ - barabanın qeyri tarazlığından yaranan mərkəzdənqaçma qüvvəsi, N;

$Q_1 = k y_1$ - boğaz dayağı bərpa edən qüvvə, N;

l – dabandan boğaz dayağa qədər olan məsafə, m;

L – dabandan barabanın ağırlıq mərkəzinə qədər olan məsafə, m;

d – şaquli üzrə barabanın ağırlıq mərkəzindən onun val üzərindəki dayaq xəttinə qədər olan məsafə, m;

y_0 və φ_0 - koordinat başlanğıcında valın əyilməsi və dönmə bucağı;

y_x və φ_x - x -absisinə malik nöqtədə valın əyilməsi və dönmə bucağı;

J_e – baraban kütləsinin ətalət momenti, Nm san²;

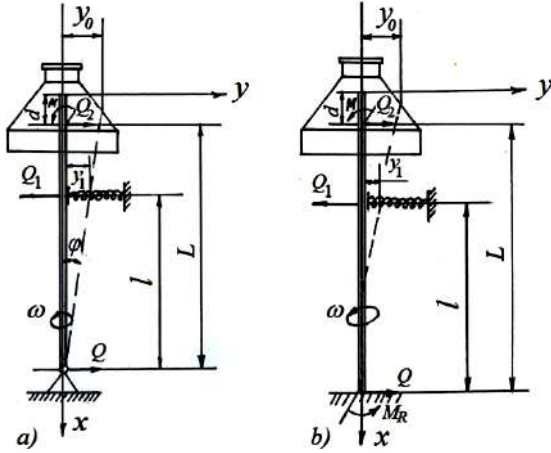
m – barabanın kütləsi, N san²/m;

ω - bucaq sürəti, san⁻¹;

k – boğaz dayağın elastiklik əmsalı, N/m;

y_c və φ_c - barabanın ağırlıq mərkəzində valın əyilməsi və dönmə bucağı;

y_1 – boğaz dayaq müstəvisində valın əyilmə bucağıdır.



Şək.4.9. Eksperimental qurğuda separatorun şaquli valının sxemi.

Barabanın mərkəzdənqaçma qüvvəsi onun vala dayaq xəttindən aşağıda təsir göstərir. Daban isə tərپәнməz-oynaqlı dayaqdır.

Barabanın mərkəzdənqaçma qüvvəsi onun vala dayaq xəttindən aşağıda təsir göstərir. Daban tərپәнməzdir.

Birinci halda (şək.4.9,a)

$$x = L+d; \quad x_l = L-l+d; \quad y_{(L+d)} = 0$$

olduqda

$$\varphi_{(L+d)} = \varphi_0 = \varphi_c$$

tezlik tənliyi aşağıdakı kimi yazılır:

$$\Delta_{(\alpha)} = \begin{vmatrix} S_{[\alpha(L+d)]} + \frac{m\omega^2 V_{(al)}}{\alpha^3 EJ} - \frac{klV_{(al)}}{\alpha^3 EJ(L+d)} \\ \alpha V_{[\alpha(L+d)]} + \frac{m\omega^2 v_{(al)}}{\alpha^2 EJ} - \frac{klv_{(al)}}{\alpha^2 EJ(L+d)} \end{vmatrix}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\alpha} T_{[\alpha(L+d)]} - \frac{J_{\partial} \omega^2 \nu_{(\alpha L)}}{\alpha EJ} - \frac{m \omega^2 d V_{(\alpha L)}}{\alpha^3 EJ} \\ S_{[\alpha(L+d)]} - \frac{J_{\partial} \omega^2 T_{(\alpha L)}}{\alpha EJ} - \frac{m \omega^2 d \nu_{(\alpha L)}}{\alpha^2 EJ} \end{aligned} \right| = 0 \quad (4.50)$$

işarələmələr yerinə yetirək

$$\begin{aligned} S_{[\alpha(L+d)]} + \frac{m \omega^2 V_{(\alpha L)}}{\alpha^3 EJ} - \frac{kl V_{(\alpha L)}}{\alpha^3 EJ(L+d)} &= R; \\ \alpha V_{[\alpha(L+d)]} + \frac{m \omega^2 \nu_{(\alpha L)}}{\alpha^2 EJ} - \frac{kl \nu_{(\alpha L)}}{\alpha^2 EJ(L+d)} &= R'; \quad (4.51) \\ \frac{1}{\alpha} T_{[\alpha(L+d)]} - \frac{J_{\partial} \omega^2 \nu_{(\alpha L)}}{\alpha^2 EJ} - \frac{m \omega^2 d V_{(\alpha L)}}{\alpha^3 EJ} &= r; \\ S_{[\alpha(L+d)]} - \frac{J_{\partial} \omega^2 T_{(\alpha L)}}{\alpha EJ} - \frac{m \omega^2 d \nu_{(\alpha L)}}{\alpha^2 EJ} &= r'; \end{aligned}$$

Onda

$$\Delta_{(\alpha)} = Rr' - R'r = 0 \quad (4.52)$$

İkinci hal üçün (şəkl.4.9,b)

$$x = L + d; \quad x_1 = L - l + d, \quad y_{(L+d)} = 0; \quad \varphi_{(L+d)} = 0$$

$$\Delta_{\alpha} = \left| \begin{aligned} S_{[\alpha(L+d)]} + \frac{m \omega^2 V_{(\alpha L)}}{\alpha^3 EJ} - \frac{kl V_{(\alpha L)}}{\alpha^3 EJ(L+d)}; \\ \alpha V_{[\alpha(L+d)]} + \frac{m \omega^2 \nu_{(\alpha L)}}{\alpha^2 EJ} - \frac{kl \nu_{(\alpha L)}}{\alpha^2 EJ(L+d)}; \end{aligned} \right|$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\alpha} T_{[\alpha(L+d)]} - \frac{J_{\partial} \omega^2 v_{(\alpha L)}}{\alpha^2 EJ} - \frac{m \omega^2 d V_{(\alpha L)}}{\alpha^3 EJ} \\ S_{[\alpha(L+d)]} - \frac{J_{\partial} \omega^2 T_{(\alpha L)}}{\alpha EJ} - \frac{m \omega^2 d v_{(\alpha L)}}{\alpha^2 EJ} \end{aligned} \right| = 0 \quad (4.53)$$

(4.53) ifadəsindən görürük ki, son müəyyənədiçi düstur (4.52) tənliyi şəklində olacaqdır

$$r = S_{[\alpha(L+d)]} - \frac{J_e \omega^2 T_{(\alpha L)}}{\alpha EJ} - \frac{m \omega^2 d v_{(\alpha L)}}{\alpha^2 EJ}. \quad (4.54)$$

(4.52) tənliyinin köklərinin ədədi hesablanmasında $\Delta_{(\alpha)}$ ifadəsinin tam açılmış şəkildə olması tələb olunmur. Kifayətdir ki, xüsusi hal kimi $\Delta_{(\beta)}$ -nin ədədi qiyməti hesablanınsın. Yəni (4.51) və (4.54) tənliklərində α -nı xüsusi β qiymətlərinə bərabərləşdiririk.

Tutaq ki, $\alpha = \beta_1$ olduqda $\Delta_{\beta_{(1)}} = N_1$ və $\alpha = \beta_2$ olduqda $\Delta_{\beta_{(2)}} = N_2$ olur. Qəbul etsək ki, təyinedicinin alınmış qiymətlərində N_1 və N_2 əks işarələrə malikdirlər, onda aşağıdakı təxmini qiyməti götürmək olar:

$$\alpha = \beta_3 = \beta_1 + \frac{N_1}{N_2 - N_1} (\beta_2 - \beta_1) \quad (4.55)$$

Bu isə sifıra bərabər təyinedici verəcəkdir, α -nin təyinedicinin sifıra bərabər edən qiyməti valın böhran sürətini aşağıdakı düsturla hesablamağa imkan verir:

$$\omega_{boh} = \alpha^2 \sqrt{\frac{EJ}{\mu}} \quad (4.56)$$

Analitik hesablamalar nəticəsində boğaz dayağın yayının elastiklik əmsalını hesablamaq mümkün olmuşdur:

$$k = \frac{1,1 \cdot 10^{-8} p \omega^2 L l - 1,095 \cdot 10^{-2} J \omega^2 y_1}{l^2 y_1} \quad (4.57)$$

burada $1,1 \cdot 10^{-8} (san^2 / sm)$ ölçüsü olan əmsaldır;

P – barabanın buraxılabilən qeyri tarazlığıdır (qsm),

$$P = 0,05(D + G),$$

burada D – barabanın diametri, mm;

G – barabanın ağırlığı, 10 N.

Tərtib edilmiş hesabat metodikası əsasında alınmış hesabatlar göstərmişdir ki, barabanın dinamik balansirovkasını nizamlamaqla onun boğaz dayağının elastiklik əmsalını azaltmaq mümkündür.

Bu işə dayaqların yüklənməsini azaltmağa və yastıqların ömrünün artmasına imkan verir.

4.2.5. Normallaşdırma ilə pasterizə əməliyyatlarını bir texnoloji prosesdə əlaqələndirən konstruksiyada istilikötürmə prosesinin təhlili

Südün normallaşdırılmasında buxar və istilikdən istifadə etməklə texnoloji prosesi təkmilləşdirmək, separatorndan çıxan normallaşdırılmış süd və xama borularını buxar hazırlayan qabdan keçirməklə pasterizə əməliyyatını da yerinə yetirmək mümkündür. Konstruktiv və texnoloji baxımdan fərqli cəhətlərin olması istilik ötürmə prosesinin nəzəri cəhətdən necə gedəcəyini aydınlaşdırmağı tələb edir. Bunun üçün əsas istilikötürmə düsturuna müraciət edirik [342, 391]:

$$Q = kF\Delta t_{or} \quad (4.58)$$

burada Q – istilik sərfi (qurğunun istilik yükü), Vt;

k – istilik ötürmə əmsalı, Vt/m²K;

F – istilikötürmə səthi, m²;

Δt_{or} - istilik daşıyıcılarının (qızdırılan və qızdıran materialların) orta temperatur fərqi, °K.

Qurğu üçün istilik balansını aşağıdakı kimi qurmaq olar:

$$Q = G_1 c_1 (t_1^b - t_1^s) = G_2 c_2 (t_2^s - t_2^b) + Q_{itki} \quad (4.59)$$

burada G_1 və G_2 – müvafiq olaraq qızdırılan və qızdıran materialların sərfi, kq/san;

c_1 və c_2 – qızdırılan və qızdıran materialların istilik tutumu, Coul/kqK;

$t_1^b, t_1^s, t_2^s, t_2^b$ - qızdırılan və qızdıran materialların başlanğıc və son temperaturları, ^0K ;

Q_{itki} – ətraf mühitə itirilən istilik miqdarıdır, Vt.

Əgər normallaşdırılmış südü çıxaran və qızdırıcı qazana keçən boru üçün $\frac{d_{dax}}{d_{xar}} > 0,5$ qəbul etsək (burada d_{dax} – borunun

daxili diametri, d_{xar} – borunun xarici diametri) onda istilikötürmə əmsalını aşağıdakı düstur vasitəsi ilə hesablamaq mümkündür:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum r_{div} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (4.60)$$

burada α_1 - qaynar sudan boruya istilikötürmə əmsalı, Vt/m²K;

α_2 - süd çıxaran borunun divarından soyuq mühitə istilikvermə əmsalı, Vt/m²K;

$\sum r_{div}$ - boru divarının cəmi termik müqavimətidir.

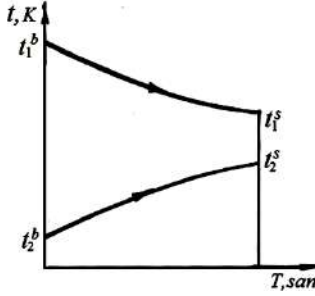
$$\sum r_{div} = \frac{\delta_{div}}{\lambda_{div}} + r_{k1} + r_{k2} \quad (4.61)$$

burada δ_{div} - borunun divarının qalınlığı, m;

λ_{div} - boru materialının istilik keçirmə qabiliyyəti, Vt/mK;

r_{k1}, r_{k2} - kirlənmiş səthin qaynar və soyuq materiallar üçün termik müqavimətidir, m^2K/Vt .

İstilik dəyişmə zamanı temperaturların dəyişməsi qrafiki olaraq şəkil 4.10-da verilmişdir.



Şək.4.10. İstilikdəyişmə prosesində temperaturların dəyişmə qrafiki.

Süd bir tərəfə düzaxımlı olduğundan

$$t_1^b - t_2^b = \Delta t_{boy} \quad t_1^s - t_2^s = \Delta t_{kic} \quad (4.62)$$

burada Δt_{boy} və Δt_{kic} - istilikdəyişmə səthinin sonunda böyük və kiçik temperaturlar fərqidir.

İstilikvermə əmsalları kriteriya tənlikləri vasitəsi ilə müəyyən edilə bilər. Bu kriteriyalara aiddilər [393, 396]:

Nusselt bənzərlik kriteriyası

$$Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}; \quad (4.63)$$

Prandtl kriteriyası

$$Pr = \frac{c\mu}{\lambda}; \quad (4.64)$$

Reynolds kriteriyası

$$Re = \frac{vdP}{\mu} = \frac{vd}{\nu} \quad (4.65)$$

Qaliley kriteriyası

$$Ga = \frac{Re^2}{Fr} = \frac{gd^3}{\nu^2} \quad (4.66)$$

Qrasqof kriteriyası

$$Gr = \frac{gd^3}{\nu^2} \beta \Delta t \quad (4.67)$$

və faza dəyişmə kriteriyası

$$Ku = \frac{r}{c \Delta t_{dus}} \quad (4.68)$$

burada d – qızdırıcı aparatın ölçüsü, m;

λ - istilikkeçirmə əmsalı, Vt/mK ;

c – xüsusi istilik tutumu, Coul/kqK ;

μ - dinamiki özlülük əmsalı, Pa san ;

ν - kinematik özlülük əmsalı, m^2/san ;

g – sərbəst düşmə təcili, m/san^2 ;

ν - südün axım sürəti, m/san ;

β - südün həcmi genişlənmə əmsalı, $1/\text{K}$;

Δt_{dus} - buxarlanma baş verdikdə temperatur düşgüsüdür. Buxarla səthin temperaturları fərqi.

Bunları müəyyən edici temperatura $t_{or} = \frac{t^b - t^s}{2}$ görə müvafiq

sorğu ədəbiyyatından tapmaq mümkündür. Tələb olunan Δt və ya t_{div} aşağıdakı balans tənlikdən tapıla bilər:

$$\alpha_1(t_{or_1} - t_{div_1}) = \frac{\delta_{div}}{\lambda_{div}}(t_{div_1} - t_{div_2}) = \alpha_2(t_{dN_2} - t_{or_2}) = k \Delta t_{or} \quad (4.69)$$

burada t_{or_1} və t_{or_2} - qızdırılan və qızdıranın orta temperaturu, ^0K ;

t_{div_1} və t_{div_2} - boru divarının qızmamış və qızmış halda temperaturudur, $^{\circ}\text{K}$.

Qızdırıcı aparatın ölçüsü ekvivalent diametr kimi götürülür:

$$d_e = \frac{4S}{P}, \quad (4.70)$$

burada S – qızmış su səthi, m^2 ;

P – yaşlanmış perimetrdir, m .

Pasterizə olunan süd aqreqat vəziyyətini dəyişmədiyinə görə istilikvermə aşağıdakı kimi olur (boruda turbulent axım, $\text{Re} > 10000$):

$$\text{Nu} = 0,021 \varepsilon_e \text{Re}^{0,8} \text{Pr}^{0,43} \left(\frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_{div}} \right)^{0,25} \quad (4.71)$$

burada ε_e - borunun uzunluğunun diametrinə nisbətinin $l/d \geq 40$ istilikvermə əmsalına təsirini nəzərə alan əmsaldır.

Bunları nəzərə alaraq qızdırılan materialın məsrəfini aşağıdakı kimi hesablamaq mümkündür:

$$G = V\rho = \nu S\rho = \nu \frac{\pi d_{dax}^2 n}{4} \rho \quad (4.72)$$

burada V – həcmi məsrəf, m^3/san ;

S – borunun en kəsik sahəsi, m^2 ;

d_{dax} – borunun daxili diametri, m ;

n – sarğıların sayıdır.

Yuxarıdakı nəzəri təhlil və alınmış riyazi ifadələr eksperimental qurğunun modelinin hazırlanması üçün mühəndis hesabat metodikasını kimi istifadə oluna bilər.

4.3. SÜDÜN NORMALLAŞDIRILMASI VƏ PASTERİZƏ EDİLMƏSİ ÜÇÜN EKSPERİMENTAL TƏDQIQATLARIN PROQRAM VƏ METODİKASI

4.3.1. Südün normallaşdırılması və pasterizə edilməsi üçün tədqiqatın proqramı

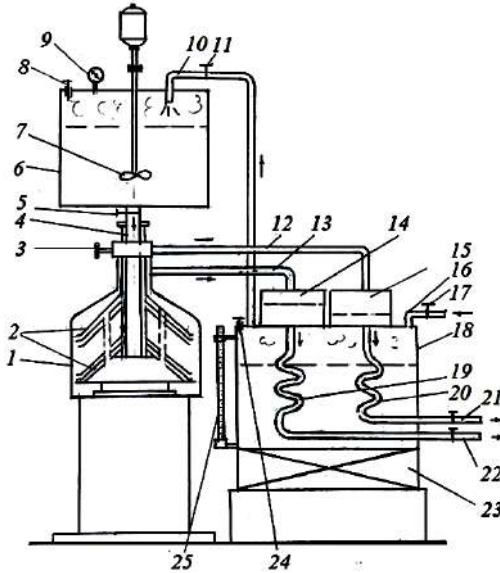
Eksperimental tədqiqatlarda aşağıdakılar yerinə yetirilmişdir:

1. Südün temperatur, təzyiq və digər mexaniki təsirlər zamanı fiziki-mexaniki xassələrinin öyrənilməsi;
2. Südün seprator barabanında xüsusi təzyiq rejimi ilə normallaşdırılması zamanı valın kritik sürətinin öyrənilməsi;
3. Müxtəlif mexaniki və termiki təsir faktorlarının yağ kürəciklərinin ayrılma prosesinə təsirinin öyrənilməsi;
4. Eksperimental qurğunun məhsuldarlığının təyini;
5. Eksperimental qurğuda işlənmiş südün keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi

4.3.2. Südün normallaşdırılması və pasterizə edilməsi üçün tədqiqatın metodikası

4.3.2.1. Südün normallaşdırılması və pasterizə edilməsi üçün eksperimental qurğu. Qurğu sxematik olaraq şəkil 4.11-də təsvir edilmişdir [6]. Separator-normalizator-1 üzərində yerləşdirilmiş üzlü süd çəni qarışdırıcı-7, təzyiq klapanı-8, manometr-9, buxar borusu-10 ilə təchiz edilmişdir. Buxar borusu-10, qızdırıcısı-23, səviyyəölçəni-25, təzyiq klapanı-24 və təmiz su borusu-16 olan buxarhazırlayan-18 ilə əlaqələndirilmişdir. Separator-normalizatorun-1 xama çıxarıcısı-12 və normallaşmış süd çıxarıcısı-13 müvafiq olaraq xama qabı-15 və normallaşdırılmış süd qabı-14 ilə birləşdirilmişdir. Xama qabı-15 və normallaşdırılmış süd qabı-14 buxarhazırlayan üzərində yerləşdirilmişlər. Bu qablar 14 və 15 buxarhazırlayan daxilindəki müvafiq ilanvari boruların 19 və 20 yuxarı hissəsinə birləşdirilmişlər. İlanvari borular 19 və 20 müvafiq

olaraq aşağı tərəfdə buxarhazırlayandan-18 xaric olan normallaşmış süd borusuna-22 və xama borusuna-21 birləşdirilmişlər.



Şək.4.11. Südün normallaşdırılması üsulu və qurğusu:

1-separator-normalizator; 2-boşqablar dəsti; 3-xama nizamlayıcısı; 4-mərkəzi borucuq; 5-kran; 6-üzlü süd çəni; 7-qarışdırıcı; 8-təzyiq klapanı; 9-manometr;10-buxar borusu; 11-kran; 12-xama çıxarıcısı; 13-normallaşmış süd çıxarıcısı; 14-normallaşdırılmış süd qabı; 15-xama qabı; 16-təmiz su borusu; 17-kran; 18-buxarhazırlayan; 19,20-ilanvari borular; 21-xama borusu; 22-normallaşdırılmış süd borusu; 23-qızdırıcı; 24-təzyiq klapanı; 25-səviyyəölçən.

Qurğu aşağıdakı kimi işləyir. Satış standartı yağlılığına (adətən 3,2%) normallaşdırılması tələb olunan üzlü süd (3,6-4%) üzlü süd çəninə-6 tökülür. Buxarhazırlayanda-18 isə təmiz su qaynadılaraq buxar hazırlanır və buxar borusu-10 vasitəsilə üzlü süd çəninə-6 ötürülür. Qarışdırıcı işə salınaraq burada üzlü südə buxar kondensatı əlavə edilməklə yağlılıq faizi bir qədər azaldılır, həm də normallaşma temperaturuna (35-40 °C) çatdırılır. Ən azı 100 kq üzlü südə 12,5 kq buxar kondensatı əlavə etmək mümkündür.

Bundan sonra separator-normalizator-1 işə salınır və kran-5 açılaraq oraya mərkəzi borucuq-4 vasitəsi ilə isidilmiş və ilkin olaraq gobud şəkildə yağılıq bir qədər azaldılmış süd buraxılır. Adi halda separator-normalizator-1 xama nizamlayıcısı-3 vasitəsi ilə südün normallaşdırılmasına nail olunur. Yəni xama çıxımı artırılarsa normalaşdırılan südün yağılıq faizi az, xama çıxımı azaldılmaqla normallaşdırılan südün yağılıq faizini artırırılar. Axtarılan standart yağılıq bu çür nizamlanır. Burada separator-normalizator-1 əvvəlcədən bir qədər yağılıq azaldılmış süddən tərkibində daha çox dispersiya halında kiçik diametrlə yağ kürəcikləri olan normallaşmış süd almaq üçün xama nizamlayıcı-3 tələbatı ödəyə bilmir. Bu çatışmazlığı aradan götürmək, maksimum normallaşdırılmış süd və minimum xama çıxımı təmin etmək üçün separator-normalizatorun iş prosesinin tənzimlənməsinə onun süni surətdə məhsuldarlığının artırılmasından istifadə edirik. Buna üzlü süd çəkində- 6 buxar təzyiqini artırmaqla nail olunur.

Burada buxar təzyiqini kran-11 və monometr-9 vasitəsi ilə nizamlanır. Separator-normalizator-1 çıxan normallaşdırılmış süd və az miqdarda xama əvvəlcə buxarhazırlayan-18 üzərində yerləşdirilmiş müvafiq normallaşdırılmış süd qabı-14 və xama qabına-15 verilir. Burada tədricən toplanan normallaşdırılmış süd və xama ilkin istilik əldə etdikdən sonra buxarhazırlayan daxilindəki müvafiq ilanvari borulardan- 19,20 keçərək oradan hazır məhsul olaraq xama borusu -21 və normallaşdırılmış süd borusundan-22 xaric olunurlar. Üzlü süd çəkində-6 və buxarhazırlayanda təhlükəli buxar təzyiqi təzyiq klapanları-8,24 ilə tənzimlənilir. Buxar kondensatı sərfi səviyyəölçənlə-25 hesaba alınır. Buxarhazırlayanda -18 azalmış su təmiz su borusu-16 vasitəsi ilə kranı-17 açmaqla bərpa olunur.

4.3.2.2. Süd normallaşdırın və pasterizə edən eksperimental qurğunun tədqiqat üçün hazırlanması. Birbaşa ticarətə süd və yaxud süd məhsulları çıxaran fermer təsərrüfatında istehsal bölməsinin saatlıq məhsuldarlığı 50 litrdən çox olmur. Bunu nəzərə alaraq tədqiqat üçün məhsuldarlığı 80 litr/saat olan «Motor

C14CQM-80» separatoru götürülmüşdür. Südün normallaşdırılması və pastemizə olunması üçün seçilmiş baza separatoru üzərində eksperimental avadanlıq quraşdırılmışdır. Eksperimental qurğu Gəncə şəhərinin «Sənaye rəbitə» zavodunda həyata keçirilmişdir. Eksperimental tədqiqat aparmaq üçün laboratoriya şəraitində bərk və şarnirli tərpənməz dayacağı olan stend quraşdırılmışdır. Stend, separator valının boğaz dayaq yastığı səviyyəsində və separator təmələnin iki bir-birinə perpendikulyar müstəvidə rəqslərini və separator intiqalının tələb olunan gücünü ölçmək üçün təchiz olunmuşdur. Şaquli valın rəqslərini ölçmək üçün tenzometriya tətbiq edilmişdir. Tarirovka stasionarda indikator vasitəsi ilə yerinə yetirilmişdir.

Tenzovericinin siqnalları tenzostansiyanın YTC-1-BT-12 gücləndiricisi ilə gücləndirilərək H-102 ossilloqrafının plynkasına yazılmışdır. Təməlin rəqsləri isə MF-22B tipli induksiya vericilər vasitəsi ilə ölçülmüşdür. İnduksiya vericilərin tarirovkası BP-1 vibroqrafı vasitəsilə həyata keçirilmişdir.

Şaquli valın və təməlin rəqslərinin amplitudasının orta qiyməti ossilloqram yazısının statistik üsulla işləməklə əldə edilmişdir. Şaquli valın həqiqi amplitudası tarirovka qrafikinə əsasən, təməlin həqiqi amplitudası isə aparatın gücləndirmə əmsalından asılı olaraq düstur vasitəsi ilə hesablanmışdır.

Tələb olunan güc K-50 cihazı vasitəsi ilə ölçülmüşdür.

4.3.2.3. Süd normallaşdırıcı və pastemizə edən eksperimental qurğuda südün temperaturunun ölçülməsi. Eksperimental separator-normalizatorada süd əvvəlcədən 30-35⁰C-yə qədər qızdırılır və son məhsul pastemizasiya temperaturasına çatdırılır. Burada başlanğıc məhsula nizamlanan təzyiqlə altında buxar təsir göstərir. Təzyiqlə nizamlanması ilə ümumilikdə texnoloji prosesin rejim və keyfiyyət parametrləri də nizamlanma bilər.

Belə texnologiyanın səmərəli parametrlərini əsaslandırmaq, buxar və südün temperatur rejimlərini müəyyən etmək üçün tədqiqat zamanı iki blok termocütdən istifadə etmişik. Ölçmələrin dəqiqliyini təmin etmək üçün termocüt bloklarının ətalətliliyini

qiymətləndirmək tələb olunur. Bunun üçün aşağıdakı metodikani işləyərək ondan istifadə etmişik [91].

Birinci blok ardıcıl birləşmiş 10 ədəd miskonstant termocütlərdən ibarətdir. Termocütlər diametri $d_{el}=0,1$ mm olan və mis örtük (boru) içərisində yerləşdirilmiş elektrodan təşkil olunmuşdur. Borunun parametrləri aşağıdakı kimidir: daxili diametri $d_{dax}=3$ mm, xarici diametri $d_{xar}=4$ mm, uzunluğu $l_M=95$ mm.

İkinci blok $l=47$ mm uzunluqda hazırlanmışdır. Termocütlərin lehimlənmiş hissəsi örtük borudan xaricdədir. Örtüyün kipliyini təmin etmək üçün onun birləşmə yerləri silikat-üzvü lakla örtülmüşdür. Termocüt blokunun elektrik hərəkətverici qüvvəsi dəqiqlik sinfi 0,5 olan KСП-6 avtomatik potensiometrə qeydə alınmışdır. Mis və konstantın istilik tutumu və sıxlığı müvafiq olaraq aşağıdakı kimidir:

$$C_M \approx C_K = 400 \frac{Coul}{kq \cdot d}; \quad \rho_M = 8,9 \frac{q}{sm^3} \quad (4.73)$$

$$\text{və yaxud } \rho_M = 8900 \frac{kq}{m^3};$$

$$\rho_K = 9000 \frac{kq}{m^3}. \quad (4.74)$$

İstilik ətalətliyi aşağıdakı düstur [57, 249] vasitəsi ilə hesablanır:

$$\varepsilon = \frac{C}{Fa}, \quad (4.75)$$

burada F – istilikdəyişmə səthi, m^2 ;

a – buxardan termocütə istilikvermə əmsalındır, Vt/m^2 dərəcə.

Qəbul kamerasında buxarın temperaturunu ölçən birinci termocüt bloku üçün

$$C = \frac{\pi d_M}{4} \left[(d_{xar}^2 - d_{dax}^2) c_M \rho_M + 2d_{ic} \cdot n \cdot c_k \rho_k \right] \quad (4.76)$$

burada d_{tc} – termocütün diametri, m;
 n - termocütlərin miqdarıdır.

$$C = 1,7 \frac{Coul}{d}; \quad F_m = \pi d_m l_m; \quad F_m = 1,2 \cdot 10^{-3} m^2 \quad (4.77)$$

Termocüt boyunca təsir olanda istilik vermə əmsalı aşağıdakı kimi hesablanabilir:

$$a = 0,0266 \frac{\lambda}{d} \left(\frac{\omega d}{\nu} \right)^{0,8} Pr^{0,4} C \quad (4.78)$$

burada λ - istilikötürmə əmsalı, $\frac{V_t}{m d}$;

d – sorucu borunun diametri, m;

ω - buxarın sürəti, m/san;

ν - kinematik özlülük, m²/san;

Pr – Prandtl kriteriyasıdır.

Müxtəlif məhsuldarlıqlarda V_b (m³/san) sorucu boruda buxarın sürəti

$$\omega = \frac{V_b}{f} \quad (4.79)$$

burada f – borunun en kəşik sahəsidir, $f = 0,00126 m^2$

Termocütlərin en kəşik sahələrini nəzərə almasaq o zaman buxar verilmə məhsuldarlığı

$$G = 1,5 \frac{kq}{saat},$$

buxarın sürəti isə

$$\omega_1 = \frac{1,5 \cdot 8,384}{3500 \cdot 0,00126} = 2,77 \frac{m}{san} \text{ edir.}$$

$$G = 6,5 \frac{kq}{saat} \text{ olduqda } \omega_2 = 12,01 \frac{m}{san}.$$

Müvafiq olaraq dinamik özlülük, istilikötürmə əmsallarını və Prandtl kriteriyasını aşağıdakı kimi qəbul edirik:

$$\mu = 0,84 \cdot 10^{-6} \text{ kq} \cdot \text{q} / \text{m}^2; \quad \lambda = 0,0172 \text{ Vt} / \text{m} \cdot \text{d}; \quad Pr = 0,84.$$

Onda kinematik özlülük

$$\nu = \frac{\mu g}{\rho} = 1168 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{san}}. \quad (4.80)$$

$G=1,5$ kq/saat olduqda buxardan termocütə istilikötürmə əmsalı aşağıdakı kimi olur:

$$a = 0,0266 \frac{0,0172}{0,004} \left(\frac{\omega \cdot 0,004}{1168 \cdot 10^{-6}} \right)^{0,8} \cdot 0,84^{0,4} = 2,9 \cdot \omega^{0,8} \quad (4.81)$$

$$a_1 = 2,9 \cdot 2,77^{0,8} = 6,55 \text{ Vt} / \text{m}^2 \text{ dərəcə}, \quad (4.82)$$

$G=6,5$ kq/saat olduqda $a_2=21,185$ Vt/m²dərəcə.

Buxar hazırlayıcıdan sorulan buxarın temperaturunu ölçən termocütün istilik ətalətliliyi $G=1,5$ kq/saat olduqda

$$\varepsilon = \frac{1,7}{1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 6,55} = 216 \text{ san} = 3,6 \text{ dəqiqə}, \quad (4.83)$$

$G=6,5$ kq/saat olduqda $\varepsilon=1,115$ dəqiqə.

Buxarhazırlayandan gələn buxarın temperaturu dəqiqliyi 0,1 K olan (DÜİST 6080-51) civə termometr ilə ölçülür. Termometrin şüşə qabı və civə balonunun ölçüləri aşağıdakı kimidir: xarici divarın diametri - $d_{xd} = 7,5$ mm; daxili divarın diametri - $d_{dd} = 6,5$ mm; işçi divarın uzunluğu $l_{id} = 60$ mm, civə borucuğunun diametri - $d_c = 4$ mm, civə borucuğunun uzunluğu $l_c = 15$ mm. Termometrin şüşəsi və civənin müvafiq olaraq istilik tutumu və sıxlığı:

$$C_{\text{ş}} = 780 \text{ Coul} / \text{kq dərəcə}; \quad \rho_{\text{ş}} = 2500 \text{ kq} / \text{m}^3;$$

$$C_c = 138 \text{ Coul} / \text{kq dərəcə}; \quad \rho_c = 13600 \text{ kq} / \text{m}^3.$$

Termometrin cəmi istilik tutumu

$$c_{\Sigma} = \frac{\pi}{4} (d_{xd}^2 - d_{dd}^2) l_{id} \cdot c_s \cdot \rho_s + d_c l_c \cdot c_c \rho_c \quad (4.84)$$

$$c_{\Sigma} = 1,2 \text{ Coul/kq dərəcə}$$

İstilik dəyişmə səthi aşağıdakı kimi olur:

$$F = \pi (d_s \cdot l_s + d_c \cdot l_c) \quad (4.85)$$

$$F = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$G=1,5$ kq/saat olduqda istilik ətalətliliyi

$$\varepsilon_1 = \frac{1,2}{(1,6 \cdot 10^{-3}) \cdot 6,55} = \frac{750}{6,55} = 1,9 \text{ dəqiqə} \quad (4.86)$$

$G=6,5$ kq/saat olduqda isə $\varepsilon_2 = 0,6$ dəqiqə.

Termocüt bloku ilə südün temperaturunu ölçən blokun parametrləri aşağıdakı kimidir. Termocüt blokunun işçi hissəsinin uzunluğu $l_{i\check{s}}$ = 0,043 m; istilik tutumu $C=0,168$ Coul/kq dərəcə, səthi $F=0,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$.

Buxarla süd təmas etdikdə istiliyin verilməsi mürəkkəb prosesdir. Bu maye və buxar qarışığının xassəsindən, təzyiqindən maye-buxar qarışığı ilə termocüt batareyasının istilikdəyişmə səthi arasındakı temperatur fərqiindən asılı olur. Eyni zamanda buna qarışığın hərəkət səciyyəsi və sürəti də təsir göstərir.

Təqribi tənliklə istilikvermə əmsalını aşağıdakı kimi hesablamaq olar:

$$a = 33,4 \Delta t^{2,33} P^{0,5} \text{ Vt/m}^2 \text{ dərəcə}; \quad (4.87)$$

burada P – təzyiqdir, Bar.

Demək

$$a = 2064 \text{ Vt/m}^2 \text{ dərəcə.}$$

Onda

$$\varepsilon = \frac{0,165}{(0,6 \cdot 10^{-3}) \cdot 2064} = 0,133 \text{ san.} \quad (4.88)$$

Alınmış hesabət qiymətləri əsasında belə nəticəyə gəlmək olar ki, eksperimental separator-normalizatorun qəbuledici həcmində südün buxarla qızdırılma temperaturunu ölçmək üçün tətbiq edilən termocüt və termometr blokunun istilik ətalətliliyi kiçikdir və o alınan qiymətlərin dürüstlüyünə mənfi təsir göstərmir. Bu istilik-vermə əmsalının (a) böyük olması ilə izah edilə bilər.

4.3.2.4. Südün fiziki-mexaniki xassələrinin öyrənilməsi. Eksperimental normalizatorda südün boşqablar arasından keçməsinə tətbiq edilən əlavə təzyiq (mexaniki təsirin) və temperaturun südün boşqablar arası mühitdə deformasiya prosesində keyfiyyət göstəricilərinin necə olacağını təyin etmək üçün eksperimentdə Şvedov-Binqamin differensial və inteqral formada verilmiş reoloji modelindən istifadə etmişik:

$$\tau = \tau_0 + \eta' \cdot \delta \quad (4.89)$$

burada τ - irəliləmə gərginliyi, N/m²;

τ_0 - irəliləmə gərginliyinin hədd qiyəti, N/m²;

η' - tam dağılmış sturkturlu südün ən kiçik (dinamik) özlülüyü, N san/m²;

δ - irəliləmə deformasiyasının sürətidir, san⁻¹.

$$\delta_{(t)} = \frac{\tau_0}{\eta} + \int_0^t K(t_1 - t) \tau(t) dt \quad (4.90)$$

burada t_1 – irəliləmə deformasiyasının müəyyən edilməsi üçün götürülən vaxt, san;

t – təzyiq tətbiq edilmə müddəti, san;

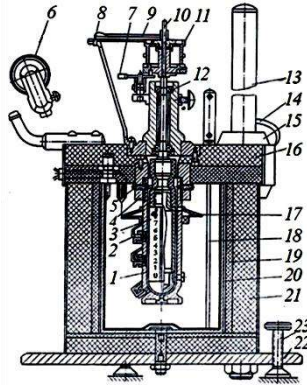
K – maye sabitidir.

Eksperimental separatoru baza separator olaraq «Motor C14 CIQM – 30» ilə müqayisəli şəkildə tədqiq etmişik. Tədqiqat zamanı cəryanın gərginliyini stabilləşdirmək (220 V) üçün stabilizator-dan istifadə edilmişdir. Cəryanın tezliyi 50 Hs olmuşdur. Separa-

tor barabanının fırlanma tezliyi CT-5 taxometri ilə vala qoşulmuş xüsusi tərtibat vasitəsi ilə ölçülmüşdür. Südün özlülüyü PB-8 viskozimetri vasitəsi ilə təyin edilmişdir. Bu cihaz ilə irəliləmə gərginliyini təyin etmək mümkündür.

Bu viskozimetrin iş prinsipi ondadır ki, tədqiq olunan maye oxları üst-üstə düşən iki silindr arasında yerləşdirilir. Bunlardan biri tərənəm, digəri isə bərabər sürətlə fırlanandır. Fırlanan silindr bloklar sisteminin köməyi ilə bərabər qaydada düşən yükün köməyi ilə hərəkətə gətirilir. Düşən yükün ölçüsünə, düşmə vaxtına və fırlanan silindrin tədqiq olunan maye ilə təmas səthinə görə özlülük və irəliləmə gərginliyi təyin edilir.

Cihazın quruluşu şəkil 4.12-də təsvir edilmişdir.



Şək.4.12. PB-8 markalı viskozimetrin sxemi:

1-xarici tərənəm silindr; 2-termocüt; 3-daxili fırlanan silindr; 4-mufta; 5-istilik izolyasiyalı mufta; 6-blok; 7- tormoz; 8-ayırıcı dairə; 9-əqrəb; 10-qasnağın oxu; 11-qasnaq; 12-yastıqlar; 13-dayaq; 14-stopor vinti; 15-müfta; 16-cihazın lövhəsi; 17-qaytarıcı; 18-qarışdırıcı; 19-termostat; 20-maye üçün qab; 21-istilik izolyasiyası; 22-alt dayaq; 23-quraşdırıcı vint.

Daxili fırlanan silindr-3 yastıqlarda-12 oturdulmuş oxla-10 əlaqələndirilmişdir. Ox-10 üzərində qasnaq-11 bərkidilmişdir. Bunun üzərinə sapla sarınmış və eyni zamanda radial olaraq bir-birindən ayrı, simmetrik yerləşdirilmiş bloklara taxılmışdır. Sapların ucuna üzərinə yük qoymaq üçün yüngül asqı bərkidilmişdir. Bu

yük aşağı gedəndə daxili fırlanan silindri fırladır. Hər asqıda çəkisinə görə eyni yük yerləşdirilir. Fırlanan sistemi işə salmaq və dayandırmaq üçün tormozdan-7 istifadə olunur. Tərpənməz xarici silindr-1 çıxarıla biləndir. Onun içərisi tədqiq olunan maye ilə doldurulduqdan sonra o yuxarı hissəsi ilə cihazın lövhəsinə -16 bərkidilir. Tədqiqat zamanı viskozimetrin silindrləri termostat-19 içərisinə yerləşdirilir.

Termostatda elektrik qızdırıcıları, termocüt -2 və soyuducu qarışıqlar hesabına temperaturu tələb olunan həddə saxlamaq mümkündür. Cihazın lövhəsinə-16 üzərində bərkidilmiş silindrlərlə və fırlandırma mexanizmi ilə birlikdə dayağa-13 nəzərən yuxarı qaldırmaq, aşağı salmaq, istənilən səviyyədə bərkitmək və 360^0 istənilən tərəfə göndərmək mümkündür.

Özlülük aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\eta = k \frac{P - P_0}{n} \quad (4.91)$$

burada η - özlülük, N san/m²;

k – cihaz sabiti, $k=0,393$,

P_0 – cihaz oxunun yastıqlarında sürtünmə qüvvəsinin yaratdığı təzyiq, Pa;

P – yükün asqıya göstərdiyi təzyiq, Pa;

n – silindrin fırlanma tezliyidir, san⁻¹.

İrəliləmə gərginliyinin hədd qiyəti PB-8 viskozimetrində daxili silindrin yük təsirindən fırlanmağa başlayan momentində müəyyən edilir. Bu vəziyyətə uyğun olan odur ki, xarici silindr səthində irəliləmə gərginliyi yaradan qüvvə daxili silindrlə tədqiq olunan maye arasındakı sürtünmə qüvvəsindən çox olsun.

$$\tau_0 = k_1(P - P_0) \quad (4.92)$$

burada τ_0 - irəliləmə gərginliyinin hədd qiyəti, N/m²;

k_1 – cihaz sabiti, $k_1=16,4$;

P_1 – daxili silindri hərəlməyə başlayan minimal yükün yaratdığı təzyiqdir, Pa.

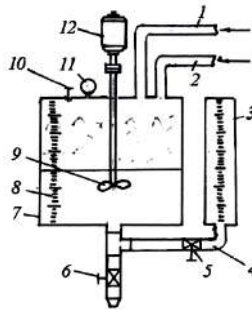
Südün sıxlığı areometrlə müəyyən edilmişdir. Yağlılıq isə «Milko-Tester» yağölçənə təyin edilmişdir. Südün yağlılığını və süddə iriliyinə görə yağ kürəciklərinin yayılmasını təyin etmək üçün xam süddən və işlənmiş süddən nümunələr şüşə borucuq vasitəsilə götürülmüşdür [28]. Nümunə götürülməzdən qabaq süd yaxşıca qarışdırılır. Yağ kürəciklərinin sayı və ölçüləri MBİ-1 bioloji mikroskop vasitəsi ilə təyin edilmişdir. Bu mikroskop ilə işləmək üçün Qoryayev kamerasından istifadə olunmuşdur. Kameranın çökək yerinə südün su ilə qarışdırılmış (1:200) məhlulundan bir damcı qoyulur. Yağ kürəciklərinin sayı kameranın 5-6 böyük kvadratları daxilində kiçik böyütmə hüdudunda, 15 №-li okulyarda hesablanır. 1 ml süddəki yağ kürəciklərinin sayı mövcud metodika [113, 238] əsasında müəyyən edilmişdir. Yağ kürəciklərinin ölçüləri 40 №-li obyektiv üzrə 15 №-li okulyar xətkəsi ilə təyin olunmuşdur. 10 müşahidə sahəsində olan hər preparatın bütün yağ kürəcikləri hesablanmışdır. Okulyar mikrometrinin bölgülərinin qiyməti hər bölgüsü 10 mkm-a bərabər olan obyekt mikrometrin köməyi ilə nizamlanmışdır.

Yağ kürəciyinin orta ölçüsü aşağıdakı qaydada hesablanmışdır. Müəyyən diametrə malik yağ kürəciyinin həcmi kürəciklərin sayına vurulmuşdur. Alınan qiymət ölçü üçün götürülən süddə bütün ölçülərdə olan yağ kürəciklərinin ümumi həcmi ifadə edir. Bütün yağ kürəciklərinin həcmi onların miqdarına bölüb orta ölçülü yağ kürəciyinin həcmi (V_{orta}) tapmaq olar. Onda orta ölçülü yağ kürəciyinin diametrini aşağıdakı kimi hesablamaq mümkündür:

$$d_{orta} = 2\sqrt{\frac{V_{orta}}{\pi}} \quad (4.93)$$

Texnoloji proseslərə təsir edən amillərdən biri südün qəbul kamerasına verilməsi və ya təzyiqlə altında qarışdırılması zamanı onun köpüklənməsidir. Köpüklənməni köpüklənmə əmsalı ilə səciyyələndirmək mümkündür. Köpüklənmə əmsalı südün köpüyünün hündürlüyünün onun başlanğıc qatının hündürlüyünə nisbəti ilə müəyyən edilir. Südün köpüklənmə əmsalını təyin etmək üçün

separatorun süd qəbul kamerasına xüsusi tərtibat (şək.4.13) qoşaraq ölçmə aparılmışdır. Ölçmə aşağıdakı qaydada yerinə yetirilir. Süd köpükləndirən qaba-7 süd borusu-2 vasitəsi ilə qarışdırıcıdan-9 yuxarı səviyyəyə qədər süd doldurulur. Sonra buxar borusu-1 vasitəsi ilə qabda tələb olunan təzyiq yaradılır. Bundan sonra qarışdırıcı-9 işə salınır. Südün köpüklənməsi dayanandan sonra birləşdirici borunun-4 üzərindəki kran-5 açılaraq süd ölçənə-3 süd buraxılır. Burada südün başlanğıc qatının köpüksüz səviyyəsi qeydə alınır. Köpüyün hündürlüyünü südün başlanğıc qatı hündürlüyünə bölməklə təyin edilir.



Şək.4.13. Südün köpüklənmə əmsalını təyin etmək üçün tərtibat:

1-buxar borusu; 2-süd borusu; 3-süd ölçən; 4-birləşdirici boru; 5,6-kranlar; 7-süd köpükləndirən qab; 8-süd köpükləndirən qabın şkalası; 9-qarışdırıcı; 10-təzyiq klapanı; 11-mano-metr; 12-mühərrik.

Təcrübədən əvvəl südün sıxlığı, özlülüyü, yağlılığı və səthi gərginliyi müəyyən etmək üçün ondan nümunələr götürülmüşdür. Təcrübələr təzyiqin müxtəlif qiymətlərində südün temperaturun 20°C qiymətində aparılmışdır.

Təcrübədən əvvəl südün sıxlığı, özlülüyü, yağlılığı və səthi gərginliyi müəyyən etmək üçün ondan nümunələr götürülmüşdür. Təcrübələr təzyiqin müxtəlif qiymətlərində südün temperaturun 20°C qiymətində aparılmışdır.

Südün islatma əmsalını təyin etmək üçün sıxıcılı şarnir lövhə saxlayan ştativ və bucaqölçəndən istifadə etmişik. Müxtəlif mate-

riallardan (qida məhsulları təyinatlı alüminium, üzəri qaleylanmış metal, üzvü şüşə, pastlanmayan polad, adi şüşə, polietilen) olan 10000 mm² ölçülü lövhə təmizlənib, qurudulub, analitik tərəzidə 0,01 q dəqiqliklə çəkilir. Sonra lövhə nümunə üçün götürülmüş südə batırılır və qabaqcadan ştativdə şaqula nəzərən müəyyən bucaq altında nizamlanmış lövhə saxlayana bərkidilir. 1 dəqiqə saxlandıqdan sonra yenə həmin analitik tərəzidə çəkilir. Əvvəlki çəki ilə sonrakı çəki arasındakı fərq südün islatma əmsalını səciyyələndirir. Qiyməti vahid sahəyə görə qəbul edirik. Yəni alınmış qiymət lövhənin sahəsinə bölünür (mq/sm²).

4.3.2.5. Südün keyfiyyət göstəricilərinin müəyyən edilməsi.

Südün rəngini müəyyən etmək üçün o şəffaf silindrə tökülmüş və gündüz işığında yoxlanmışdır. Sağlam heyvandan alınmış təzə süd ağ və yaxud sarımtıl-ağ rəngə çalır. Südün rənginin dəyişməsinə onun qıçqırması, üzünün alınması, su ilə duruldukları (primitiv normallaşdırma aparıldıqda) səbəb olur [335]. Südün konsistensiyasını təyin etmək üçün südü bir kimyəvi stəkandan digərinə tədricən tökmək lazımdır. Südün konsistensiyasının selikli, şorvari, köpüklü və çox duru olması qeyri-normal haldır. Südün ətrini onu iyləməklə müəyyən etmişik. Südün ətrinin dəyişməsinə süd saxlanan yerdə və süd qabında başqa iy olması, bəzi yemlər və sair hallar səbəb olur. Təcrübədə istifadə olunan südə başqa iylərin qarışmasına yol verilməmişdir.

Südün təmizliyini müəyyən etmək üçün «Rekord» cihazı, pambıq süzgəc, 250 ml-lik silindr, 500 ml-lik kolba, isitmə mənbəyi və südün standartlaşmış təmizlik etalonundan [292] istifadə edilmişdir. Südü pambıq süzgəcdən keçirərək onun üzərində qalan mexaniki hissələri təmizlik etalonu ilə müqayisə etmişik. Bunun üçün «Rekord» cihazına üzərində pambıq süzgəc olan tor keçirib bərkidilmiş, 250 ml südü 35-40⁰C qızdırıb əvvəlcə silindrə sonra isə cihaza tökərək süzgəcdən tam keçirilmişdir. Bundan sonra süzgəc kağızı cihazdan çıxarılıb qurudulmuş və standart etalon ilə tutuşdurulmuşdur. Normalizasiyadan qabaq və sonra südün mexaniki çirklənməsi yoxlanmışdır.

Süddə yağ müəyyən etmək üçün yağ butirometri, rezin tıxac, laboratoriya sentrifuqası, 10,77 ml-lik pipet, kükürd turşusu üçün 1 və 10 ml-lik avtomat pipet, su hamamı, 100⁰-lik termometr, butiromert üçün ştativ, kükürd turşusu və izoamil spirtindən istifadə olunmuşdur. Yağın miqdarını təyin etmək üçün südün yağını ayırır və onun həcmi butirometrin xüsusi bölgülü hissəsində ölçülür. Yağ damllarını süddən ayırmaq üçün onun zülal qılafını kükürd turşusu ilə həll edir və yağ izoamil spirtinin kükürd turşusu ilə əmələ gətirdiyi amil-kükürd efiri vasitəsi ilə ayırırlar. Bundan sonra yağ bir yerə kompakt kütlə şəklində ayırmaq üçün onu isidib sentrifuqada fırlatmaq lazım gəlir. Burada 10 ml kükürd turşusu, 10,77 ml süd və 1 ml izoamil spirtindən istifadə olunur. Butirometrdə olan hər xırda bölgü açıq-saman rəngli 100 ml süddə 0,1 q, böyük bölgülər isə 1 q yağın olmasını göstərir.

Südün turşuluğunun qarşısını almaq və ya azaltmaq məqsədi ilə bəzən ona soda əlavə edirlər ki, bu da onun keyfiyyətini aşağı salır. Nişastanı südə onun qatılığını artırmaq, suyu isə həcmi artırmaq məqsədi ilə əlavə edirlər. Bunu müəyyən etmək üçün sınaq şüşələri, 5 ml bölgülü pipet, Rozol turşusunun 96⁰-li etil spirtində 0,2%-li məhlulu, yodun 0,5%-li məhlulu lazımdır [182].

Südün turşuluğunu təyin etmək üçün titrasiyaya əsaslanan laboratoriya təhlilindən deyil indikator kağızından istifadə etmişik. Südü yaxşı qarışdırdıqdan sonra bu kağızı ona batırıb yarım dəqiqə saxlamalı, sonra standart etalonla tutuşdurmaq lazımdır. Südün bakterioloji çirklənməsi isə standart metodikaya [112, 247, 248, 267] uyğun olaraq reduktaza sınağı ilə müəyyən edilmişdir.

15.2.6. Südün normallaşdırılması və pasterizə edilməsində tədqiqat nəticələrinin riyazi işlənməsi və xətlərin qiymətləndirilməsi. Tədqiqatlarda alınan qiymətlər EHM-də işlənərək (əlavə 4) empirik asılıqları qurulmuş onların xətası müəyyən edilmişdir. Müəyyən edilən parametrlərin əksəriyyəti dolayısı hesabat yolu ilə təyin edilməsinə baxmayaraq onlar bilavasitə ölçülərdən bu və ya digər şəkildə asılı olurlar. Belə hal üçün xətlərin qiymətləndirilməsi tələb olunur. Burada iki əsas hadisə mümkündür:

1. Aradığımız ölçü hər hansı bilavasitə ölçülən bir göstəricidən asılıdır;

2. Araşdırdığımız ölçü ölçülən bir neçə göstəricidən asılıdır.

Hər iki hal üçün xətanın hesablanması ümumi qayda ilə differensial hesabatla yerinə yetirilə bilər [397, 474]. Məsəl üçün aradığımız ölçünün Y ölçülmüş x -dən asılılığı halında yazıla bilər:

$$Y = Ax + B \quad (4.94)$$

Burada A və B qiymətləri bəlli olan sabitlərdir. Qeyd etmək olar ki, əgər x -i hər hansı Δx -ə artırısaq və ya azaltsaq Y -də hər hansı $A\Delta x$ qədər dəyişməsi baş verəcək. x -nin Δx dəyişməsi əsas götürülür. Onda (4.94)-ü aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$Y + \Delta Y = A(x + \Delta x) + B, \quad (4.95)$$

(4.94)-dən (4.95)-i çıxdıqda alırıq:

$$\Delta Y = A\Delta x. \quad (4.96)$$

Əgər Δx , x ölçüsünün xətasıdırsa, o zaman ΔY nəticənin xətası sayıla bilər.

Ümumi halda əgər $Y=f(x)$ -dirsə o zaman ölçülən qiymətlə müqayisədə kiçik olan xətalər üçün yazıla bilər:

$$\Delta Y = f'(x)\Delta x. \quad (4.97)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, (4.97) düsturu $f(x)$ ekstremumu yanında $f'(x)$ sıfır olduqda düz olmaya bilər. Odur ki, nisbi xətanı tapmaq üçün (4.97)-yə əsasən yazıla bilər:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{f'(x)}{f(x)} \Delta x \quad (4.98)$$

Bu üsul təsadüfi və sistematik xətalərin hesablanması üçün tətbiq edilə bilər.

Əgər aradığımız ölçü iki və yaxud bir neçə ölçülmüş qiymətləri (x_1, x_2, \dots, x_n) cəmindən ibarətdirsə onda dispersiyaların toplanması qaydasından istifadə olunmalıdır.

Əgər $Y = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$, onda

$$\sigma_Y^2 = (x_1 x_2 \sigma_{x_3})^2 + (x_1 x_3 \sigma_{x_2})^2 + (x_3 x_2 \sigma_{x_1})^2 \quad (4.99)$$

Böyük vuruqlar üçün də xətlər analoji qaydada hesablanır.

Əgər $V = \frac{x_1}{x_2}$, onda

$$\sigma_Y^2 = \frac{\sigma_{x_1}^2}{x_2^2} + \left(\frac{x_1}{x_2}\right)^2 \sigma_{x_2}^2 \quad (4.100)$$

(4.99) və (4.100) halları üçün nisbi xəta eyni cür olur

$$\left(\frac{\sigma_Y}{Y}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_{x_1}}{x_1}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{x_2}}{x_2}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{x_3}}{x_3}\right)^2 \quad (4.101)$$

və analoji olaraq

$$\left(\frac{\sigma_Y}{Y}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_{x_1}}{x_1}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{x_2}}{x_2}\right)^2 \quad (4.102)$$

Differensial hesablama işarələrindən istifadə edərək Y funksiyasının x_1, x_2, \dots, x_n dəyişənlərindən xətasını aşağıdakı kimi vermək olar:

$$\sigma_Y = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1} \sigma_{x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} \sigma_{x_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n} \sigma_{x_n}\right)^2} \quad (4.103)$$

(4.99) və (4.103) düsturları xəta olaraq orta kvadratik meyletməni (S_n) və yaxud orta ədədi qiyməti (r) götürdükdə istifadə oluna bilirlər. Ümumi şəkildə yazmaq olar

$$\Delta Y = \sqrt{\sum_1^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \Delta x_i\right)^2} \quad (4.104)$$

Y -in nisbi xətası isə

$$\left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)^2 = \sum_1^n \left(\frac{1}{f} \frac{\partial f}{\partial x_i} \Delta x_i\right)^2 \quad (4.105)$$

$\frac{1}{f} \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial \ln f}{\partial x_i}$ olduğu üçün yazırıq

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \sqrt{\sum_1^n \left(\frac{\partial \ln f}{\partial x_i} \Delta x_i\right)^2} \quad (4.106)$$

Əgər $y=f(x)$ -dirsə və ölçmələr bizə x_i qiymətlər verirsə onda iki yol seçmək olar: birinci, $x = \sum \frac{x_i}{n}$ və bu qiyməti $y=f(x)$ tənliyində yerinə qoyub $\bar{y} = f(\bar{x})$ -i tapmaq, ikinci isə x_i -nin hər qiyməti üçün $y_i=f(x_i)$ -ni hesablayıb sonra \bar{y} -i tapmaq.

$$\bar{y} = \frac{\sum_1^n y_i}{n} \quad (4.107)$$

Müvafiq olaraq iki yolla y qiymətinin xətasını ya \bar{x} -i hesablayıb aşağıdakı düsturu istifadə etməklə

$$\Delta y = f'(x)\Delta x, \quad (4.108)$$

ya da y_i -nin qiymətlərini hesablayaraq adi qaydada

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (\bar{y} - y_i)^2}{n-1}} \text{ tapmaq olar.}$$

4.4. SÜDÜN NORMALLAŞDIRILMASI VƏ PASTERİZƏ EDİLMƏSİNDƏ EKSPERİMENTAL TƏDQIQATLARIN TƏHLİLİ

4.4.1. Sütün mərkəzdənqaçma prinsipi ilə normallaşdırılması baxımından fiziki-mexaniki xassələrinin tədqiqi

Sütün fiziki-mexaniki xassələrinin tədqiq olunması yeni texnologiya və konstruksiyaya əsaslanan süd maşınlarını layihələndirərkən bir sıra mürəkkəb məsələlərin həlli üçün olduqca vacibdir [119, 429, 436, 446].

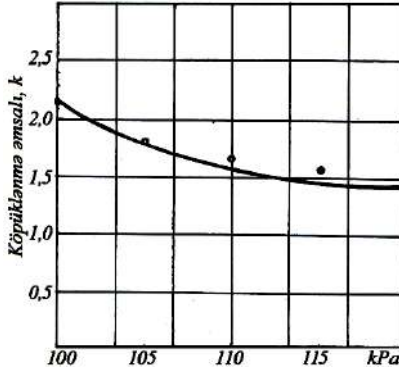
Təcrübə göstərir ki, laktasiyanın müxtəlif dövrlərində sağılan süddə sütün sıxlılığı, özlülüyü, yağlılığı arasında fərq olur. Bundan başqa bu göstəricilər temperatur ilə qarşılıqlı əlaqədə olurlar. Misal üçün təcrübədə istifadəyə götürülmüş süddə temperaturun 5°C dəyişməsində sıxlıq $0,0016 \text{ q/sm}^3$ dəyişmişdir. Müxtəlif inəklərdən götürülmüş südlərdə isə sıxlıq $1,032$ -dən $1,027 \text{ q/sm}^3$ arasında dəyişmişdir.

Bu parametrlərin eksperimental separatorun işçi və konstruktiv parametrlərinin nəzəri hesabında və əsaslandırılmasında əhəmiyyətini nəzərə alaraq, təcrübədə istifadə olunan sütün tələb olunan fiziki-mexaniki xassələri tədqiq olunmuşlar. Bu göstəricilərə sütün yağlılığı, özlülüyü, səthi gərilməsi, sıxlığı, köpüklənmə əmsalı və islatma əmsalı aiddir.

Sütün köpüklənməsinə buxar təzyiqi altında sütün qarışdırılması təsir etdiyindən sonuncu göstərici buxarın təzyiqindən asılı olaraq müəyyən edilmişdir.

Tədqiqatla müəyyən edilmişdir ki, sütün köpüklənmə əmsalı kameradakı buxarın təzyiqindən, qarışdırıcının fırlanma tezliyindən və sütün fiziki-mexaniki xassələrindən asılı olur. Sütün qarışdırılmasının və temperaturunun optimal qiymətləri müəyyən olduğu üçün təcrübədə onlar sabit saxlanmışlar ($t=20^{\circ}\text{C}$; $n=1 \text{ san}^{-1}$). Təzyiqdən asılı olaraq sütün köpüklənmə əmsalının dəyişməsi qrafiki olaraq şəkil 4.14-də verilmişdir.

Qrafikdən göründüyü kimi süd qəbul kamerasında buxar təzyiqi artdıqca südün köpüklənmə əmsalı azalmağa meyl göstərir. Təzyiqin 115-120 kPa qiymətindən sonra köpüklənmə əmsalı get-gedə stabilləşməyə başlayır.



Şək.4.14. Südün köpüklənmə əmsalının süd qəbul kamerasında təzyiqdən asılı olaraq dəyişmə əyrisi.

Qöründüyü kimi eksperimental variantda buxar təzyiqinin təbiiq texnoloji prosesə mənfi təsir göstərən faktorlardan biri olan köpüklənmə əmsalının təsirinin azalmasına səbəb olur.

Südün təcrübə zamanı müəyyən edilmiş digər fiziki mexaniki xassələri cədvəl 4.1-də verilmişdir.

Cədvəl 4.1

Südün bəzi fiziki mexaniki xassələrinin onun köpüklənmə əmsalına təsiri

Yağlılıq, %	Özlülük, $10^2 \frac{q}{sm \cdot san}$	Səthi gərilmə $10^{-3} N/m$	Sıxlıq, q/sm^3	Köpüklənmə əmsalı
3,4	2,123	55,4	1,029	2,8
3,6	2,127	54,4	1,029	2,54
3,8	2,129	53,2	1,028	1,87
4,0	2,157	50.1	1,028	1,60

Təcrübələr göstərmişdir ki, südün yağlılığı artdıqça onun köpüklənmə əmsalı azalır. Görünür bu köpüyün hidravlik müqavimətinin artması ilə əlaqəli olur.

Südün islatma əmsalı qida məhsulları təyinatlı, alimium, paslanmayan polad, qalaylanmış metal, üzvü şüşə, adi şüşə və polietilen materiallar üzrə öyrənilmişdir. Təcrübələrin nəticələri cədvəl 4.2-də verilmişdir. Təcrübədə götürülmüş süd nümunəsinin yağlılığı- 3,8%, özlülüyü- $2,129 \cdot 10^2 \frac{q}{sm \cdot san}$, sıxlıq- $1,028 q/sm^3$ və temperatur – 20^0C olmuşdur.

Cədvəl 4.2

Müxtəlif materiallar üzrə südün islatma əmsalları, i , mq/sm^2

Lövhnin şaqula nəzərən maillik bucağı, dərəcə	Qida məhsulları təyinatlı alimium	Qalaylanmış metal	Üzvü şüşə	Paslanmayan polad	Adi şüşə	Polietilen
0	4,0	2,7	1,3	3,8	3,3	2,6
5	6,2	3,4	2,4	3,9	3,4	2,8
10	6,7	3,9	3,2	4,0	3,4	2,8
15	6,9	4,2	3,3	4,0	3,5	3,0
20	7,5	4,5	3,2	4,1	3,6	3,0

Cədvəldə verilmiş nəticələrdən görünür ki, islanma baxımından eksperimental qurğuda işlədiləcək (1x17H2, x18H9), üzvü şüşə və polietilen sayıla bilər. Bu baxımından qurğunun temperatur təsiri az olan hissələrində polietilen, temperatur təsiri güclü olan hissələrində isə paslanmayan polad materialdan istifadə etmək məqsədəuyğundur.

4.4.2. Eksperimental normalizator-pasterizator qurğusunun işçi rejim xüsusiyyətlərinin tədqiqi

Boğaz dayağının elastiklik əmsalının $k=108 kq/sm$, boş barabanın kütləsi $m=0,01680 kq \cdot san^2/sm$, dolu barabanın kütləsi $m=0,01835 kq \cdot san^2/sm$, sürət götürmə müddəti 3,5 dəqiqə olmuş,

böhran sürət isə barabanın $0,01680 \text{ kq}\cdot\text{san}^2/\text{sm}$ kütləsində və fırlanma tezliyi $\omega = 20,5 \text{ san}^{-1}$ olduqda yaranmışdır. Bu zaman şaquli valın amplitudası $0,21 \text{ mm}$ və barabanın öz-özünə mərkəzləşməsinə keçən vaxt 16 san olmuşdur. İşçi tezlikdə rəqslərin amplitudası $0,1 \text{ mm}$ olmuşdur. Doldurulmuş barabanda böhran sürət barabanın $\omega = 20 \text{ san}^{-1}$ tezliyinə müvafiq gəlmişdir. Barabanın öz-özünə mərkəzləşməsinə keçən vaxt 17 san , işçi tezlikdə mürəkkəb rəqslərin amplitudası isə $0,1 \text{ mm}$ olmuşdur.

Sürət götürmə və işçi tezlikdə təməl və valın rəqslərinin qarşılıqlı təsirini müəyyən etmək üçün onların rəqsləri ossiloqrafın eyni plynokasına yazılmışdır. Boğaz dayağın elastiklik əmsalı nominala uyğun götürülmüşdür. Sürət götürmə müddəti $T=3,5$ dəqiqə olmuşdur.

Ossiloqrafın oxunması göstərmişdir ki, təməl üçün böhran sürət şaquli valın ilk böhran sürətindən tez başlayır və barabanın $\omega = 12 \text{ san}^{-1}$ tezliyinə müvafiq gəlir. Barabanın amplitudası $A=0,13 \text{ mm}$ olur. Şaquli valın böhran sürəti tezliyin $\omega = 20,5 \text{ san}^{-1}$ qiymətində, rəqsin amplitudasının $A=0,2 \text{ mm}$ qiyməti ilə baş verir. Şaquli valın böhran sürətində rezonans rəqslər və təməlin amplitudasının $0,08 \text{ mm}$ rəqsləri müşahidə olunmuşdur.

Barabanın fırlanma tezliyini artırırdıqda həm valda, həm də təməldə döyüntülü rəqslər müşahidə olunmuşdur. Valın maksimum döyüntülü rəqs amplitudası $0,165 \text{ mm}$, minimumu isə $0,06 \text{ mm}$ olmuşdur. Bu tip rəqslərin təməldə maksimum amplitudası $0,065 \text{ mm}$, minimumu isə $0,02 \text{ mm}$ olmuşdur. Göründüyü kimi döyüntülü rəqslər valda təmələ nəzərən daha böyük amplituda ilə baş verir.

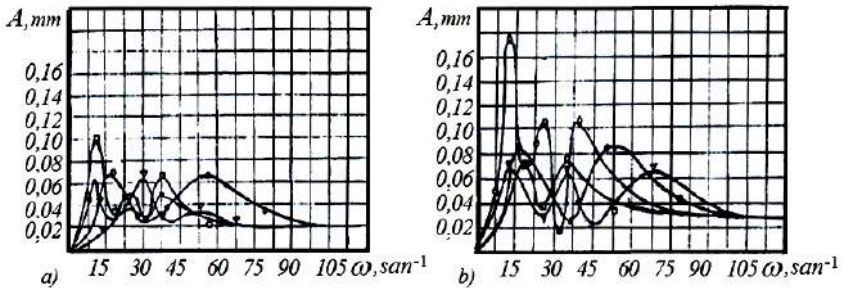
Baraban get-gedə sürət götürdükcə öz-özünə mərkəzləşir. Valın mürəkkəb rəqslər amplitudası təməlinkinə nəzərən azalır və işçi tezlik əldə edilənə qədər demək olar ki, sabit qalır. Sonrakı sürət götürmə müddətində təməlin rəqsləri iki cür səciyyəvi rezonans göstərmişdir. Bundan sonra təməlin rəqslərinin amplitudası azalmış və işçi tezlikdə minimum qiymətdə olmuşdur. Əgər təməlin rəqsləri işçi tezlikdə sadə harmonik şəkildə olursa, onda valın

təmələ nəzərən rəqsləri də harmonik səciyyəyə daşıyır. Ancaq döyüntülər olduquna görə rəqslər mürəkkəb olur.

Təcili sürət götürmə zamanı şaquli valın rəqsləri başlanğıcda mərkəzi oxa nəzərən simmetrik deyildir. Bunu onunla izah etmək olar ki, sürət götürmənin başlanğıc momentində vint cütündə yaranan qüvvə barabanı onun oxundan bir tərəfə doğru itələməyə çalışır. Barabanın fırlanma tezliyi artdıqca vint cütündəki qüvvə azalır və işçi tezlikdə rəqslər mərkəzi xəttə nəzərən simmetrik olur.

Təməl rəqslərinin tədqiqindən alınan qiymətlər əsasında onun rəqslərinin amplitudasının barabanın fırlanma tezliyindən asılılıq qrafiki qurulmuşdur (şək.4.15).

Separator mexanizminin normal sürət götürmə halında tələb olunan gücün ölçüləri göstərilmişdir ki, onun piki yalnız işə salmanın başlanğıc anında olur. Sonra gücün qiyməti kəskin olaraq müəyyən qiymətə qədər enir və barabanın tezliyi artdıqca yavaş-yavaş azalır işçi tezlikdə minimum qiymətinə çatır.

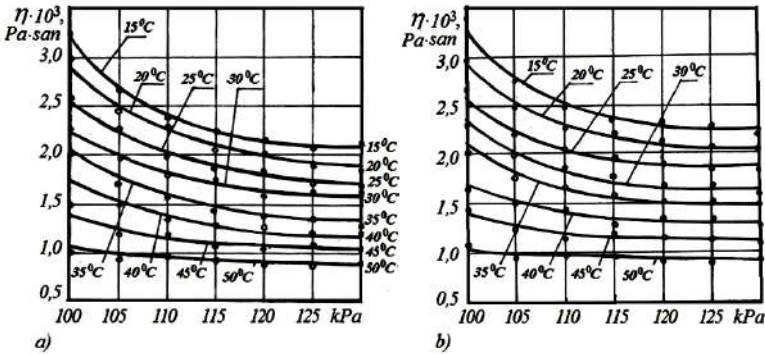


Şək.4.15. Separator təməlinin rəqslərinin amplitudasının barabanın fırlanma tezliyindən asılı olaraq dəyişmə qrafiki:

a) vintli çarx müstəvisi üzrə; b) vintli çarx müstəvisinə perpendikulyar müstəvi üzrə; ○ - deformasiyası 4 mm olan amortizasiya ilə; ▽ - sıxılmamış sərbəst amortizasiya ilə; ● - dayaq səthinin hər iki tərəfinə ara qatı qoyulub deformasiyası 2 mm-ə qədər nizamlanmış amortizasiya ilə; □ - dayaq səthinin hər iki tərəfinə ara qatı qoyulub deformasiyası 4 mm-ə qədər nizamlanmış amortizasiya ilə.

Eksperimental separatorlarda südün boşqablar arasından keçməsinə buxar vasitəsilə əlavə edilən təsirin prosesin keyfiyyətinə və məhsuldarlığa tsirini öyrənmək üçün baza separatoru və eksperimental separatorlarda müxtəlif təzyiq və temperatur qiymətlərində separatorlardan götürülmüş sd nümunələrində özlülük irəliləmə gərginlikləri v irəliləmə deformasiya sürətləri müəyyən edilmilər. Təcrübədən alınan v hesablanan qiymətlər əsasında kil 4.16-dakı qrafiklər qurulmuşdur.

kil 4.16-dan göründüyü kimi südün balangc yağlılığından asılı olmayaraq sd kamerasında buxarın təzyiqi artdıqca boşqablar arasında südün özlülüyünün azalması müşahidə edilir. zllyn azalması təzyiqin 115-120 kPa qiymətinə qədər nisbətən intensiv gedirsə, təzyiqin sonrakı artımı özlülüyün azalmasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilmir və o get-gedə stabil qiymət alır.



kil 4.16. Separatorlarda boşqablar arasında sd axınına əlavə təzyiq təbiiq etdikdə özlülüyünün dəyişmə ayriləri:

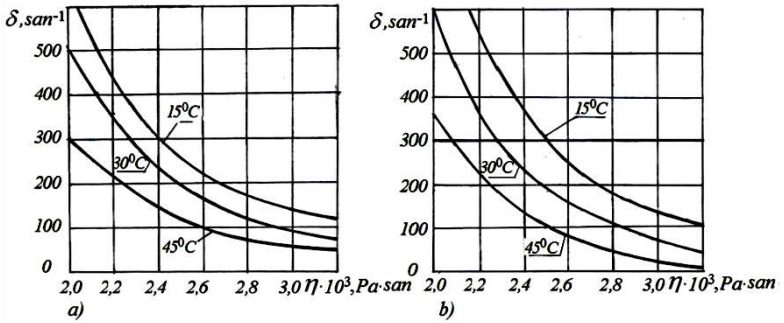
a) sd 3,4-dən 3,2% yağlılığa normallaşdırıldıqda; b) sd 3,8-dən 3,2% yağlılığa normallaşdırıldıqda.

Südün buxarla işlənməsi nəticəsində onun balangc temperaturunun dəyişməsi də özlülüyün azalmasına təsir göstərir. Əgər qzdırılmamı 3,4% yağlılıqlı sd (15°C) baza separatorunda tzyiqsiz normallaşdırıldıqda boşqablar arasında özlülük $3,25 \cdot 10^3$ Pa san olmuşdursa onu 30°C- qədər qzdırdıqda zlly $2,2 \cdot 10^3$

Pa san, 45°C -ə qədər qızdırdıqda isə $1,4 \cdot 10^3$ Pa san olmuşdur. Başqa sözlə desək südün hər 15°C qızdırılması özlülüynün təxminən 28,5% azalmasına səbəb olmuşdur. Məlumdur ki, prosesin intensivləşdirilməsi, asanlaşdırılması və enerji tutumunun azaldılması üçün temperaturun rolu varsa, keyfiyyət tələblərinə görə bunu yalnız məhdud şəkildə tətbiq etmək olar. Təcrübələr göstərir ki, təzyiğin özlülüyə təsiri südün aşağı temperaturlarında daha güclü yüksək temperaturlu süddə isə azdır. Məsəl üçün başlanğıc temperaturu 15°C olan qızdırılmamış südü eksperimental separatorada normallaşdırdıqda təzyiği 20 kPa artırırdıqda özlülük $3,25 \cdot 10^3$ Pa san-dən $2,15 \cdot 10^3$ Pa san-yəyə enmişdir. Özlülüynün azalması 33,8% olmuşdur. Başlanğıc temperaturu 45°C olan südü normallaşdırdıqda isə təzyiğin 20 kPa artırılmasında südün özlülüynü $1,4 \cdot 10^3$ Pa san-dən $1,15 \cdot 10^3$ Pa san-yə, yəni 17,8% azalmışdır.

Normallaşdırılacaq südün başlanğıc yağlılığının artıq olması prosesə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərmir. Bunu alınan qiymətlərin yaxınlığı (şək.4.16) bir daha təsdiq edir.

Şəkil 4.17-də irəliləmə deformasiyasının sürətinin (δ) südün özlülüyündən asılılıq qrafikləri verilmişdir.



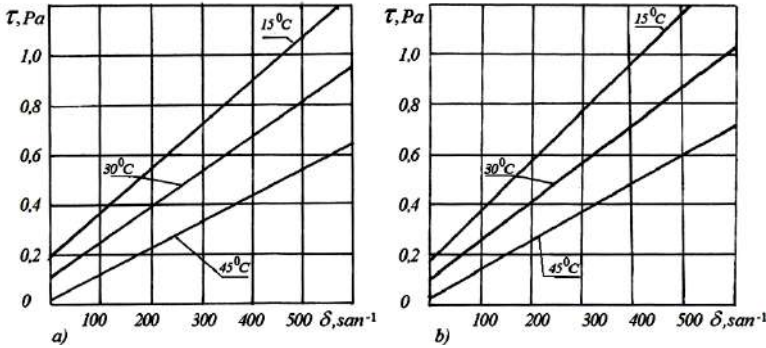
Şək.4.17. Südün irəliləmə deformasiyası sürətinin özlülükdən asılılıq əyriləri:

a) süd 3,4-dən 3,2% yağlılığa normallaşdırıldıqda; b) süd 3,8 - dən 3,2% yağlılığa normallaşdırıldıqda.

Qrafiklərdən görüldüyü kimi südün irəliləmə deformasiyasının sürəti özlülüynün azalması ilə daha kəskin şəkildə artmağa

meyillidir. Südün aşağı temperaturlarında bu daha çox, yuxarı temperaturlarında isə nisbətən azdır. Bu fakt eksperimental separator-da normallaşacaq süd kimi, soyudularaq saxlanmış süddən əlavə qızdırma aparmadan istifadə etməyə imkan verir.

Südün irəliləmə gərginliyinin deformasiya sürətindən asılılıq qrafikləri isə şəkil 4.18-də verilmişlər.



Şəkil.4.18. Müxtəlif başlanğıc temperaturunda separatorda normallaşdırılan südün irəliləmə gərginliyinin deformasiya sürətindən asılı olaraq dəyişmə qrafiki:

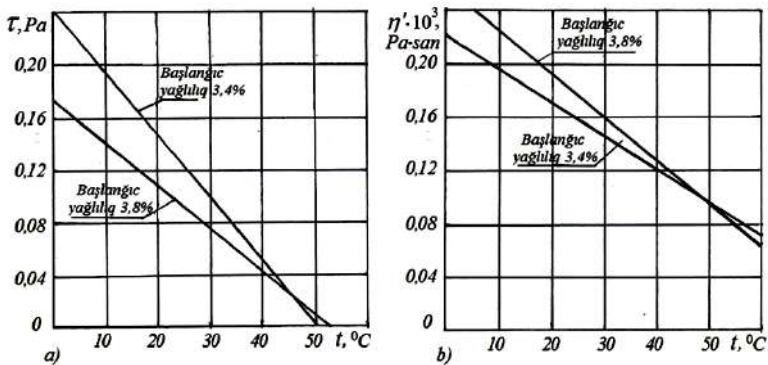
a) süd 3,4-dən 3,2% yağlılığa normallaşdırıldıqda; b) süd 3 -dən 3,2% yağlılığa normallaşdırıldıqda.

Əldə edilmiş qrafiklər ümumilikdə eksperimental separatorda müxtəlif başlanğıc yağlılığa malik südlərin normallaşdırılması zamanı onların realoji səciyyəsinə açıq şəkildə əks etdirir. Alınmış nəticələrə əsaslanaraq eksperimental separatorun səmərəli işçi rejimlərini dəqiqləşdirmək mümkündür. Qrafiklərə əsaslanaraq qeyd etmək olar ki, süd kamerasında buxar təzyiqinin 120 kPa-dan çox götürülməsi məqsədəuyğun deyildir. Südün buxarla işlənməsində onun 30°C -dən çox qızdırılması da tələb olunur. Odur ki, kamera-yaya veriləcək buxar miqdarı südün həddindən çox qızmasına deyil əsasən tələb olunan təzyiqin təmin olunmasına xidmət etməlidir. Südün kondensatla qarışması özlülüyün tənzimlənməsi ilə məhdudlaşdırıldığından süddə yağsızlaşdırılmış quru maddənin

azalmasına səbəb olmur, əksinə artıq xamanın yenidən prosesə qaytarılmasına imkan yaradır.

Tədqiqat qiymətlərindən istifadə edərək irəliləmə gərginliyinin həddü qiyməti τ_0 və tam dağılmış struktura malik südün ən kiçik özlülüyünü hesablayaraq onların temperaturdan asılılıq qrafiklərini qurmuşuq (şək.4.19).

Ümumilikdə təcrübə zamanı alınan qiymətlərə əsaslanaraq südün müəyyən edilmiş reoloji xüsusiyyətləri göstərir ki, normallaşma prosesində əlavə buxar təzyiqindən istifadə etməklə texnoloji prosesin məhsuldarlığının artması və yağ kürəciklərinin ayrılma keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması baş verir. Təcrübə göstərmişdir ki, eksperimental separatorun barabanından 5 litr südün keçməsinə baza separatoruna nəzərən daha az vaxt ($t_{orta}=261$ san) sərf olunmuşdur. Baza separatorunda bu vaxt t_{orta} 297 saniyədir.



Şək.4.19. Temperaturdan asılı olaraq südün həddü irəliləmə gərginliyinin (a) və separator boşqabları arasında genişlənərək tam dağılmış strukturlu südün ən aşağı özlülüyünün b) dəyişmə qrafikləri.

Mərkəzdənqacma prinsipli normallaşdırmada əsas müsbət cəhət yağ kürəciklərinin son məhsulda natural ölçülərdə dispersiyalılığının qorunmasından ibarətdir. Üzlü südə üzsüz süd vurma və yaxud üzsüz südə xama vurma ilə normallaşdırmada məhz bu cəhət qənaətbəxş səviyyədə olmur. Eksperimental tədqiqatlarda müxtəlif temperatur rejimlərində normallaşdırılan süddə yağ kü-

rəciklərinin ölçüləri və onların ümumi kütlədə yayılma xüsusiyyəti öyrənilmişdir. Eksperimentin nəticələri cədvəl 4.3-də və cədvəl 4.4-də əks olunmuşlar.

Cədvəl 4.3

3,4% yağlılıqdan 3,2% yağlılığa normallaşdırılan süddə yağ kürəciklərinin yayılması

Okulyar xətkəş bölgüsünə görə yağ kürəciklərinin ölçüləri, mkm	Nümunələrin yayılma səciyyəsi, %-lə						
	Təcrübə-dən qabaq	Təzyiq və temperatur rejimləri					
		100 kPa		110 kPa		120 kPa	
		t=15 ⁰ C	t=30 ⁰ C	t=15 ⁰ C	t=30 ⁰ C	t=15 ⁰ C	t=30 ⁰ C
0,5-1,0	57,46	43,55	51,18	48,31	55	55,16	66,2
1,0-1,5	23,25	34,11	31,57	42,51	35,8	39,23	23,2
1,5-2,0	13,29	13,44	15,03	7,73	9,2	4,14	10,1
2,0-2,5	-	6,45	2,22	1,45	-	1,18	0,5
2,5-3,0	-	2,15	-	-	-	0,29	-

Cədvəl 4.4

3,8% yağlılıqdan 3,2% yağlılığa normallaşdırılan süddə yağ kürəciklərinin yayılması

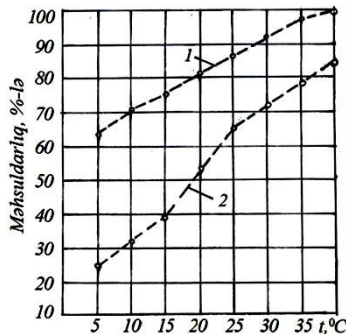
Okulyar xətkəş bölgüsünə görə yağ kürəciklərinin ölçüləri, mkm	Nümunələrin yayılma səciyyəsi, %-lə						
	Təcrübə-dən qabaq	Təzyiq və temperatur rejimləri					
		100 kPa		110 kPa		120 kPa	
		t=15 ⁰ C	t=30 ⁰ C	t=15 ⁰ C	t=30 ⁰ C	t=15 ⁰ C	t=30 ⁰ C
0,5-1,0	56,4	38,5	53,9	49,2	55	50	60
1,0-1,5	32,8	39,2	39,2	36,6	38,1	34,55	33,8
1,5-2,0	10,8	11,7	6,9	11,9	6,9	13	5,7
2,0-2,5	-	8,5	-	2,3	-	1,47	-
2,5-3,0	-	2,1	-	-	-	0,98	-

Cədvəllərdən görüldüyü kimi südün başlanğıc yağlılığından asılı olmayaraq (istər 3,4%, istər 3,8%) hər iki halda yağ kürəciklərinin normal ölçülərdə (0,5-dən 2,0 mkm-a qədər) dispersiyalılığı əsasən südün başlanğıc temperaturu 30⁰C və qəbul kamerasında təzyiq 120 kPa olduqda alınır. Birinci halda 0,5-1,0 mkm irilikdə yağ kürəcikləri ümumi kütlədə 66,2%, ikinci halda isə 60% təşkil edir. Birinci halda daha iri hissəciklər (1,5-2,0 mkm)

ümumi kütlədə 10,1% olduğu halda, ikinci halda 5,7% olur. Cədvəldən görüldüyü kimi 30⁰C temperaturu sūdü 110 kPa təzyiqlə barabana verdikdə yağ kürəciklərinin dispersiyalılığı hər iki variant üçün bir birinə daha yaxındır. Burada alınan nəticələr 0,5-1,0 mkm diametrli yağ kürəciklərinin ümumi kütlədə miqdarının 55% (I və II variantda) və 1,0-1,5 mkm diametrli kürəciklərin 35,8% (I variantda) və 38,1% (II variantda) olması qənaətbəxş sayıla bilər. Demək başlanğıc yağlılığın nə qədər olmasından asılı olmayaraq qurğunun qəbul kamerasında buxar təzyiqini 110 kPa-dan çox artırmağa ehtiyac yoxdur.

4.4.3. Məhsuldarlığın tədqiqi

Eksperimental qurğuda buxar təzyiqi tətbiq etməklə sūdün normalaşdırılması zamanı yağ kürəciklərinin qrup halında ayrılmasının təmin edilməsi ilə temperaturdan asılı olaraq separatorun məhsuldarlığının dəyişməsi təcrübi yolla müəyyən edilmişdir. Təcrübələr adi və təkmilləşdirilmiş variantlar üçün aparılmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, məhsuldarlıq üzrə qiymətlər yalnız sūdün nizamlanmış yağlılığı (3,2%) təmin olunan vəziyyətdə məqbul hesab edilmişdir. Hər iki variant üçün alınmış qiymətlər əsasında qrafiklər (şək.4.20) qurulmuşdur.



Şək.4.20. Adi və eksperimental texnologiya ilə separatorun məhsuldarlığının sūdün temperaturundan asılı olaraq dəyişməsi:

1- eksperimental qurğuda; 2- adi separatorda.

Şəkildən görüldüyü kimi hər iki variantda südün temperaturunun artması separatorun məhsuldarlığının artmasına səbəb olur. Eksperimental variantda hətta 35⁰C- dən aşağı temperaturda olan südün separatorda normallaşdırılma məhsuldarlığı adi varianta nəzərən 20-35% çox olur.

Eksperimental variantda südün 40⁰C qızdırılmasında separatorun məhsuldarlığının artması 100% təşkil edir. Bir sıra konstruktiv və texnoloji parametrləri eyni olmasına baxmayaraq baza və eksperimental separatorların oxşar və fərqli göstəriciləri aşağıdakı cədvəl 4.5-dəki kimidir.

Cədvəl 4.5

Baza və eksperimental separatorların texniki göstəriciləri

№	Göstəricilər	Ölçü vahidi	Separatorlar	
			Eksperimental	Baza
1	Barabanın fırlanma tezliyi	san ⁻¹	175	175
2	Barabanda boşqabların sayı	ədəd	12	12
3	İrəliləmə deformasiya sürəti	san ⁻¹	600	-
4	İşçi rejimə düşməyə keçən vaxt	san	120	60
5	Məhsuldarlıq	litr/saat	80	50

Beləliklə əlavə təzyiqlə südü separatorda normallaşdırdıqda südün özlülüyünün işçi zonada aşağı düşməsi baş verir, məhsuldarlıq 13% artır.

4.4.4. Eksperimental qurğuda işlənmiş südün keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi

Eksperimental qurğuda işlənmiş südün keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi təcrübə qoyulan təsərrüfatda (Tovuz rayonunun «Araz-T» şirkətinin südçülük fermasında süd analizi laboratoriya avadanlığı ilə paraqraf 4.3-də qeyd olunan metodika əsasında və ayrı-ayrı konservləşdirilmiş nümunələr isə Gəncə Dövlət standartlaşma idarəsinin ərzaq məhsullarının keyfiyyətinin müayinəsi laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Qiymətləndirmə zamanı südün keyfiyyətini müəyyən edən ayrı-ayrı göstəricilər standarta uyğun seçilmişdir. Keyfiyyət göstəricilərini müqayisə etmək üçün xam süd, su hamamında pastemizə edilmiş süd və eksperimental normalizator-pasterizatorada işlənmiş süd nümunələrindən istifadə olunmuşdur. Laboratoriya təhlili zamanı pastemizə olunmuş südlər 20⁰C temperatura qədər soyudulmuşlar.

Nəticələr göstərilmişdir ki, bir sıra göstəricilərə görə eksperimental qurğunun üstünlükləri vardır: zərərsizləşdirmə dərəcəsi adı üsula nəzərən 2,5-3 dəfə çoxdur, qaynama iyi yoxdur, vitaminlər daha yaxşı qorunmuşdur, amin turşularını limitləşdirən: lizin, histidin və argenin azalmamışlar. Nəticələr müqayisəli şəkildə cədvəl 4.6-da verilmişdir.

Tədqiqat nəticələri göstərmişdir ki, xam südlə eksperimental qurğuda işlənmiş südün tərkibi və xassələrini əks etdirən göstəricilərdə fərq azdır (cədvəl 4.7); eksperimental qurğuda işlənmiş südün saxlanma müddəti 5 günə qədərdir; qurğudan alınan normallaşmış və pastemizə olunmuş süd mexaniki çirklərdən təmizliyə görə birinci qrupa aiddir, mikroflora isə 99,9% məhv olmuşdur.

Eksperimental qurğudan çıxan südün zərərsizləşmə effektini təyin edərkən müəyyən olunmuşdur ki, nümunədə bağırsaq çöpü hətta 10 ml-də belə müşahidə edilməmişdir (icməli süddə buraxıla bilən norma 3,0 ml-dir).

Eksperimental qurğunun konstitusiyası onda sanitar-gigiyenik işlərin böyük effektlə aparılmasına imkan verir. Boruların və qabların daxilinə yuyulmasından çıxan suyun 1 ml-də: qablarda – 9,5...13,8, borularda – 24,2...36,2 mikroorqanizm müşahidə olunmuş, bağırsaq çöpü isə olmamışdır (cədvəl 4.8).

Eksperimental qurğuda işlənmiş südün bioloji aktivliyini müəyyən etmək üçün ona təmiz mənşəli qatıq mayası daxil edilmişdir. Turşuluqyaratma texnoloji norma daxilində olmuşdur.

Adi qatıqda birinci gün turşuluq 75⁰T, eksperimental qurğuda işlənmiş süddən hazırlanmış qatıqda isə 75,5⁰T olmuşdur. Üçüncü gün eksperimental variant qatıqda turşuluq 101,5⁰T, adi qatıqda isə 120⁰T olmuşdur

Eksperimental normalizator-pasterizatorda işlənmiş
südün tərkib və xassələrinin dəyişməsi

№	Göstəricilər	İşlənmiş xam süd	Su hamamında pasterizə edilmiş süd (+85 C)	Eksperimental qurguda işlənmiş süd (+85 C)
1	Xarici görünüşü	Çöküntüsüz yekcins maye		
2	Tamı və qoxusu	Natural süd-də məxsus	Kəskin pasterizasiya qoxusu	Zəif pasterizasiya qoxusu
3	Rəngi	Ağ rəngdən açıq sarıya meyilli		
4	Turşuluq, °T	16,9	17,0	16,8
5	Sıxlıq, q/sm ³	1,028	1,028	1,030
6.	Yağlılıq,%	3,8	3,8	3,2
7.	Umümi zülal,%	2,89	2,84	2,84
8.	Albumin-qlobulin,%	0,55	0,46	0,5
9.	Amin turşularının dəyişməsi %-lə lizinin histidin arginin	100 100 100	-(azalma)20 -13 -1	+(artma)6 +2 +7
10	Vitaminlərin dəyişməsi %-lə Vitamin A Karotin Vitamin B ₁ Vitamin B ₂ Vitamin B ₁₂ Vitamin C	100 100 100 100 100 100	-5 -5 -42 -22 -7 -8	0 +7 -8 -4 -6 -6
11	Umumi mikrobioloji çirklilik, ml-də	400000	2500	1000

Cədvəl 4.7

Üzsüz südlə vannada 3,2% yağlılığa normallaşdırılmış südün və eksperimental qurğuda normallaşdırılaraq pasterizə edilmiş südün tərkibi və xassələri

№	Göstəricilər	Qurğuya verilməmiş təzə süd	Qurğuda işlənmiş süd
1	2	3	4
1.	Xarici görünüşü	Çöküntüsüz yekcins maye	
2.	Tamı və qoxusu	Natural südə məxsus	Zəyif pasterizə olunmuş süd iyi
3.	Rəngi	Ağ rəngdən açıq sarıya meyilli	
4.	Turşluq, ⁰ T	16,4	16,1
5.	Saxlama müddəti, +10 ⁰ C-də, qaranlıqda, gün	2	5
6.	Yağlılıq,%	3,2	3,2
7.	Ümumi zülal,%	3,16	3,16
8.	Ümumi azot,%	0,501	0,495
9.	Amin turşuları: Lizin Histidin Arginin	11,45 3,33 4,27	12,08 3,40 4,61
10.	Vitaminlər,mq/litr Vitamin A Karotin Vitamin B ₁ Vitamin B ₂ Vitamin B ₁₂ Vitamin C	0,156 0,101 0,36 0,40 0,75 14,9	0,156 0,107 0,30 0,35 0,78 14,0
11.	Şəkər,%	5,12	5,07
12.	Sıxlıq, q/sm ³	1,03	1,03
13.	1 ml süddə ümumi mikroorqanizmlərin miqdarı	416423	1078
14.	Bağırsaq çöpü titri	0,00001 ml-ə qədər	3ml və çox

Eksperimental qurğuda işlənmiş süddən turş süd məhsulları – qatıq, şor və pendir hazırladıqda hazır məhsulların keyfiyyətində hər hansı dəyişiklik qeydə alınmamışdır. Qatığın orqanoleptik qiymətləndirilməsi göstərmişdir ki, o turş süd məhsulunun normal

tamındadır, kənar dad yoxdur, sərirləşdirici keyfiyyətə və yekcins yağ konsistensiyasına malikdir. Məhsul ağ süd rəngindədir. Şor turş süd dadı verir, başqa dad əlamətləri yoxdur.

Cədvəl 4.8.

Eksperimental qurğunun südlə təmasda olan qablarının və boruların yuyulmasında istifadə olunan suda mikroorqanizmlərin müşahidə olunması

No	Qurğunun hissələri	1 ml yuma suyunda mikroorqanizmlərin miqdarı	Bağırsağ çöpləri
1	Qəbul kamerası	9,5	Yoxdur
2	Separator boşqabları	13,8	Yoxdur
3	Borucuqlar	24,2	Yoxdur
4	Əyməli borular	36,2	Yoxdur

Beləliklə, belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, eksperimental normalizator-pasterizatorada işlənmiş süd tərkib və xassələrinə görə mənfi dəyişikliklərə uğramır. Bu südü xarab olmadan daha çox saxlamaq mümkündür, və o, turş süd məhsulları istehsalı üçün yararlıdır.

•

5. KƏNDLİ-FERMER TƏSƏRRÜFATI ŞƏRAİTİNDƏ YAĞ ALINMA TEXNOLOGİYASININ TƏDQIQI

Süd məhsulları istehsalı ilk növbədə əhalinin yüksək keyfiyyətli ərzaq məhsullarına tələbatını ödəməyə yönəlmişdir ki, bunların arasında kərə yağı xüsusi yer tutur. Kərə yağı qiymətli ərzaq məhsuludur ki, bunsuz heç cür balanslaşmış tamdəyərli qidalanma təşkil etmək mümkün olmur.

İstehlakçıların kərə yağına hərtərəfli diqqəti onun yüksək bioloji dəyərə, yüksək həzmləmə qabiliyyətinə (qarıyıq qidada 97-98% təşkil edir), geniş dad çalarları qammasına malik olması, xoş və yalnız ona məxsus rəng və ətrin olması, plastik qatılıqda olub istifadə universallığı, təcrübi olaraq bütün ərzaq məhsulları ilə bir yerdə yaxşı istifadə edilməsi ilə əlaqədardır. Təsədüfi deyil ki, ərzaq məhsullarına sərf edilən xərclərin 40,0%-i süd və süd məhsullarının payına düşür [381, 475]. Bu məhsul istər insanların gündəlik qidalanmasında, istərsə də ticarət şəbəkəsinin fəaliyyətində mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Hazırda respublikada kərə yağı istehsalı daxili tələbatı tam ödənilmir. Süd və süd məhsulları üzrə 2000-ci ilə qədər daxili istehsal tələbatın 58,9%-ni, idxal isə 0,7%-i təşkil edirdi [8]. Ancaq illər üzrə artım müşahidə olunur. Belə ki, 2007-ci ildə kərə yağı üzrə özünü təmin etmə 71,6% olmuşdursa, 2009-cu ildə 77% olmuşdur [9].

Müqayisə üçün göstərmək olar ki, 2002-ci ildə ölkəmizdə adam başına kərə yağı istehsalı 1,7 kq olmuşdursa da həmin göstərici Rusiya Federasiyasında- 1,9, Böyük Britaniyada- 2,1, Almaniyada- 5,1, Fransada- 7,5 kq olmuşdur. İstehlaka gəlincə isə adambaşına gündəlik artım 2009-cu ildə 9,6 qram olmaqla, 2007-ci ildə illik istehlak 2,39 kq, 2009-cu ildə isə 3,5 kq olmuşdur. Hər il ölkəyə 8533 ton və yaxud 6707,5 min ABŞ dolları dəyərində kərə yağı idxal olunur [9].

Hazırda süd məhsulları bazarında xarici mallar üstünlük təşkil edir. Yerli məhsullar əsasən Bakıda yerləşən bir neçə iri kombinat tərəfindən istehsal edilir. Digər şəhər və rayonlarda olan süd emal müəssisələri kiçik istehsal həcminə malik olmaqla, həm də fəaliyyətlərində stabil deyillər. Bununla belə ölkədə son illər süd istehsalının artması nəzərə çarpır. Süd emalı məhsullarının istehsalı üçün geniş imkanlar açılır. Kərə yağı istehsalında 1990-cı ilə nəzərən 1999-cu ildə 29,8% artım müşahidə olunmuşdur. Xüsusi ilə mülkiyyətçilərin yağ istehsalına daha çox meyilliyi hiss olunmaqdadır. Onlardan 30%-ə qədəri hər gün müxtəlif ölçüdə yağ istehsal edir. 65,1% hər gün 1 kq- 10,1% isə 2 kq yağ istehsal edir. Yağ istehsalı sahəsində Gədəbəy rayonu ön mövqedədir [26].

Hazırda bu sahədə qarşıda duran başlıca məqsəd daxili bazara yerli kərə yağı məhsulunu artırmaq, onun tələb olunan assortiment və keyfiyyətdə olmasına çalışmaqdan ibarətdir. Xüsusi ilə kəndli təsərrüfatında ənənəvi çalxalama üsuluna dayanan texnologiyanın təkmilləşdirilməsi, az enerji və material tutumu, prosesin asan idarə olunan mexanikləşdirilmiş şəklinin tətbiqi olduqca aktualdır.

Fermer təsərrüfatları birbaşa yerlərdə kiçik emal sexləri təşkil etmək imkanına malikdirlər, lakin onlar hazır məhsullar bazarına çıxmaqda çətinlik çəkirlər. Əksər fermerlər emal avadanlığı, texnoloji proses, bu sahədə iqtisadi səmərə barədə ümumiyyətlə məlumata malik deyillər.

Südü sağımdan sonra satışına və istehlakına üstünlük verilir ki, bu da son nəticədə iqtisadi mənfəətin aşağı düşməsinə səbəb olur. Lakin beynəlxalq təcrübə göstərir ki, kənd və rayonlarda süd emalı məhsullarının geniş potensial bazarı vardır.

Kənd təsərrüfatında baş vermiş islahatlar öz təsirini süd və süd məhsulları istehsalına da göstərmiş və hazırda istehsalın tempinin və keyfiyyətinin artırılması dövrü başlanmışdır [2].

Hazırda dünya təcrübəsində kərə yağı iki üsulla əldə edilir. Bunlardan biri yüksək yağlılıqlı xamanı kərə yağına çevirmək, ikincisi isə fasiləli və yaxud fasiləsiz işləyən yağ hazırlama qurğularında xamanı çalxalama yolu ilə [19]. Demək olar ki, bu iki üsul ümumilikdə əhalinin kərə yağının geniş assortimentinə tələbini və

xammal ehtiyatlarını nəzərə almaqla istehsalın istiqamətini və məhsulun assortimentini dəyişməyə imkan verir. Ancaq bu texnologiyalar süd emal zavodları şəraitində mürəkkəb konstruksiyalı, metal və enerji tutumlu çoxsaylı avadanlıqların işlədilməsinə əsaslanmışdır. Yağ hazırlama işi qarşısında sadə konstruksiyalı, asan istismar olunan və kiçik fermer təsərrüfatları üçün iqtisadi cəhətdən əlverişli texnologiya və texniki vasitələrin işlənməsi hələ də mühüm məsələ kimi durmaqdadır[72].

Eyni zamanda bu məsələnin həllində müxtəlif yağ növlərini almaq üçün komponentlərin tərkibinin istiqamətlənmiş şəkildə nizamlanması, başlanğıc süd xammalının bütün dəyərli komponentlərinin səmərəli və kompleks şəkildə istifadə olunması, məqsədli təyinatlı məhsulun- pəhriz, uşaqların qidalanması üçün profilaktik və müalicə səciyyəvi kərə yağı hazırlanmasına imkan yaradılmalıdır. Bu məsələlərin müvəffəqiyyətlə həll edilməsi xamadan yağ hazırlama üsul və mexaniki təsir formalarının təkmilləşdirilməsi ilə mümkündür.

Yağ istehsalı ilə əlaqədar mövcud vəziyyəti nəzərə almaqla belə qənaətə gəlmək olar ki, texnologiyanın təkmilləşdirilməsi məhsuldarlığın artırılması və son məhsulun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması enerji, metal və əmək sərfinin minimallaşması şərtinə əsaslanmışdır. Yağ hazırlayan maşın və avadanlıqları nəzərdən keçirdikdə görmək olar ki, ən vacib şərt, müxtəlif işçi orqanlar: vərdə-nələr, kürəklər, qarışdırıcılar və s. tərəfindən "dalğanın" formalaşmasından ibarətdir. Burada "dalğanın" formalaşması üçün hər hansı tutarın fırlanması məcburi şərt kimi qəbul edilmiş və onun maksimum fırlanma tezliyi dalğanın yaranma şərtləri ilə məhdudlaşdırılmışdır. Göründüyü kimi yağ ayırmada tətbiq edilən təsir formasının potensialı tam şəkildə sərf olunmuşdur. Burada "dalğanın" yaranmasında başqa üsulların araşdırılması və yoxlanması elmi axtarış istiqaməti kimi ortaya çıxır.

Bu cəhətdən istiqamətləndirilmiş və nizamlanan döyüntülərin (titrəyişlərin) xamadan yağın ayrılmasına təsirinin öyrənilməsi xüsusi maraq doğurur. Göründüyü kimi bu sahədə olduqca aktual elmi problem mövcuddur ki, o yalnız xüsusi elmi-tədqiqat işi ilə

həll edilməlidir. Bu problemin həlli nəinki süd zavodu və yaxud hər hansı kiçik süd emal müəssisəsində, həmçinin süd istehsal edən kəndli-fermer təsərrüfatlarında süd xammalının səmərəli və kompleks istifadə olunmasına, sabit olaraq yüksək keyfiyyətli kərə yağının istehsalına, məhsulun maya dəyərinin azalmasına, ümumilikdə isə respublikada bu məhsula tələbatın ödənilməsinə, bazarda yerli kərə yağının bolluğuna, onun rəqabət güclü növlərinin, assortimentinin çoxluğuna şərait yarada bilər.

Qeyd olunanları nəzərə alaraq bu tədqiqat işi titrəyişli mexaniki təsirə əsaslanan xamadan yağ alınması texnologiyası və qurğusunun işlənməsinə yönəldilmişdir.

5.1. YAĞ ALINMA TEXNOLOGİYASININ MÜASİR VƏZİYYƏTİ

5.1.1. Ərzaq məhsulları arasında kərə yağının yeri

Məhsulların ərzaq dəyəri, onlarda kaloriliyi, bioloji dəyəri və dad üstünlüklərini təmin edən maddələr kompleksinin olmasından asılıdır. Kərə yağının ərzaq dəyəri onun energetik dəyəri, tərkibindəki qidalı və bioloji aktiv maddələrin miqdarı, həzm olunma dərəcəsi, orqanoleptik və fizioloji dəyəri ilə xarakterizə olunur.

Ərzaq dəyəri dedikdə yağın kimyəvi tərkibinin yaşlı insanın balanslaşdırılmış qidalanma formulasına uyğun olduğu nəzərdə tutulur. Demək, yağ insan orqanizminin tələblərini nə qədər çox ödəyərsə və onun kimyəvi tərkibi balanslaşdırılmış qidalanma formulasına nə qədər çox uyğundursa, onun ərzaq dəyəri də o qədər çoxdur. Ərzaq dəyərinə görə yağ yalnız süddən, pendirdən və turş süd məhsullarından sonra gəlir. Bu, yağlılığın çox olması hesabına burada zülalın, karbohidratların, mineral maddələrin və suda həll ola bilən vitaminlərin, ümumilikdə isə balanslaşmış əsas qida maddələrinin nisbətən az olması ilə əlaqəlidir. Bununla yanaşı kərə yağı orqanizm üçün çox vacib olan yağ turşularına, yağda həll olunan vitaminlərə və fosfolipidlərə malikdir. Yağda həll olunan vitaminlərin əhəmiyyəti olduqca böyükdür [192, 300, 380, 443, 473, 479]. A vitamini görmə qabiliyyətini yaxşılaşdırmaq və gənc orqanizm hüceyrələrinin inkişafı üçün lazımdır; D vitamini kalsium və fosforun bioloji membranadan keçməklə nəqlini asanlaşdırır; E vitamini bioloji antioksidant funksiyasını yerinə yetirir. Kərə yağı hazırlama prosesində A və D vitaminləri praktiki olaraq dəyişməzlər. E vitamininin yağ hazırlanan zaman itkisi xammalda olduğuna nəzərən 80% təşkil edir. İnsan orqanizminə A vitaminin verilməsində süd yağı ən real mənbə sayılır.

Kərə yağının ərzaq dəyərini ondakı fosfolipidlər, xüsusi ilə yağ kürəciklərinin örtüyü olan letsitinlər artırır. İnsan orqanizmində fosfolipidlər bir çox maddələrlə qarşılıqlı əlaqədə olurlar. Zülallarla bir kompleksdə onlar insan orqanizmi hüceyrələrinin

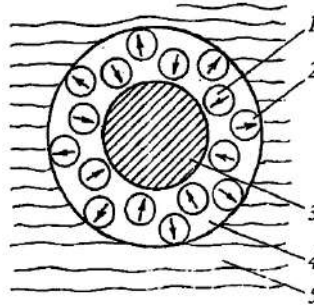
membranasının qurulmasında iştirak edirlər. Yağın fizioloji dəyəri onda olan və insan orqanizmində əsəb, ürək-damar, həzm və digər sistemlərə təsir edən maddələr, həmçinin yoluxucu xəstəliklərə müqavimət qabiliyyətinin olması ilə xarakterizə edilir. Yağın fizioloji dəyəri yalnız onda olan letsitinlə deyil həmçinin xolesterin miqdarı ilə müəyyən edilir. Xolesterin vəz turşularının yaranmasında başlanğıc komponent rolunu oynayır. O, böyrəküstü qabığı hormonlarının, D vitaminlərinin yaranmasında iştirak edir, qan cismicikləri üçün mühafizə edici təsirə malikdir və antioksidant rolunu oynaya bilir. Ancaq həddindən artıq olması steroskleroz yaranmasına səbəb ola bilər [512]. Yağda xolesterin miqdarı 0,2%-dən artıq olmamalıdır.

Beləliklə kərə yağının nisbətən yüksək bioloji dəyəri ondakı yağ turşularının, fosfolipidlərin, yağda həll oluna bilən vitaminlərin olması və insan orqanizmi tərəfindən yaxşı həzm oluna bilməsi ilə əlaqəlidir. Qarışıq ərzaqla qidalandıqda süd yağının həzm olunması 93-98% təşkil edir. Süd yağının təbii quruluşu onun nisbətən az temperaturda- 27-34°C əriməsinə və 18-13°C temperaturda bərkiməsinə imkan yaratmışdır [523]. Bu, süd yağının həzm olma prosesində maye hala keçməsinə təmin edir [531]. Odur ki, həzm orqanlarında pozğunluq yaranmış xəstələrə, ilk növbədə qara ciyər, öd xəstəliyində və uşaqların bəslənməsində süd yağından istifadə edilməsi tövsiyə olunur. Kərə yağının energetik dəyəri (kaloriliyi) onda olan yağların, karbohidratların və zülalların bioloji oksidləşməsi zamanı yaranan enerji miqdarı ilə xarakterizə olunur. Kərə yağının kaloriliyi 2111-3113 kCoul təşkil edir. Yağın orqanoleptik dəyəri spesifik dad, ətir, ekvivalent rəng və plastik konsistensiyanın olması ilə müəyyən olunur.

5.1.2. Kərə yaranma prosesinin nəzəri mülahizələri

Kərənin əsas kütləsini süd yağı təşkil edir ki, ümumi kütlədə bunun miqdarı yağın növündən asılı olaraq 81,5-82,5% təşkil edir. Süd yağının ümumi kütlədə bu qədər toplanmasını adi separator vasitəsi ilə də əldə etmək olar. Ancaq bu zaman kərə yağı deyil

yüksək yağlılıqlı xama alınır ki, bu da öz quruluşuna görə kərə yağından fərqli olur. Süddəki hər bir yağ kürəciyi örtüyünə malik olub, letsitin ilə zülalın birləşməsindən (şək.5.1) ibarətdir.

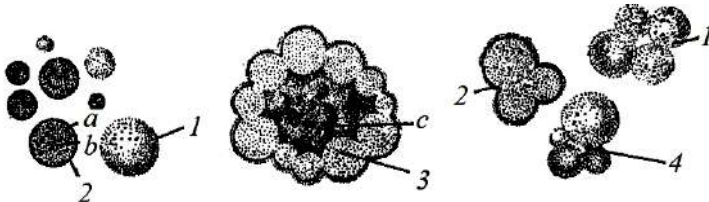


Şək.5.1. Süd yaği kürəciyinin örtüyünün quruluşu:

1-letsitin molekulu; 2-zülal molekulu; 3-yağ kürəciyi; 4-membrana; 5-zərdab.

Yağ alınması üçün yağ kürəciyi örtükdən azad olmalıdır. Bu isə çalxalama vaxtı baş verir. Odur ki, çalxalamada əsas məqsəd yağ kürəciklərinin örtüklərinin dağıdılması və onların birləşərək yağ danələrinin yaranmasından ibarətdir (şək.5.2).

Yüz ildən çoxdur ki, müxtəlif ölkələrin alimləri bu problemin üzərində çalışmışlar. Yağ əmələ gəlmə ilə əlaqəli müxtəlif fiziki-kimyəvi proseslər A.P.Belousov [124], İ.N.Vladovets [154], A.D.Qrişenko [205], Y.S.Zaykovski [228], Q.A.Kuk [294], N.Kinq [513], R.Moris [519], H.Mulder [520], O.Ran [524] və başqaları tərəfindən tədqiq olunmuşdur.



Şək.5.2. Yağ danəciyinin əmələ gəlmə sxemi:

1-yağ kürəciyinin ümumi görünüşü; 2-yağ kürəciyinin en kəsiyi; 3-yağ danəciyinin en kəsiyi; 4-yağ danəciyinin mumi görünüşü; a) yağ kürəciyinin örtüyü; b) yağ; c) hava qabarcığı.

O.Ranın [524] flotasiya nəzəriyyəsinə, yəni hava qabarcığı üzərində yağ kürəciklərinin toplanması fikirinə əsaslanaraq yağ danəciklərinin əmələ gəlməsini həmin hadisə ilə eyniləşdirir. Xəmə çalxalanan zaman əmələ gələn hava qabarcıqları (köpük) üzərində molekulyar cazibə qüvvələri təsiri ilə flotasiya hadisəsi baş verir. Flotasiyanın səbəbləri aşağıdakı kimi izah edilir: yağ kürəciklərinin örtüyü hava qabarcıqlarına nəzərən daha yüksək səthi gərilməyə malik olurlar. Buna görə də hava qabarcıqları ilə təmasda olan bir qism yağ kürəcikləri öz örtüklərini itirərək lütlənilir. Çalxalama zərbəsi təsirindən hava qabarcıqları partlayır və yağ kürəcikləri lütlənmiş tərəfləri ilə öz aralarında birləşərək ilkin konqlomeratlar yaradır. Bunlar da yenidən hava qabarcıqları səthinə düşür, ikinci, üçüncü və s. konqlomeratların yaranmasına səbəb olur. Yağın zülal örtüyünün əsas hissəsi dağıldıqda və konqlomeratlar müəyyən ölçüyə çatdıqda sonuncu köpüyün dayanıqlığını təmin edə bilmir. Bunun nəticəsində yeni hava qabarcıqlarının yaranması dayanır və yağ çalxalayanın mexaniki zərbələrinin bütün gücü konqlomeratların üzərinə düşür ki, bu da onların birləşib yağ (kərə) danələrinin yaranmasına səbəb olur. Kərə yağ danələri məhz birbaşa iri konqlomenratların öz aralarında birləşməsindən törəyir [144]. Yağ danələrinin arasında xırda kapilyarlarla birləşmiş kiçik plazma hissəcikləri qalmış olur. Gözlə görünən ölçüyə qədər konqlomeratların böyüməsi yağ danələrinin yaranması ilə nəticələnir ki, bu da hava dispers vəziyyətinin dağılmasından sonra baş verir.

A.P.Belousov [124] müəyyən etmişdir ki, çalxalanmanın ilk 6-10 dəqiqəsində havanın ümumi həcmi maksimuma (xəmə həcminin 90%-nə) çatmış olur. Sonra hava həcmi azalmağa başlayır. Hava qabarcıqlarının orta ölçüsü başlanğıcda 120-160 mkm təşkil edir. Çalxalanmanın ilk yarısının sonunda bu ölçülər 60-80 mkm-ə qədər azalır və sonra yenə də böyüməyə başlayır. 1 litr xəmədə hava qabarcıqlarının ümumi miqdarı 6 milyarda çatır. Bunların ümumi səthi isə 80 m^2 təşkil edir. A.P.Belousov hesablamışdır ki, 1 litr xəmədə olan yağ kürəciklərinin əsas kütləsinin zülal maddəsindən azad olması üçün hava qabarcıqlarının ümumi səthi 400 m^2 ,

başqa sözlə çalxalanan xamada yaranan hava fəzası səthindən 5 dəfə çox olmalıdır. Göründüyü kimi hava qabarcıqlarının 5 dəfə artırılması lazımdır ki, xamadakı yağ kürəciklərinin dayanıqlığının pozularaq onların kərəyə çevrilməsi təmin edilmiş olsun.

Y.S.Zaykovski [228] A.P.Belousovla [125] nəzəriyyənin yağ kürəciklərinin hava qabarcıqlarında flotasiya etmə hissəsi ilə razı olduğunu bildirir. Ancaq örtüklərin dağılmasına gəldikdə isə Y.S.Zaykovski fiziki kimyanın ümumi qaydalarına əsaslanaraq bunu aşağıdakı kimi izah edir. Yağ kürəciklərinin örtüyü və qabarcıqlar ətrafındakı maddə yüksək özlülüyə malik olduqlarından yağ kürəciklərinin qabarcıq üzərində bir-birlərinə yapışmasına kömək edir. Bu yapışma üzüm salxımındakı gilələrin yetişməsinə bənzəyir. Yağ çalxalayanın mexaniki təsiri nəticəsində qabarcıq (köpük) partlayır və yağ danələri yaranır.

P.Qordiyenko [189] köpük yaranmasının müsbət rolunu inkar edir. O, mexaniki enerjinin bu iş üçün sərf olunmasını səmərəsiz hesab edir. Bildirir ki, mexaniki enerjinin böyük hissəsi istiliyə çevrilib mayeni qızdırır və havanın keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir. O, yağ əmələ gəlmə prosesində həlledici faktor kimi mayenin nizamlı axınını hesab edir. Axın zamanı hissəciklər böyük sürətlə hərəkət edir, yağ kürəcikləri bir-birinə və çalxalayıcı kameranın divarına zərbə ilə çırpılır.

F.A.Vişemirski [160] yağ əmələ gəlməsinin mikrokinetikasını öyrənərək, xamanın çalxalanma müddəti ilə yağın həcmi miqdarının arasında düz mütənasibliyin olmasını aşkar etmişdir. O, müəyyən etmişdir ki, yağ hissəciklərinin toqquşma sayı artdıqca çalxalanma müddəti azalır.

Y.F.Qlaqolev [177] yağ əmələ gəlməsinin məğzini kolloid kimyası və termodinamika mövqeyindən izah edir. Məsələyə bu cür baxılmasına xamanın termodinamik dayanıqsız olma xassəsi əsas vermişdir ki, bu vəziyyət çalxalanma prosesində özünü göstərir. Ümumilikdə bu proses də xamaya mexaniki təsir nəticəsində meydana çıxır.

Xüsusi ədəbiyyatlarda [103, 180, 450, 494, 497, 506] kərə əmələ gəlmənin digər hipotezlərinə də rastlanır. Burada kərə ya-

ranmasının hidrodinamik nəzəriyyəsini də aid etmək olar. Bu nəzəriyyəyə görə yağ kürəciklərinin toplanması, xama daxilində hərəkət edən vərdənlərin yaratdığı burulğanlı qaytan nəticəsində olur. Çalxalayıcı kameranın divarı yaxınlığında sərhəd layında hərəkət edən xamada yağ kürəciklərinin kəskin fırlanma hərəkəti (mikroburulğan) baş verir. Nəticədə sürtünməyə sərf olunan iş onun temperaturunun artmasına səbəb olur. Bu istilik ətrafındakı mayeyə və yağ kürəciyinin daxilinə keçir, asan əriyən qlitseridləri əridir. Yağ kürəciyinin sürətlə fırlanması onun diffuziya layını dağdır və o xamanın turbulent axınına qoşulur mikroburulğan hərəkət sferasına daxil olur. Sonuncu, yağ kürəciklərinin bir-birinə yaxınlaşmasına və qaytanın ox xətti istiqamətində toplanmasına kömək edəcək qədər separasiya qabiliyyətinə malikdir. Nəhayətdə yaranan yağ topası kərə əmələ gəlməsi ilə nəticələnir. Ancaq bu nəzəriyyə hələ tam şəkildə işlənmiş kimi qəbul edilmir.

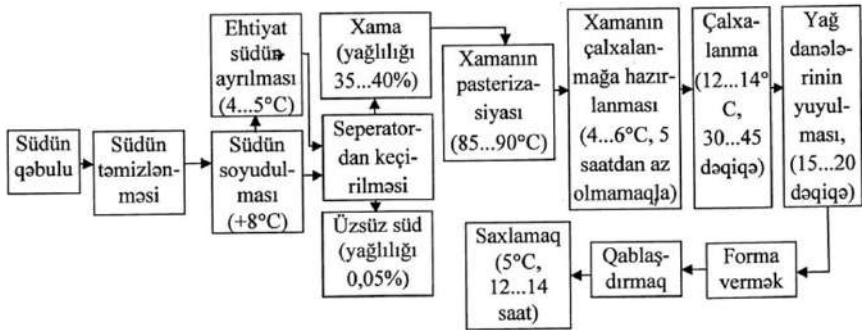
Yağ əmələ gəlmə məsələsində daha çox flotasiya nəzəriyyəsi izahat tapmışdır. Fasiləsiz yağ hazırlayanlarda isə köpük yaratmanın o qədər də əhəmiyyəti yoxdur. Görünür burada başlıca rolunu yağ kürəciklərinin toqquşması zamanı zərbə və yağ kürəciklərinin bir-biri, silindr və qarışdırıcı divarları ilə sürtünməsi oynayır. Hər iki hadisədə vacib şərt zərbənin yaranma xarakterindən ibarət olur.

5.1.3. Kərə alınma texnologiyasının müasir öyrənilmə səviyyəsi

Kərə yağı hazırlamaq prosesi mürəkkəb fiziki-kimyəvi proses olub, bunun əsasında qatılaşmış şəkildə xamadan yağı ayıraraq, kütlədə onun komponentlərinin bərabər yayılması və plastik formaya salınmasından ibarətdir. Xamadan kərə yağı alınma prosesinin müasir öyrənilmə səviyyəsi xamanın yağ fazasının qatılaşmasının iki üsulunun işlənməsi ilə səciyyələnə bilər. Bunlardan biri soyuq halda-çalxalanma üsulu, digəri isə isti halda separasiya üsuludur. Prosesin aralıq mərhələsində xamadakı yağın qatılaşdırma üsulundan asılı olaraq yağ danələri və yaxud yüksək yağlılıqlı xama əldə edilir ki, bunlar quruluş və xassələrinə görə bu mərhələdə hazır

kərə yağından və bir-birindən fərqli olurlar. Yüksək yağlılıqlı xama alındıqda yağ əmələ gətirməyə qədər bütün texnoloji əməliyyatlar 60-95°C temperaturda yerinə yetirilir [87, 88, 310, 375, 408, 424]. Yalnız son mərhələdə məhsul qliseridlərin kütləvi kristallaşması temperaturuna 12-15°C isə qısa müddətli pasterizasiyanı 85-95°C istisna etməklə proses 5-20°C-də baş verir. Yüksək yağlılıqlı xama alındıqda yağın aparatda kristallaşması tədricən həyata keçirilir. Yağ danəcikləri alındıqda isə kristallaşma tamamlanmış olur. Hər iki halda təzə hazırlanmış yağın temperaturu 12-15°C olur. Bununla belə müxtəlif üsul ilə hazırlanmış təzə yağ fiziki xassələrinə görə bir-birindən fərqlənir. Yüksək yağlılıqlı xamanın yağa çevrilmə üsulu ilə alınmış yağ mayeyəbənzər olduğu halda, xamanın çıxarılması ilə yağ danələrinin qatılşdırılması üsulu ilə alınmış kərə yağı əmtəəlik göstəricilərə xas şəkildə olur.

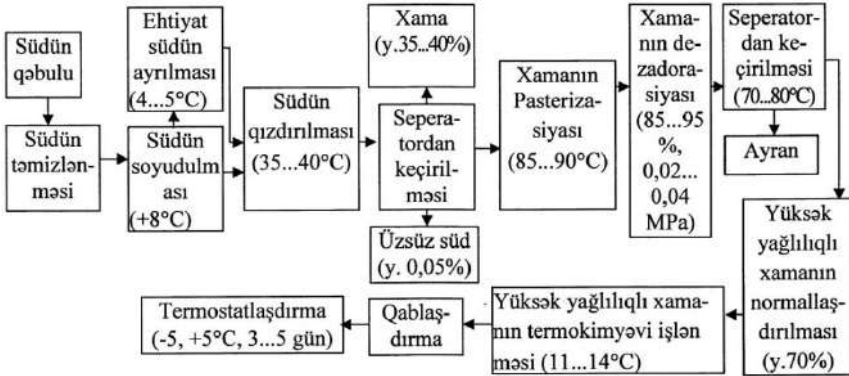
Beləliklə kərə yağı istehsalını iki texnoloji üsulu formalaşdırır: xamanın çalxalanması və yüksək qidalılıqlı xamanın yağa çevrilməsi (şək.5.3, şək.5.4).



Şək.5.3. Çalxalama üsulu ilə kərə yağı hazırlanmasının texnoloji sxemi.

Birinci texnoloji üsulda orta yağlılıqlı xama çalxalanaraq əvəlcə ondan yağ danələri alınır və sonra bu yağ danələri mexaniki təsirlə yağ kütləsinə çevrilirlər. İkinci texnoloji üsulda isə iki dəfə separator dan keçirilməklə yüksək qidalılıqlı xama alınır və sonra bu çalxalanmadan yağ hazırlayan qurğuda mexaniki təsirlə yağa

çevrilir. Yağ hazırlamaq üçün QOST 13264-ə cavab verə bilən hər süd istifadə edilə bilər. Üçüncü isə, tamdəyərli yem rasionu və müxtəlif yemlərlə qidalanan inəklərdən alınmış yüksək yağlılıqlı və iri yağ kürəciklərinə malik südə verilir.



Şək.5.4. Yüksək yağlılıqlı xamanın çevrilməsi ilə kərə yağı hazırlanmasının texnoloji sxemi.

Süddən hazırlanan xama cədvəl 5.1-dəki göstəricilərinə görə növlərə ayrılır.

Cədvəl 5.1

Xamanın növlərə ayrılması

Xamanın növü	Dad və qoxu	Qatılığı	Turşuluğu, T	Yağlılığı, %	Qaynadılmanın yoxlanması
Birinci növ	Təmiz, təzə ətrli, şirintəhər dad, yad dad və qoxu yoxdur	Yekcins, normal, yağ qırıntıları və mexaniki qatışıqlar yoxdur, donmuş deyil	14	35	Zülal hissəcikləri yoxdur
İkinci növ	Zəif şəkilə yem və yad dad vardır	Yekcins, yağ qırıntılarına rastlanır, mexaniki qatışıqlar yoxdur, donma izləri vardır	17	35	Ayrı-ayrı çökmüş zülal hissəciklərinə rastlanılır

Dövri olaraq xama reduktaz nümunəsi götürməklə bakterioloji çirklənməyə görə yoxlanır. Xama cədvəl 5.1-dəki tələbata cavab vermədikdə o qeyri kondision sayılır. Xamada aradan götürülməsi mümkün olan qüsurlar müşahidə edildikdə (həddindən artıq turşuluq və yaxud zəif şəkildə kənar qoxular) o yuyulur. Bunun üçün xamanın bir payına altı pay təmizlənmiş və 40°C-ə qədər soyudulmuş su əlavə edilir, qarışdırılır və sonda separatordan keçirilir. Qarışığın su fazası süd turşusu və arzu olunmayan çürümə məhsullarını özü aparır. Əgər qüsurlar yağ fazası ilə əlaqədar deyilsə yuyulmaq üçün üzsüz süddən istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, xamanın yuyulması zamanı yağ itkisinə yol verilir və heç də həmişə qüsurlar tam aradan götürülmüş olmur. Oudur ki, qüsurların yaranmasına yol verilməsə daha yaxşı olar. Bəzən xamadakı kənar qoxuların aradan götürülməsi üçün o havaya verilir. Bunun üçün 55-60°C-ə qədər qızdırılmış xama iki üç dəfə soyuducu qurğudan keçirilir. Kənar qoxunun aradan götürülməsinin ən yaxşı üsulu onun vakuum-buxarlandırıcı aparatda işlənməsidir [522, 532]. Burada xama aşağı temperaturda qaynayır və qoxu buxarla kənarlaşdırılır. Qeyd etmək lazımdır ki, bütün bunlar əlavə material və xərc tələb edir. Yuxarıda qeyd olunan səbəblərin yaranmasında çox vaxt südün və yaxud xamanın yağ hazırlanmasına göndərilməsinə vaxtın uzanması və qablardan qablara keçirilməsi ilə əlaqəli olur. Fermer təsərrüfatında xama və yaxud turş süd məhsulundan yağ hazırlanmasının əlverişli texniki həll olunarsa bu qüsurların yaranma ehtimalı da azalmış olar [377].

Xamanın çalxalanması üçün hazırlanması əsasən onun normallaşdırılmasından, pasterizə edilməsindən, soyudulmasından və fiziki yetişməliyinin təmin edilməsindən ibarətdir. Normallaşdırma müəyyən yağlılıqda yağ hazırlanması üçün lazım gəlir. Şit kərə yağı üçün xamada yağlılığın 32-37% olması kifayətdir. Əgər xamanın yağlılığı bundan azdırsa burada daha yağlı xama əlavə olunur. Xama daha çox yağlılıqda olduqda isə buraya üzün alınmış süd əlavə edirlər.

Normallaşdırılmış birinci növ xama 85-90°C-də, ikinci növ xama isə 92-95°C-də pasterizə olunur. Pasterizasiyanın daha yük-

sək temperaturda aparılması sulfhidril birləşməsinin əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu da digər maddələrlə birlikdə yağa pasterizasiya tamı verir, ancaq yağın saxlanma dayanıqlığını yüksəldir. Pasterizasiyanı əsasən mikroorqanizmlərin məhv edilməsi və fermentlərin (limoza, peroksidaza, proteza) inaktivizasiyası üçün yerinə yetirirlər.

Pasterizasiyadan qabaq plazmanın turşuluğunu müəyyən etmək lazımdır. Əgər xama plazmasının turşuluğu 30°T -dən artıq olarsa onda onu pasterizə etmək olmaz. Əks halda xama laxtalana bilər. Xamanın pasterizasiyası istər barabanlı, borulu və yaxud istərsə lövhəli pasterizatorlarda mümkündür. Belə qurğular olmadıqda xamanı qazanda qızdırmaqla pasterizasiyanı həyata keçirmək mümkündür.

Xamanın soyudulması tez və havasız şəraitdə yerinə yetirilməlidir. Əks halda yanmış tamın olması və materialın oksidləşməsi baş verir. Ən yaxşısı xamanın borulu soyuducuda soyudulması hesab edilir. Xama $4-7^{\circ}\text{C}$ -ə qədər soyudulduqda süd yağının qliseridləri kütləvi şəkildə kristallaşırlar. Yağ maye haldan bərk hala keçir və çalxalanma zamanı yağ danəsinin yaranması asanlaşır. Çalxalanma prosesinin normal getməsi üçün yalnız soyutma kifayət deyildir. Odur ki, xamanı yetişməyə qoymaq lazım gəlir. Yetişmə zamanı xama xüsusi ətir əldə edir. Xamanın yetişdirilməsində isə əsas məqsəd yağın soyudulması ilə onun kristallaşmasına şərait yaratmaqdan ibarətdir. Yaranan kristalların iriliyi soyutmanın intensivliyindən asılı olur. İntensiv soyutma tətbiq etdikdə yağda ani olaraq çoxlu sayda kristallaşma mərkəzləri yaranır. Bunlar çoxlu sayda kristalların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Əksinə xama gec soyudulduqda yalnız bir neçə kristallaşma mərkəzi yaranır ki, bunlar da bir müddətdən sonra iri kristallara çevrilirlər. Xamanın optimal fiziki yetişməsini təmin etmək üçün aşağıdakı rejimlər tövsiyə olunmuşdur: yaz-yay dövründə $4-6^{\circ}\text{C}$ -ə qədər soyudub 5 saat saxlamaq; payız-qış dövründə $5-7^{\circ}\text{C}$ -ə qədər soyudub 7 saat saxlamaq. Yetişməyə qoyulan xamada qliseridlərin kristallaşmasını sürətləndirmək üçün o ən azı üç dəfə qarışdırılır. Yetişmə zamanı yağ kürəcikləri daha elastik, onların örtüyü isə

daha nazikdir. Zülalların hidratasiyası dərəcəsinin artması nəticəsində xamanın özlülüyü artır, köpüyün yağ kürəciklərinin elektrik yüklənməsi azalır və bu çalxalanma zamanı yağın ayrına az keçməsinə şərait yaradır. Xamanın optimal yetişməsi olduqca vacibdir. Belə ki, tam yetişmiş xamada çox olan maye fraksiya tez çalxalanır və xırda yağ kürəcikləri yağ əmələ gəlmə prosesinə qoşula bilmirlər. Bunun nəticəsində ayrına daha çox yağ keçmiş olur. Yaxşı yetişmiş xamada isə əksinə yağ bərk alınır. Xamanın yetişmə müddəti temperaturun azaldılması ilə qısaldıla bilər. Belə ki, 0-1°C temperaturda xamanın yetişmə müddətini bir neçə dəqiqə nizamlamaq mümkündür.

Xamanın çalxalanması su məhlulundakı yağ emulsiyasının yağda su emulsiyasına çevirməkdən ibarətdir. Bu çevrilmənin mexanizmi hələ tam açılmamışdır. Ancaq xamanın çalxalanması üzrə bir neçə hipotez mövcuddur. Bunlardan biri A.P.Belousov [124] tərəfindən irəli sürülən flotasiya hipotezidir. Bu hipotezin məzisi ondadır ki, xama çalxalanan zaman hava qabarcıqları (köpük) əmələ gəlir. Bu hava qabarcıqlarının səthində yağ kürəcikləri toplanır (flotasiya edir). Yağ kürəciklərinin örtüklərinin letsitin-zülal kompleksi hava qabarcıqları üzərində olan xama plazma maddəsinə nəzərən daha yüksək səthi aktivliyə malik olurlar. Bunun nəticəsində qabarcıqlar üzərində yağ kürəciklərinin flotasiyası zamanı daha aktiv səth az aktiv maddəni sıxışdıraraq qabarcıq səthinə keçir. Yağ çalxalayanın təsirindən yağ kürəcikləri çılpaq qalmış hissələri ilə birləşərək ilk konqlomeratları yaradır. Bu konqlomeratlar da hava qabarcıqlarına tuş gəlib örtüyünün bir hissəsini itirir və sonradan daha iri hissə şəklində birləşirlər. A.P.Belousov hesab edir ki, hava qabarcıqlarının beş dəfə dəyişməsi yağ kürəciklərinin yağ kütləsi əmələ gətirməsinə kifayət edir [124].

Yağ çalxalayan xama ilə doldurulmazdan qabaq qaynar yuyucu məhlulla yuyulur, sonra soyuq su ilə (suyun temperaturu çalxalanaraq xamanın temperaturundan 2-3°C aşağı olmalıdır) yaxalanır. Yaz-yay dövründə xamanın temperaturu 7-12°C, payız-qış dövründə 8-14°C götürülür. Yağ çalxalayan adətən həcmnin 30-40% qədər xama ilə doldurulur. İlk 5 dəqiqə çalxalamadan sonra

qurğu dayandırılır və onda toplanmış karbon qazı xaric olunur. Çalxalama 40-45 dəqiqə davam etdirilir. Burada prosesin sonu primitiv üsulla müşahidə pəncərəsi vasitəsi ilə müəyyən edilir. Başlanğıcda müşahidə pəncərəsi xama ilə təmasda olduğundan bulanlıq rəng alır. Yağ hissəcikləri yarandıqda həm qurğunun sə-sində dəyişiklik yaranır (yağ komaları fasiləli olaraq barabanın di-varına zərbə ilə dəyir), həm də get-gedə müşahidə pəncərəsi şəf-faflaşmağa başlayır. Burada prosesə təsir və nizamlama mexaniz-mi mövcud deyildir.

Prosesin sonunun dəqiqləşdirilməsi isə olduqca vacibdir. Qur-ğunun vaxtından tez dayandırılması halında ayrına çox yağ keçir və yağ aşağı keyfiyyətdə alınır. Proses uzandıqda isə yağ piy kon-sistensiyasında alınır və saxlanması pisləşir.

Yağ hazırlanarkən çalışırlar ki, itki az olsun. Bunun üçün pro-sesə kömək edən faktorlar nəzərə alınmaqla düzgün texnologiya seçilməsi olduqca vacibdir. Bu faktorlar çoxdur. Bunlardan başlı-caları isə- temperatur, turşuluq, xamanın yağıllığı, qurğunun dol-durulma dərəcəsi və onun işçi rejimi sayılır.

Tədqiqatçıların [57, 58, 224, 291, 356] fikrincə xamanın tem-peraturu soyuq mövsümdə 12°C, isti mövsümdə 8°C olmalıdır. Temperaturun artırılması çalxalama prosesini sürətləndirir, yağın ayrına keçərək itkisini artırır. Təcrübələr göstərmişdir ki, turşu-dulmuş xamaların digər eyni şərtlər daxilində yağ alınma üçün çalxalanması daha tez başa çatır. Bu onu göstərir ki, turşuluq yağ kürəciklərinə, daha doğrusu onların örtüklərinə təsir göstərir, onla-rı izotermik nöqtəyə gətirir. Belə olduqda yağ ilə örtük arasındakı əlaqə zəifləyir və çalxalama prosesi sürətlənir. Xamanın turşulu-ğunun 12-18⁰T arasında olması tövsiyə olunmuşdur [437, 439].

Tədqiqatçıların fikrinə görə xamanın yağıllığı da optimal hü-dudda olmalıdır [200, 203]. Həddindən artıq yağıllığa malik xa-malar özlülük çox olduğundan çətin çalxalanırlar. Bu eyni zaman-da köpüklənməyə mane olur. Həddindən artıq yağıllıqda xamadan istifadə etdikdə qurğudan səmərəli istifadə olunmur və ayrına ya-ğın keçməsi artır. Çalxalama üçün xamanın yağıllığının 32-37% götürülməsi tövsiyə edilir [200, 203]. Fasiləli yağçalxalayanlar

üzrə aparılmış tədqiqatlarda [219] yağ çalxalayanın fırlanma tezliyi 46-60 dövr/dəqiqə tövsiyə edilmişdir. Onların fikrincə bundan çox fırlanma tezliyində mərkəzdənqaçma qüvvəsi təsirindən xamanın hərəkəti məhdudlaşmış olur.

Göründüyü kimi fırlanma hərəkətinə əsaslanan mövcud yağ çalxalayan qurğularda xamanın hərəkətliliyi yalnız fırlanma ilə məhdudlaşmamalıdır.

Yağ çalxalayan orqanın fırlanma tezliyi azaldıqda isə xamanın kamerada çırpılması və düşməsi zamanı zərbə qüvvəsi az olur. Hər iki halda çalxalama prosesi uzanır, nəticədə xama yağından istifadə pisləşir, kərənin keyfiyyəti aşağı düşür.

Bir sıra tədqiqatçılar [324, 336] yağ çalxalamanın ümumi həcmnin 40%-nin doldurulmasını tövsiyə etmişdir. Bu ona görədir ki, həcm daha çox doldurulması da kameranın hərəkət məkanını məhdudlaşdırmış olur. Bu isə prosesin uzanmasına, enerji və əmək sərfinin artmasına səbəb olur. Həcm kifayət qədər doldurulmadıqda çalxalanma sürətlənir, ancaq eyni zamanda ayrana yağ keçməsi də artır. Hər iki halda yağın sonrakı işlənməsi çətinləşir və onun keyfiyyəti aşağı düşür.

Göründüyü kimi fasiləli yağ çalxalayan qurğularda xamanın istənilən halda hərəkətliliyi təmin edən mexaniki təsirlər və bunların kəmiyyət və istiqamətə idarə olunması olduqca vacibdir.

Yağ kütləsindən ayran ayrıldıqdan sonra yağ danələri yuyulur. Nəzəri olaraq bu yağdakı ayran damlalarının su damlları ilə əvəz olunması mənasını verir. Yağ iki dəfə yuyulur. Birinci dəfə çalxalanan xamanın yarı hissəsi qədər və onun temperaturuna bərabər temperaturda sudan istifadə edilir. İkinci yumada suyun temperaturu 2°C azaldılmış olur. Yağ danəcikləri suda bir neçə dəfə qarışdırıldıqdan sonra su axıdılır. Yaxşı yuyulmuş yağda qalıq ayran 0,5–1% - dən artıq olmur.

Yağın sonrakı işlənməsi yağ danəciklərinin lay halına salınmasından və nəmliyinin nizamlanmasından ibarətdir [537]. Bunun üçün yağ vərdənlər arasından keçirilir. Yağ danələrinin bir neçə dəfə vərdənlərdən keçirilməsi yağ layından suyun sıxılıb çıxarılmasını təmin edir. Vərdənlərdən yağı buraxdıqdan sonra ondan

nümunə götürüb nəmliyi təyin edilir. Nəmliyin yağ kütləsində bərabər yayılması tələb olunur [52, 111].

Kərə yağı alınma texnologiyasının əsasında süd yağının temperatur təsiri ilə öz aqreqat halını dəyişəbilmə xassəsi durur. Odur ki, yağ hazırlama texnologiyalarının təkmilləşdirilmə istiqamətində aparılmış əksər tədqiqatlarda [124, 161, 183, 205] məhz bu faktorlara daha çox yer verilmişdir. Ancaq yağ hazırlama prosesində dalğavari təsir, təzyiq və s. mexaniki təsirlərin iştirakı az rol oynamasına baxmayaraq bu təsirlərin öyrənilməsinə tədqiqatlarda kifayət qədər diqqət verilmişdir.

5.1.4. Kərə hazırlama qurğularının təkmilləşmə baxımından qiymətləndirilməsi

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi kərə yağı ya xamanın saxlanması, ya da yüksək yağlılıqlı süd-yağ emulsiyasının kərəyə çevrilməsi ilə əldə edilir. Xamanın çalxalanması üsulu ilə yağ hazırlanmasının fasiləli və fasiləsiz metodları vardır [19, 52-55, 252]. Fasiləsiz metodla yağ hazırlanması üçün süd sənayesi bazarında bir sıra xarici ölkələrin, o cümlədən məhsuldarlığı 500-dən 800 kq/saat-a qədər olan "Vestfaliya" və "Pasilak" şirkətlərinin (AFR) [488], məhsuldarlığı 1200 kq/saat olan "Temp" (Ukrayna) müəssisəsinin A1-OMİ yağ hazırlayanlarına rast gəlmək mümkündür.

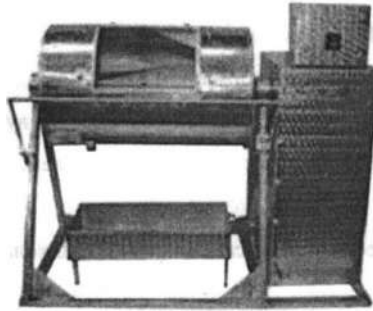
Rusiya Federasiyası və Müstəqil Dövlətlər Birliyi məkanında isə МПД tipli fasiləli yağ çalxalayan qurğular, ЯЗ-ОМЕ, МИБС-0,2, ИПКС-030(Н) və РЗ-ОБЭ istehsal olunurlar [321]. Bu qurğuların tutumu 130-2000 litr arasındadır. Qeyd olunan fasiləli yağ hazırlayan qurğular çox da böyük istehsal gücünə malik olmayan müəssisələrdə, həmçinin ikinci xammalın emalında və turşuluğa görə qeyri kondision xamanın emalında istifadə olunurlar [354].

МПД tipli fasiləli yağ hazırlayan qurğular (şəx.5.5) nominal tutumu və doldurulma tutumuna görə МПД-200/80, МПД-250/100, МПД-300/120 variantlarında Rusiya Federasiyasının Boroviçi xüsusi təcrübə zavodu "БОСЗ" tərəfindən buraxılırlar [324].

Bu qurğular konstruktiv olaraq iki əsas qovşaqdan ibarətdirlər: birinci- daxilində dörd kürəsi olan içiboş silindr şəkilli və öz oxu ətrafında fırlanan material baraban; ikinci isə- örtük altında quraşdırılmış intiqal mexanizmi. Qovşaqlar bir çərçivə üzərində möhkəm birləşdirilmişlər. Yağ alınma prosesini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə barabanın fırlanma oxu boyunca bir val da quraşdırılmışdır. Xama qurğuya xüsusi lyukdan doldurulur ki, iş zamanı bu lyuk kip bağlanmış olur.

Qurğunun iş təhlükəsizliyini təmin etmək üçün o, qabaq və arxa tərəfdən çəpərlənmişdir. Arxa çəpər həm də suvarma vəzifəsini yerinə yetirmək üçün xüsusi tərtibatla təchiz olunmuşdur.

İntiqal mexanizmi örtük altında olub, vintvari reduktorlu motor və qayıq ötürməsinə malikdir. Örtüyün üst tərəfində idarəetmə pultu yerləşdirilmişdir.



Şək.5.5. МПД tipli fasiləli yağ hazırlayan qurğu.

Qurğunun məhsulla təmasda olan bütün hissələri 12x18H10T markalı paslanmayan poladdan hazırlanmışdır.

Rusiya Federasiyasının Mitişi ООО "Prodtexmaş" zavodu tərəfindən baraban tipli işçi orqana malik digər fasiləli yağ hazırlayanlar nisbətən az məhsuldarlığa və az enerji sərfinə əsaslanmışlar. Bunlardan Я3-ОМЕ qurğusunun barabanının həndəsi həcmi 130 litr, xama ilə maksimum doldurulma həcmi 65 litr, МИБС-0,2 qurğusunun barabanının həndəsi həcmi 200 litr, xama ilə maksimum doldurulma həcmi isə 80 litrdir. Hər iki qurğunun tələb etdiyi güc МПД-dəki 1,5 kVt-a qarşı 1,1 kVt-dır.

Bütün bunlara baxmayaraq istərsə МПД və istərsə Я3-OME və МИБС-0,2-də texnoloji tsikl müddəti uzun olub 1,2-2,0 saatdır.

Dünya ölkələrində fasiləli işləyən yağ maşınlarından geniş sürətdə istifadə olunur [322]. Yağı işləmə prinsipinə görə bunlar vər-dənəli və yaxud vər-dənəsiz variantda olurlar. Müasir fasiləli təsirli yağ hazırlayan qurğuların əksəriyyəti vər-dənəsizdirlər [323]. Xamanın çalxalanması və yağın işlənməsi bu qurğuların çəlləklərində hərəkətsiz yerləşdirilmiş xüsusi konstruksiyalı kürəklərlə həyata keçirilir. Məsəl üçün "Koldinq", "Paaş" firmaları həcmi 100 min litr olan bu cür metaldan hazırlanmış, vər-dənəsiz yağ hazırlayanlar istehsal edirlər. Adətən 20-40 dəq⁻¹ tezliklə fırlanan bu yağ hazırlayanlar öz həcmnin 40-50%-i qədər xama ilə doldurulurlar.

Sənaye tərəfindən buraxılan MM-5000 yağ hazırlayan qurğunun tutumu 5 min litrdir. Onun xama ilə doldurulması və kərənin çıxarılması üçün çəlləyi düzbucaqlı lyukla təchiz edilmişdir. Bunun ağızı hava kranı qapaqla germetik olaraq bağlanır. Ayrı-ayrılıqda boşaltmaq üçün çəlləyin silindrik hissəsində iki ədəd kran vardır. Çəlləyin dibinə və yanlarına üç ədəd xüsusi konstruksiyalı kürəklər qaynaq edilmişdir. İşçi prosesi müşahidə etmək üçün sferik dibdə iki ədəd pəncərə vardır.

Bu qurğulara konstruktiv cəhətdən yaxın olan yağ hazırlayanlar Almaniya Federativ Respublikası tərəfindən buraxılan VGA-4 [318] qurğusudur. Həcmi 4000 litr olan VGA-4 və həcmi 6000 litr olan VGA-6 qurğularının çəlləklərinin içərisində xüsusi konstruksiyalı zərbə yaradan işçi orqanlar quraşdırılmışdır.

Almaniya Federativ Respublikasının "Alborn" şirkəti həcmi 1200 litr və 7000 litr olan yağ hazırlayan qurğular istehsal edir. Danimarkada isə "Koldinq" şirkətinin istehsal etdiyi yağ hazırlayan qurğunun həcmi 1200-10000 litrdir. Bu cür silindrik yağ hazırlayan qurğular konstruktiv xüsusiyyətləri, xama doldurulmuş çəlləyi fırladan elektrik intiqalı, ayrı-ayrı proseslərin avtomatlaşdırılma səviyyəsinə görə bir-birindən fərqlənirlər.

Silindrik konstruksiyalı fasiləli yağ hazırlayan qurğulara Çexiyanın "Chepas" MM12, Hollandiyanın "Nadem", Danimarkanın "Poash Silkeborg" və İsveçin "Alfa Laval" [323] aiddirlər.

Oktaedr formasında olan VGA-16 yağ hazırlayan qurğusunun həcmi 1600 litrdir. Bu qurğu xamanın bütün istiqamətlərdə intensiv olaraq qarışmasını təmin edir. Bu işə kərənin tez və yekcins alınması, onda nəmliyin bərabər yayılması üçün əsas şərt sayılır.

Fransanın istehsal etdiyi "Liogre" [323] yağ hazırlayan qurğu altıküncü piramida şəklində hazırlanmışdır. Almaniya Federativ Respublikasının "Astra" şirkətinin MA və MS yağ hazırlayan modelləri, "Kreysel", "Nordmark" şirkətlərinin [525] və Danimarkanın "Tor" şirkətinin buraxdığı yağ hazırlayanlar silindrik-konusvari konfigurasiyalı qurğulara aiddirlər [323].

Yağ danələrinin ölçüləri tətbiq olunan yağ çalxalayan qurğulardan və çalxalama texnikasından asılı olur. Belə ki, konus və kub şəkilli yağ hazırlayan qurğularda çalxalama prosesi yağ danələrinin ölçüsü 4-7 mm, silindrik şəkilli qurğularda isə 3-4 mm olduqda başa çatır.

Yağ danələri əldə edildikdən sonra kərədən süzüləməklə ayran axıdılır. Ayran axıdılması qurtardıqdan sonra isə yağ danələrinin yuyulması lazımdır. Bunun üçün yağ hazırlayana müəyyən miqdarda su tökülüb ağzı kip halda bağlanır. Yağ hazırlayan çalxalamada olduğu sürətlə fırladılır. Yağ danələri bu qaydada yuyulduqdan sonra qurğu dayandırılaraq yuyucu su axıdılır. Sonra kərənin 15-20 dəqiqə mexaniki işlənməsi həyata keçirilir. İşlənmə prosesi ilk 5-8 dəqiqə ərzində kranın bağlı vəziyyətində yerinə yetirilir. Laylar əmələ gəldikcə isə kranlar açılaraq suyun buraxılmasına şərait yaradılır. Nümunələrin analiz nəticələrinə əsaslanaraq çatışmayan nəmlik hesablanır və çatışmayan nəmliyi təmin etmək üçün ayran və yaxud su əlavə edilir. Bu zaman yağın işlənməsi nəmliyin kərədə tam paylanmasına qədər davam etdirilir. Bəzi tədqiqatçılar [438] nəmliyin kərədə tam paylanması üçün homogenizator-plastifikator tətbiq etməyi məsləhət görürlər.

Məhsulda hava iştirakını azaltmaq məqsədi ilə yağın işlənməsini vakuum şəraitində [158] aparmaq olar. Bu üsul Danimarkanın "Paoş", "Larsen və Petersen" şirkətinin "Kubus" yağ hazırlayan qurğularında tətbiq edilir. Bu tip qurğularda hazırlanmış kərə yekcins quruluşa malik olub yaxşı saxlana bilər.

Bir hazırlama prosesinin (qurğu doldurulandan hazırlama qurtarana qədər) tam tsikl müddəti 2,5 saat, saxlama müddəti isə 50-60 dəqiqə təşkil edir.

Fasiləli yağ hazırlayanların üstün cəhətləri texnoloji prosesin aydın seçilən mərhələliyinin (çalxalama, ayranın boşaldılması, yuyulma, mexaniki işlənmə) olması, nəzarət mümkünlüyü və hər əməliyyatın keyfiyyətini təmin edən parametrlərin nizamlanma imkanının olmasıdır.

Bu qurğuların əsas nöqsanı böyük həcmli qurğuların, xüsusi ilə silindrik formada olanların hazırlanma mürəkkəbliyindən ibarətdir. Xama ilə birlikdə fırlanan həcmın böyük kütləyə malik olması və mühərrikə zərbə yüklənmələrinin olması böyük güc sərfinə səbəb olur, intiqala, dayaq yastıqlarına və intiqalın idarə olunma sistemlərinə yüksək tələblər irəli sürülür. Kərəyə çox miqdarda hava vurulması məhsulun keyfiyyətinə mənfi təsir göstərməklə onun saxlanma müddətinin qısalmasına səbəb olur. Yağın vakuüm şəraitində işlənməsi isə konstruksiyanı mürəkkəbləşdirir, bu tip yağ hazırlayanların istismarını çətinləşdirir.

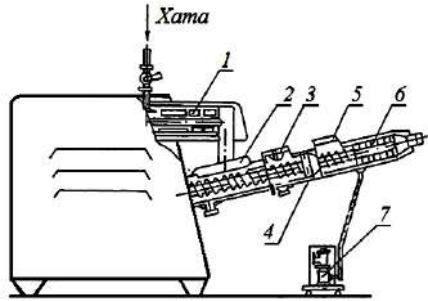
Fasiləli yağ çalxalayanlarla yanaşı fasiləsiz üsulla yağ hazırlayan qurğular [320] da tətbiq edilir. Bu qurğularda şit və duzlu kərə hazırlamaq mümkündür. Fasiləsiz işləyən yağ hazırlayan qurğularda "Lyubitel", "Kəndli" və buterbrod yağı hazırlanır.

Bizim respublikamızda məhsuldarlığı 1000 kq/saat olan A1-010-CHГ qurğusu, "Simon Frer" (Fransa), FBF-1 (Almaniya), KM-1500 (Çexiya) qurğularından istifadə olunur ki, bunların məhsuldarlığı 400-5000 kq/saat arasındadır [323].

Fasiləsiz yağ hazırlayan qurğuların ilk konstruksiyaları Almaniyanın "Vestfaliya" şirkəti tərəfindən (VV800 və VV1500) buraxılmışdır. Bunların saatlıq məhsuldarlığı müvafiq olaraq 400 və 800 kq olmuşdur [323]. Sonrakı konstruksiyalar daha da təkmilləşdirilmiş variantda olan, o cümlədən "Alfa-Laval" (İsveç), "Astra", ROT, FBFİ2, "Alborn" (Almaniya), "Kontimaq" (Fransa) qurğularından ibarət olmuşdur. Bu qurğuların məhsuldarlığı 1000 kq/saat-a qədər olmuşdur. Məhsuldarlığı daha böyük olan qurğulara isə Fransa modelləri olan "Mayor", "Senior" qurğularını

və Almaniya modelləri olan MV0, MV2, MV5, MV7, MV17, MV20, MS2, MS7, MS20, MS30 qurğularını aid etmək olar. Bu qurğuların məhsuldarlığı 2400...5000 kq/saat-dır.

Fasiləsiz işləyən yağ hazırlayan qurğunun (şək.5.6) əsas işçi orqanları yağ çalan və onu işləyən tərtibatlardan ibarətdir.



Şək.5.6. Fasiləsiz yağ hazırlayan qurğunun konstruktiv sxemi:

1-yağ çalan; 2-yağın işlənməsi və ayranının ayrılması üçün kamera; 3-yuma kamerası; 4-duzlama bloku; 5-vakuum-kamera; 6-mexaniki işlənmə bloku; 7-nasos dozator.

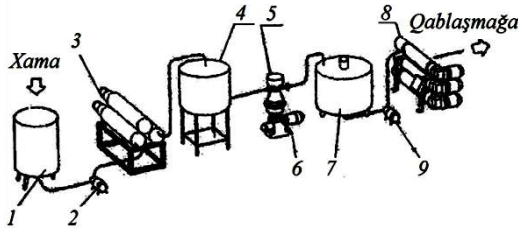
Yağ çalan üfqi silindr və onun içərisində yerləşdirilmiş döndürəkli fırlanan qarışdırıcıdan- bildən ibarətdir. Yağ çalan soyuducu sistemlə təchiz edilmişdir. Yağ çalana verilən xama qarışdırıcı bilin intensiv mexaniki təsirinə məruz qalır. Bu işə yağ emulsiyasının dağılıraq kərə danələrinin yaranmasına səbəb olur.

Kərə (yağ) danələrini işləyən mexanizm üç ədəd şnekli kameradan, duzlama və mexaniki işləmə bloklarından ibarətdir. Birinci şnekli kameranın vəzifəsi yağ danələrindən ayranı ayırır yağ layı formalaqdırmaqdan ibarətdir. İkinci şnekli kamerada yağ danələri yuyulur və yuyucu su kürədən ayrılır. Üçüncü şnekli kamerada kərənin vakuumlaşdırılması həyata keçirilir. Vakuum kameradan yağ mexaniki işləmə blokuna keçir. Burada müxtəlif diametrli deşiklərdən basılaraq keçirilir və üçkürəkli qarışdırıcı ilə qarışdırılır. Qurğuya xamanın daxil olması və yağ işləyəndən çıxmasına qədər 3-5 dəqiqə keçir [356].

Fasiləsiz yağ hazırlayan qurğunun əsas üstünlüyü onların yüksək məhsuldarlığa malik olmalarıdır. Ancaq bu qurğuların kons-

truksiyaları mürəkkəbdir. Kərədə ayran və nəmlik miqdarını nizamlamaq çətindir, ayranla yağın itkiyə getməsi nisbətən çoxdur.

Sənaye şəraitində yağ hazırlanmasının axın-separator üsulundan da geniş istifadə olunur [383, 430]. Belə xətlər yüksək yağlılıqlı xamanın kərəyə çevrilməsi üsuluna əsaslanmışdır (şək.5.7).



Şək.5.7. Axın-separator xətti:

1-qəbul bloku; 2-nasos; 3-borulu pasterizator; 4-basqılı bak; 5-separator; 6-ayranın çıxarılması; 7-normalizasiya variantı; 8-yağa çevrici; 9-nasos.

Bu üsulun yaradıcıları onun əsas üstünlüklərini kərə əmələ gəlmə prosesinin daha sürətli getməsində görürlər. Xammalın xəttə daxil olmasından hazır məhsulun çıxmasına kimi bir saatdan az vaxt sərf olunur. Yüksək yağlılıqlı xammalın isə kərəyə çevrilməsi 4-6 dəqiqə çəkir [417].

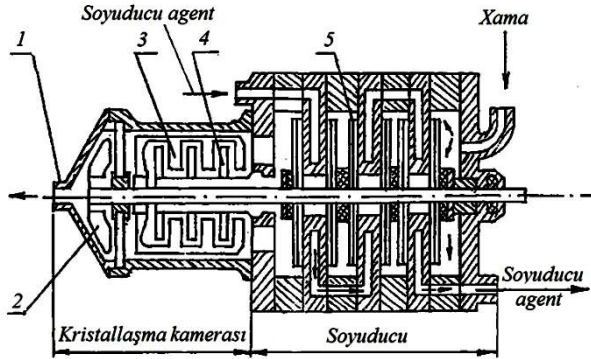
Axın xəttində xama boru tipli pasterizatorada pasterizə edildikdən sonra yüksək yağlılıqlı xama separatoruna verilir. Alınmış yüksək yağlılıqlı xama normalizasiya vannasında normallaşdırıldıqdan sonra nasosla yağ çeviricisinə ötürülür.

Yüksək yağlılıqlı xamanın termomexaniki təsirlə kərəyə çevrilməsi mürəkkəb fiziki-kimyəvi proses olmaqla üç mərhələdən-soyutma, yağ fazasına çevrilmə və ilkin strukturun yaranması mərhələlərindən keçir [94]. Termokimyəvi işləmə zamanı kərənin strukturu formalaşmağa başlayır, ancaq tam sona çatmır. Bu proses kərənin termostatlaşma və saxlanması vaxtı davam edir. Struktur formalaşma mərhələsi 1,5-3,0 saat çəkir. Onun tam formalaşmasına isə +5...-10°C temperatur şəraitində 3-4 həftə vaxt tələb olunur.

Yüksək yağlılıqlı xamadan kərə hazırlanmasında silindrik, lövhəli və vakuüm yağ çevricilərindən istifadə olunur. Silindrik yağ çevricisi köynəkləri olan, bir-biri ilə ardıcıl birləşmiş üç silindrdən ibarət olur. Silindr köynəklərinə duzlu və ya buzlu su verilir. Hər silindrdə baraban vardır ki, bu fırlanan zaman xamanı qarışdırır və baraban silindr arasındakı boşluqda onu spiral formasında hərəkət etməyə məcbur edir [252, 294].

Xama 60-70°C temperaturda əvvəlcə aşağı sonra orta və sonunda yuxarı silindrə daxil olur. Aşağı silindrdə intensiv soyuma getdikdən sonra xamanın temperaturu 20-22°C-ə enmiş olur. Yuxarı silindrdən çıxdıqda isə xamanın temperaturu 13-17°C olur. Müasir üç silindrlı yağ çevrici qurğular 750-1000 kq/saat məhsuldarlıqda olurlar.

Lövhəli yağ çevricisi qurğuda daha intensiv termomexaniki proses cərəyan edir. O, istilikdəyişmə aparatından (soyuducudan), kərənin kristallaşdırılması kameradan və məhsulun mexaniki işlənmə kamerasından ibarət olur (şəkl.5.8).



Şəkl.5.8. Yüksək yağlılıqlı xamanı kərəyə çevirən lövhəli qurğu:
1-çıxış borusu; 2-pəri; 3-qarışdırıcı; 4-əks lövhələr; 5-turbulator-disklər.

Yüksək yağlılıqlı xamanı vakuümlü yağçeviricilərində daha tez soyudurlar. Vakuüm şəraitində yağ alınma üsulu işlənməmişdir. Bu üsulun xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, 70-75°C temperaturlu

xama vakuum təsiri ilə kameraya sorulub, forsunkadan keçməklə püskürdüldür. Dərin vakuum olan kamerada xama qızır və qaynayır, 6-8% nəmliyini itirir. Buxarlanma əhəmiyyətli miqdarda istilik itkisinə səbəb olur, nəticədə hər hissəcik 8-3°C-ə qədər soyuyur. Təxminən 50% yağın bərkiməsi, örtüyün dağılması yağ kürəciklərinin yağ danələrinə aqreqatlaşması baş verir.

Son zamanlar yüksək yağlılıqlı xamanın yağa çevrilməsinə əsaslanan kərə hazırlayan qurğularda xamanın azot atmosferində püskürdüldürək soyudulması və sonra mexaniki işlənməsi üsulundan da istifadə edirlər. Vakuumlu soyutma və ya azot mühitində soyutması olan qurğular konstruktiv olaraq çox bənzərdirlər. Fərq yalnız ondadır ki, birincilərdə yağ çevricisindən hava sorularaq çıxarılır, ikincilərdə isə oraya azot verilir.

Qeyd olunan qurğulardan başqa Amerika Birləşmiş Ştatlarında yüksək yağlılıqlı xamanın emulsiyalaşmasına əsaslanmış qurğular [492, 507] da tətbiq edilir. Bunların fərqli xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, burada susuzlaşdırılmış kərə alınır və onda su, duz, ətirli maddələr və başqa komponentlər emulsiyalaşdırılır. Emulsiyalaşdırma üsulu ondan ibarətdir ki, 30-40% yağlılıqda xama əvvəlcə xüsusi nasosla destabilizasiya olunur, sonra separatorada 86-90% yağlılığa qatılaşdırılır, xüsusi soyuducunun köməyi ilə kimyəvi tərkibi normallaşdırılır və mexaniki işlənmə ilə kərəyə çevrilir.

Bu üsul və qurğuların da təcrübədə geniş tətbiqinə baxmayaraq faktiki olaraq yüksək yekcins struktura malik keyfiyyətli yağ hazırlanması təmin edilmir, prosesi istiqamətləndirmək və lazımı parametrləri tənzimləmək mümkün olmur. Qeyd olunan qurğular böyük əmək və enerji sərfi tələb edir.

5.1.5. Yağ hazırlamada titrəyiş tətbiqi və bu baxımdan titrəyiş törədənlərin tənqidi təhlili

Yağ hazırlanmasında texnoloji proseslərin təhlili göstərir ki, burada ən vacib əməliyyat yağ danələrinin əmələ gəlməsidir [67]. Döyüntülü zərbə ilə kərə yaranması prosesi A.P.Belousovun,

N.Kinqin, Q.Morisin, O.Ranın [124, 513, 519, 524] nəzəri çalışmaları öz əksini tapmışdır. Yağ əmələ gəlmə (yağ danələrinin əmələ gəlməsi) prosesinə döyüntülü zərbə, onun forma və tezliyi xeyli dərəcədə təsir göstərir. Odur ki, yağ hazırlama texnologiya və texniki vasitələrinin təkmilləşdirilməsində titrəyişlərin tətbiqi təcrübi cəhətdən olduqca böyük maraq doğurur.

Titrəyişlər nəzəriyyəsində rəqslərin intensivliyi hissəciklərin təcilinin amplitudunun sərbəst düşmə təcilinə nisbəti ilə qiymətləndirilir. Bu zaman böhran hal kimi intensivliyin vahidə bərabər olan qiyməti qəbul edilmişdir [86].

Bir çox tədqiqatçılar qeyd edirlər ki, rəqslərin intensivliyi böhran vəziyyətindən yuxarı artırıldıqda dispers sistem titrəyişli "qaynama" vəziyyətinə keçir. Hissəciklər arasında əlaqə zəifləyir, fasiləli olaraq tamamen itir, onların sirkulyasiya və qarışması güclənir. Bu baxımdan titrəyişlərin yağ hazırlama prosesində tətbiq forması kərənin yaranma intensivliyinə və prosesin keyfiyyətinə təsirinin öyrənilməsi, başqa sözlə titrəyişlərin işlənən mühitdə ötürülmə şəkli maraq doğurur. Burada xama olan qabın titrəyiş doğurucu orqanla əlaqələnmə sxeminin əsaslandırılması tələb olunur.

Titrəyiş doğuran orqan bilavasitə mühitə daxil edilərək onun mərkəzindən təsir etdikdə rəqslər orqandan kənarlara tərəf radial istiqamətdə yayılırlar. Silindrik qabın müxtəlif hissələrində olan dispers sistem elementləri qeyri bərabər məsafələrə hərəkət edirlər. Ən az hərəkət edən hissələr silindrin yan səthində olurlar. Buna səbəb ayrı-ayrı hissəciklər arasındakı ilişiklik və hissəciklərinin yan səthlə sistemə qüvvələrin əks təsiri şəklində özünü göstərmişdir. Ən hərəkətli hissəciklər isə qabın simmetriya oxu ətrafında olacaqdır. Gövdə səthindən aralandıqda xama rəqslərinin amplitudu kiçilir. Bu, iki səbəblə izah edilir. Birinci, rəqslər mənbəyindən aralandıqca dalğa frontu səthinin deformasiyası da artır. Bu dalğaya yaxın xama kütləsinə isə daha az enerji düşür. İkincisi isə xamanın rəqsləri zamanı mexaniki enerjinin bir hissəsi istiliyə çevrilir və rəqslər mənbəyindən aralandıqda deformasiya dalğası ilə aparılan ümumi enerji miqdarı azalmış olur.

Hava-xama səth ayrıcında kənardan müvafiq təsir olduqda intensiv flotasiya prosesi mümkündür ki, məhz bunun hesabına yağ danələrinin əmələ gəlməsi nəzərdə tutulur [154, 427, 454].

Təbiidir ki, rəqsin yarım periodunda titrəyişlərin əksinə çevrilmiş qüvvə təsiri ilə hələ kərə danəsinə çevrilməmiş xama hissəciyi və yeni yaranmış danələr əvvəlki vəziyyətlərinə qayıtmağa cəhd göstərirlər. Burada yağ danələri iri kütləyə malik olduqları üçün hava-xama səth ayrıcı üzərində olurlar. Xamanın aşağı layının qabın dibinə zərbə ilə dəyməsi yağ kürəciklərinin qarışmasına səbəb olur. Sonra isə yeni hissəciklər yeni yağ danələri əmələ gətirir və əvvəlcə formalaşmış yağ danələri ilə birləşib onun ölçülərinin artmasına kömək edir.

Titrəyişlərlə yağ danələrinin toplanması hava qabarcıqlarının bir hissəsinin aradan çıxması və danələrin daha çox sıxlaşması hesabına baş verir. Sıxlaşma titrəyişlərin təsirindən xamanın hərəkətliliyinin (axımlılığının) artması və daim istiqamətlənmiş qüvvələrin olması ilə həyata keçirilir. Odur ki, nisbətən az ağırlıq qüvvəsi hava qabarcıqlarının sıxışdırılmasına və yağ danələrinin sıx yerləşməsinə imkan yaradır [166, 449, 454].

Titrəyiş mənbəyindən müəyyən məsafədə xama kütləsinin rəqslər intensivliyi yağ danələrinin sıxlaşması üçün kifayət etmir. Burada yağ danələrinin kifayət qədər sıxlaşmasını təmin edən hədd məsafə gövdənin rəqslərinin kinematik parametrlərindən, qabın diametrindən, xamanın tərkibi və qatılığından asılı olur. Xama kütləsinin nazik təbəqəsində yayılan enerji, tətbiq edilən ümumi enerji miqdarı və xama layı qalınlığı ilə düz mütənasiblik təşkil edir. Belə isə onda yekcins izotrop mühitdə harmonik rəqslərin amplitudu- " a ", rəqslər mənbəyindən " l " məsafədə aşağıdakı asılılıqla müəyyən edilir [70]:

- yastı dalğa üçün

$$a = a_0 e^{-\beta l}; \quad (5.1)$$

- silindrik dalğa üçün (rəqs mənbəyi döyüntülü silindrik qabdır)

$$a = a_0 e^{-\beta l} \sqrt{\frac{l_0}{l_0 + l}}; \quad (5.2)$$

- sferik dalğa üçün

$$a = a_0 e^{-\beta l} \frac{l_0}{l_0 + l}, \quad (5.3)$$

burada a - rəqs mənbəyi kimi səthin amplitudu;

l_0 - döyüntülü rəqs mənbəyinin yayılma məsafəsi;

β - sönmə əmsəlidir.

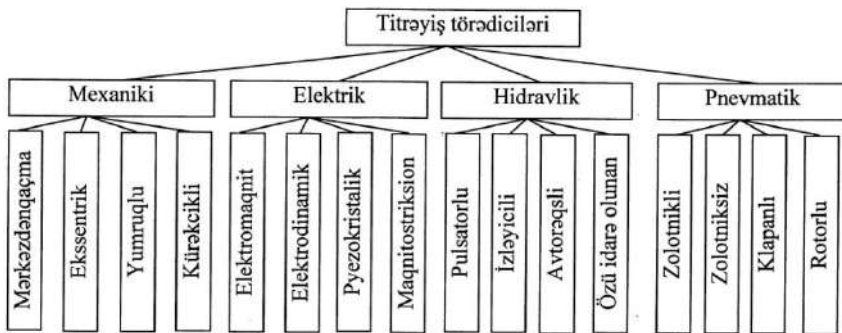
Bu düsturlar rəqslərin səciyyələndirilməsi üçün orientir sayılsalar da, aydın görünür ki, titrəyiş mənbəyinin diametri nə qədər çox olarsa onun təsiri də o qədər çox olur.

Həqiqətdə isə seçilmiş dispers sistemdə dalğaların yayılması daha da mürəkkəbdir. Qeyd olunan prosesin riyazi şəkildə təsviri, seçilmiş dispers sistemin kənar qüvvə təsiri ilə hərəkətinin hidrodinamik modelinin qurulması, xamanın qabın divarı ilə sürtünməsi və onun hissəciklərinin öz aralarında ilişmə şərtlərini də nəzərə alsaq olduqca çətindir. Odur ki, qabda gedən prosesin əsas nəticələri eksperimental tədqiqatlarla əldə edilə bilər.

Titrəyiş törədən qurğular müxtəlif texniki sahələrdə tətbiq olunurlar. Bunlar müxtəlif materialların müqavimətinin təyin edilməsində, maşın hissə və qovşaqlarının titrəyişli təsirlərə davamlılığının sınaqlarında, xüsusi xassəli materiallar hazırladıqda, beton qarışığını, silosu sıxlaşdırdıqda istifadə olunurlar [114].

Titrəyişli qurğuların əsas hissəsi titrəyiş törədən orqandır. Titrəyiş törətmək üçün istifadə olunacaq enerji növündən asılı olaraq onlar mexaniki, elektrikle işləyən pnevmatik və hidravlik olurlar (şək.5.9).

Hər tip titrəyiş törədiciinin özünə məxsus işçi tezliklər diapozonu mövcuddur (cədvəl 5.2). Titrəyiş törədən qurğu tiplərinin çoxluğu, əsasən onlara olan texnoloji tələblərlə əlaqədardır.



Şək.5.9. Titrəyiş törətmə prinsipinə görə titrəyiş törədicilərin tipləri.

Mexaniki titrəyiş törədənlərin dirsəkli-şatunlu və mərkəzdənqaçma tipləri (ИБ-19, ИВ-24, ИВ-79, ИВ-99) [147] mövcuddur.

Mexaniki titrəyiş törədicilər müxtəlif konstruksiyada olmalarına baxmayaraq onlar adətən amplituda görə (misal üçün ikili eksentrikin köməyi ilə) asan nizamlanan olurlar. Tezliyin nizamlanması bir az mürəkkəb olub adətən elektrik mühərrikinin fırlanma tezliyinin nizamlanması ilə əldə edilir. Onların hazırlanması çətin deyil, digərləri ilə müqayisədə ucuzdurlar.

Mexaniki titrəyiş törədənlərin elektrik intiqalı sənayedə istifadə edilən gərginlik və tezlikli elektrik cərəyanından istifadə edirlər. Bu qurğuların əsas çatışmazlıqları dinamik qüvvələri üzərinə götürən yastıqların sıradan tez çıxması və iş zamanı səs çıxarmasıdır.

Cədvəl 5.2

Müxtəlif tip titrəyiş törədicilərin işçi tezlikləri, Hs

№	Titrəyiş törədənlərin tipi	Yaratdığı rəqslər tezliyi
1	Mexaniki mərkəzdənqaçma	3...100
2	Mexaniki eksentrik	2...300
3	Pnevmatik	2100-ə qədər
4	Hidravlik	0...500
5	Elektromaqnit	400-ə qədər
6	Elektrodinamik	20...3000

Elektriklə işləyən titrəyiş törədən qurğularda titrəyişlər elektromaqnit vasitəsi ilə həyata keçirilir. Ancaq bunların gücü çox olmur (2,5 kVt-a qədər), kiçik amplituda malik olmaqla həm də bunun qiyməti yüklənmədən asılı olur [147].

Elektrodinamik titrəyiş törədən qurğularda sürtünən hissələr olmadığından onları uzun ömürlü hesab edilirlər. Ancaq bunların əsas nöqsanları kiçik xüsusi gücə malik olmalarıdır. Burada həmçinin elektrik hərəkət qüvvəsinə qarşı dempfer rəqsləri vardır. Bu isə onların xama çalxalanmasında effektiv olmalarına zəmanət vermir.

Pnevmatik titrəyiş törədənələr sıxılmış hava enerjisinə əsaslanırlar. Bunlar 0,2-0,6 MPa təzyiqli hava ilə işləyərək amplitud və tezliyin geniş diapazonda dəyişdirilməsinə imkan verirlər [404]. Bu titrəyiş törədicilərinə əsaslanan qurğularda iş xüsusiyyəti kəskin zərbələrlə müşayət olunur.

Hidravlik titrəyimşli törədicilər pnevmatiklərə nəzərən daha stabil parametrlərə malikdirlər [114], nisbətən böyük xüsusi gücə malikdirlər. Bunların üstün cəhəti rəqslərin formasını dəyişmək imkanının olmasıdır. Ancaq bu qurğular böyük həcmdə materialın bütünlükdə deyil yalnız paylarla işlənməsində effektivli ola bilərlər.

Titrəyiş törədən qurğuların kərə hazırlanması üçün xamaya təsiri baxımından daha əlverişli görünəni mexaniki tiptir. Burada titrəyiş törədən orqanın istənilən obyektə əlaqəsi birbaşadır. Mexaniki titrəyiş doğuranlarda daha dayanıqlı yastıqlar tətbiq etməklə onun uzunömürlülüyünü artırmaq mümkündür.

Qeyd etmək lazımdır ki, mexaniki qurğulardan başqa digər titrəyişli qurğularda titrəyiş qüvvəsinin işlənən obyektə ötürülməsi üçün əlavə mexaniki kinematik əlaqənin yaradılması lazım gəlir. Belə əlaqəni təşkil edən orqanların titrəyişli yüklənmələr şəraitində isə dayanıqlığı xeyli azalmış olur.

Titrəyişli texnologiyanın kənd təsərrüfatı istehsalının müxtəlif sahələrində müvəffəqiyyətlə tətbiqi bu istiqamətdə yeni maşın və mexanizmlərin işlənməsi, mövcud olanların təkmilləşdirilməsinin perspektivliyini göstərir. Burada maraq doğuran cəhət titrəyişli

texnologiyanın müsbət elementlərinin məqsədyönlü şəkildə istifadəsindən ibarətdir.

Qeyd olunanlar nəzərə alınaraq bu tədqiqat işində məqsəd titrəyişli üsulla xamadan yağ ayrılma prosesi və qurğunun əsaslandırılmasıdır.

5.2. TİTRƏYİŞ TƏSİRİ İLƏ XAMADAN YAĞ AYRILMA PROSESİNİN NƏZƏRİ TƏDQIQI

Xamadan kərə alınması mürəkkəb fiziki-kimyəvi prosesdir. Onun nəzəri əsaslarını Kuk [294], Belousov [124], Kavetskiy [252], Surkov [430], Qrişşenko [205], Qlaqolyev [117], Sirota [417] və başqaları tərtib etmişlər.

Belousov kərə əmələ gəlməsi prosesini ətraflı öyrənmə nəticəsində apardığı təcrübi tədqiqatın ümümləşdirilmiş və çalxalamanın fiziki-kimyəvi (flotasion) nəzəriyyəsini təklif etmişdir. Onun mahiyyəti aşağıdakı kimidir.

Süd və xamada yağ çox davamlı emulsiya şəklindədir. Yağı sadə qatılaşıdırmaq nəticəsində o dağılmır, yəni yağ kürəcikləri bütöv kütlə halına keçmir. Separatordan keçirməklə xamada yağın qatılığını 81-83%-ə, yəni kərədə olduğu yağ miqdarınadək yüksəltmək olar. Lakin yüksək yağlı xamalar xassəcə kərədən fərqlənir. Yağ kürəcikləri xamada bir-birinə möhkəm sıxılmış və kürəşəkilli formasını itirmiş olsa da, onda yağ kürəcikləri qalır. Belə xamalar sterilizə ediləndə yağ kürəcikləri dağılmır.

Yağ emulsiyasının (xama və südün) davamlılığına onlarda olan pərdə hər bir yağ kürəciyini əhatə edən qılaf səbəb olur. Bu qılaf, xüsusi zülalın lesitinlə birləşməsindən ibarətdir, o çox suluudur və yağ kürəciyinin səthi ilə möhkəm birləşmişdir.

Belousov müəyyən etmişdir ki, hətta plazma maddələrini tamamilə kənar edəndə (xamadan plazmanı su ilə yuyanda) yağ kürəciklərində qılaflar möhkəm qalır.

Yağ kürəcikləri hər hansı toqquşma zamanı yağ səthləri ilə deyil, qılafların sulu zülal səthi ilə bir-birinə toxunur; nəticədə onlar birləşmək bilmir. Emulsiyanın yüksək davamlılığına səbəb də budur. Yağ kürəcikləri toqquşanda əmələ gələ bilən boş topacıqlar, qarışdırılarda asanlıqla dağılır.

Qılaf maddələri süd plazmasına nisbətən daha çox səthi-aktivdir. Buna görə qılaf maddəsindən plazmanın sıxışdırılıb çıxarılması hesabına, onun hava qovucuğu səthinə keçməsi tamamilə mümkündür.

Yağ kürəcikləri bərkiyəndə qılaflarda maddələrin miqdarı azalır, bu da onların qismən dağıldığını göstərir. Bu zaman yağ kürəciklərinin davamlılığı azalır və xamanın çalxalanması yaxşılaşır.

Çoxlu miqdarda yağı olan xama, yağısızlaşdırılmış süddə nisbətən yaxşı köpüklənir. Deməli, yağ kürəciklərinin qatılığı yüksək olanda, onlar köpüyün davamlılığını artırır.

Yağ kürəcikləri hava qovuquqlarına toqquşaraq onların səthinə çəkilir və səthi qüvvələr vasitəsi ilə möhkəmlənib, orada qalır. Bu zaman yağ kürəciklərinin qılafları cırılır və onlardakı maddələrin bir hissəsi, yüksək səthi aktivlik nəticəsində hava qovuquculuğun səthinə keçir.

Belousovun verdiyi məlumata görə yağ kürəciklərinin hava qovuquqları səthinə cəlb edilməsi (flotasiya) temperaturdan və yağ kürəciklərinin bərkinməsindən asılıdır.

5.2.1. Xamada yağ kürəciklərinin bərkimə kinetikasının təhlili

Süd yağının kristal quruluşu bir çox süd məhsullarının fiziki xassələrinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Xüsusi ilə xamada yağ kürəciyi fazasına keçməklə alınmış yağ danələrinin monolitdə birləşməsi yağ hazırlama prosesi üçün vacib məsələlərdən biridir. Adətən soyutma şəraitindən asılı olaraq süd yağında ölçü və bərkimə nüvələrinin miqdarına görə fərqlənən bərk faza formalaşır. Bunun nəticəsində yağ kürəciyinin fiziki xassələri (xüsusi həcmi, istilik tutumu, kristallaşma istiliyi) və məhsulun struktur- mexaniki göstəriciləri dəyişmiş olur[392]. Bu göstəricilərin dəyişmə diapazonu çox vaxt maye və dənəvər yağ kürəcikləri nisbəti ilə müəyyənləşdirilir. Odur ki, xamadan yağ hazırlama prosesində əlverişli və enerji qənaətli təsir üsulunun seçilməsi üçün xamadakı yağ kürəciyinin bərkimə kinetikasının ümumiləşmiş qanunauyğunluqlarını müəyyənləşdirmək olduqca vacibdir. Bu, həm yağ kürəciyinin faza vəziyyəti ilə yığan struktur- mexaniki xassələri arasında əlaqəni qurmağa, həm də yağ hazırlayan texniki vasitənin optimal ölçü və işçi parametrlərini əsaslandırmağa imkan yarada bilər[74].

Faza dəyişmələrinin ümumi nəzəriyyəsi bir sıra tədqiqatçılar tərəfindən inkişaf etdirilmişdir. N.N.Sirota [417] üçölçülü yağ danələrinin nüvəyaranma zamanı izotermik artımı təyin etmək üçün aşağıdakı ifadəni təklif etmişdir:

$$V = 1 - \exp\left(-\frac{1}{3}\pi w^3 \tau^4\right), \quad (5.4)$$

burada V - çevrilmiş faza həcmi;
 w - bərkimə mərkəzlərinin yaranma sürəti;
 c - artımın xətti sürəti;
 τ - vaxtdır.

Artım sürəti və vaxt göstəricilərinin dərəcələri bərkimə mərkəzlərinin yaranma mexanizmindən və artım miqdarından asılı olaraq dəyişə bilərlər. Polimerlərin kristallaşması sahəsində [471] (5.4) tənliyinə analogi olan, izotermik artım üçün ümumiləşmiş tənlik aşağıdakı şəkildə verilmişdir:

$$\frac{v_L}{v_0} = \frac{v_0 - v_s}{v_0} = \exp(-z\tau^n), \quad (5.5)$$

burada v_L , v_s - müvafiq olaraq maye və bərk fazaların miqdarı;
 v_0 - materialın ümumi miqdarı;
 z -sürət konstantı;
 n - Avrami göstəricisidir.

Sürət konstantı üçölçülü danələr üçün aşağıdakı kimidir:

$$z = \frac{\pi w^3 \rho_s}{3\rho_L}, \quad (5.6)$$

burada ρ_s və ρ_L - müvafiq olaraq bərk və maye fazaların sıxlıqlarıdır.

Avrami göstəricisi (n) danələrin artım mexanizmi və nüvəyaranma prosesinin təbiətinə əsaslanaraq müəyyən edilir. Bu vaxta görə xətti asılılıq təşkil edir. z və n – bərkimə kinetikasının əsas göstəriciləri olub, yağ danələrinin monolitdə birləşməsini tədqiq etməklə müəyyənləşdirilə bilərlər.

Yağ danəciklərinin artım mexanizminin müxtəlif tərzdə izahları mövcuddur. Belə hesab edirlər ki, danələrin artımı ikinci nüvəyarınma prosesi ilə müəyyən edilir. Bu baxış tərzinə görə faza keçidində materialın molekulası həddindən çox soyudulmuş ərintidən keçərək artan nüvəyarınma hüduduna düşür. Bundan sonra molekula minimal sərbəst enerjisi olan vəziyyətə keçir. Bu prosesin sürəti tam bərk kütlənin əmələ gəlməsinə qədər nisbətən böyük olur. Ümumilikdə sürəti müəyyən edən sonrakı mərhələ, yeni ikinci nüvəyarınma mərhələsi sayılır. İkinci nüvəyarınma sürəti soyuma dərəcəsi artdıqca arta bilər. Bu, xüsusi ilə alçaq molekullu materiallarda məhz belədir. Ancaq bir sıra proseslərdə fərqli nəticələr də mümkündür. Məhz bu vəziyyət yağ hazırlama prosesində çox enerji tutumu soyutma prosesinin təkmilləşməsinə, alternativ təsir üsullarının araşdırılmasına zəmin yaradır. Nəzərə almaq lazımdır ki, artan nüvəyarınma hüdudunda defekt (dislokasiya) ola bilər. Bunlar çox aşağı sərbəst enerjiyə malik sahələrdir. Bu sahələrə də bərkiməsi lazım gələn yağ kürəcikləri dolmağa başlayır. Odur ki, nüvəyarınma artımı spiralşəkilli olur və proses yenidən əvvəlki dislokasiyasına dönür. Bu səbəbə görə ikinci nüvəyarınma prosesinə ehtiyac qalmır. Vintvari dislokasiya əmələ gələrsə, o zaman yağ kürəciklərinin artma sürətinin temperaturdan asılılığı da azalmış olur.

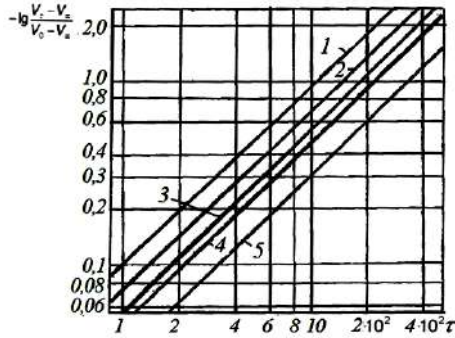
Bərkimə (nüvəyarınma) izotermasını yaxşı təsvir etmək üçün (5.5) düsturunu daha anlaşılıqlı şəkildə yazırıq:

$$\frac{V_{\tau} - V_{\infty}}{V_0 - V_{\infty}} = \exp^{-z\tau^n}, \quad (5.7)$$

burada V_0 , V_{τ} və V_{∞} müvafiq olaraq yağ hissəciklərinin başlanğıc, τ vaxtından sonra və tam çevrilmədən sonra xüsusi həcməldir.

Bərkimə izotermasını (5.7) qrafiki olaraq şəkil 5.10-da təsvir edirik. Qrafikdəki asılılıq xətlərinin mailliyinin 45° olması $n=1$ -ə uyğun gəlir. Bu göstərir ki, müsbət temperatura malik xamada iynəyəbənzər (birölçülü) nüvələr əmələ gəlir. Bərkimə nüvələrinin yaranması ani sürətdə baş verir. Yağ alınmasında kürəciklərin

bərkiməsini tədqiq edən A.Belousov [124] $n=1,1$ qiyməti almış və təcrübədə birölçülü nüvələrin artımını müşahidə etmişdir.



Şək.5.10. Yağ kürəciklərinin bərkimə izotermaları:

Temperatur 1-10°C; 2-13°C; 3-16°C; 4-18°C; 5-20°C olduqda.

Yağ danələrinin monolitdə birləşmə sürət konstantı (z) hər bərkimə izoterması üçün təcrübi yolla tapıla bilər. Ümumi halda z nüvəyaranma sürəti və nüvələrin artımı ilə müəyyənləşdirilir.

Yağ kürəciyinin bərkimə hüdudunda xüsusi səthi enerjinin qiyməti aşağıdakı ifadədən təyin edilə bilər:

$$G = \frac{\lambda \Delta T r \rho}{2M}, \tag{5.8}$$

burada λ - hissəciyin çevrilmə (ərimə) istiliyi;

ΔT - soyutma dərəcəsi;

r - iynəvari nüvənin en kəsiyinin radiusu;

ρ - kristalın sıxlığı;

M - molekulyar çəkidir.

ΔT aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\Delta T = \frac{T_{\text{яr}} - T}{T_{\text{яr}}}, \tag{5.9}$$

burada $T_{\text{яr}}$ - ərimə temperaturu;

T - bərkimə temperaturudur.

Yağ kürəciyinin molekulyar çəkisi onun kimyəvi tərkibinə əsasən $M=780$ müəyyən edilmişdir. Yağ kürəciyinin ərimə istiliyi isə $\lambda=24,5$ kal/saat qəbul edilir.

Beləliklə, xamadan yağ almaq üçün müsbət temperaturda yağ kürəciklərinin bərkimə kinetikasının təhlili faza dəyişmələri artımı üçün daha sadə və enerji qənaətli üsulların tətbiq ehtiyatlarının olmasını göstərmişdir. Bu cəhətdən titrəyişli təsirlərdən ənənəvi istifadə təcrübəsi vardır. Ancaq titrəyiş təsirlərinin yağ kürəciklərinin yağ danələrinə çevrilmə və danələrin kütlə əmələ gətirmə prosesinin bütün imkanları kifayət qədər öyrənilməmişdir. Məhz bu məsələlərin məqsədyönlü tədqiqi prosesi texnoloji cəhətdən təkmilləşməsinə və xamadan yağ ayrılması üçün titrəyiş tətbiqi üzrə optimal konstruksiyanın seçilməsinə imkan yarada bilər.

5.2.2. Məcburi titrəyişlərin xamaya təsirinin nəzəri təhlili

Xamanın titrəyişlə işlənməsi ona məcburi rəqslərin təsiri ilə baş verir. Belə halda hər hansı öz potensial enerjisində $\frac{1}{2}kx$ (burada k - müsbət əmsal olub, potensial enerjinin ikinci dərəcədən törəməsinə bərabər götürülür; x - koordinat sistemində yerdəyişmədir) malik olan sistem kənarından tətbiq edilən təsirlə əlaqədar $U_e(x,t)$ potensial enerjiyə də malik olur (burada t - vaxtı göstərir). Bu əlavə toplanan kiçik x - kəmiyyətinin dərəcələrinə görə toplananlarına ayıraraq, alırıq:

$$U_e(x,t) \cong U_e(0,t) + x \left. \frac{\partial U_e}{\partial x} \right|_{x=0}. \quad (5.10)$$

Burada sıradakı birinci toplanan yalnız vaxtdan asılı funksiya-dır və t -yə görə hər hansı vaxt funksiyasında olduğu üçün Laqranj funksiyasında nəzərə alınmaya bilər. İkinci toplananda $\left(\frac{\partial U_e}{\partial x} \right)$ isə tarazlıq halında olan sistemə təsir edən və vaxt funksiyası olan kənar qüvvə vardır. Bunu $F(t)$ ilə işarə edirik. Beləliklə potensial

enerjidə $xF(t)$ toplananı meydana çıxır ki, bu zaman sistemin Laqranj funksiyası aşağıdakı kimi olur:

$$L = \frac{m\dot{x}^2}{2} - \frac{kx^2}{2} + xF(t), \quad (5.11)$$

burada m - kütlədir.

Rəqsi hərəkət tətbiq edilən maddi nöqtənin hərəkətinin klassik nəzəriyyəyə əsasən izahına görə maddi nöqtə (yağ kürəciyi) kənar təsir nəticəsində qövsü trayektoriya ilə hərəkət edir. Burada kürəciyin potensial enerjisi $U = \frac{1}{2}kS^2$ (S - qövsün uzunluğu olub tarazlıq vəziyyətindən başlayaraq hesablanır). Bu zaman kinetik enerji

$$T = \frac{1}{2}mS^2 \text{ və rəqslərin tezliyi isə } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ -dir } \left(\omega^2 = \frac{k}{m} \right).$$

Ağırlıq sahəsində $U = mg \cdot y$. Burada y -şaquli koordinatdır.

$$\text{Buradan alınır: } \frac{1}{2}kS^2 = mg \cdot y \text{ və yaxud } y = \frac{\omega^2}{2g} S^2 .$$

Müvafiq hərəkət tənliyi aşağıdakı kimidir:

$$m\ddot{x} + kx = F(t), \quad (5.12)$$

və yaxud

$$\ddot{x} + \omega^2 x = \frac{1}{m} F(t), \quad (5.13)$$

burada ω - rəqslərin tezliyidir.

Məlumdur ki, sabit əmsallı qeyri yekcins xətti differensial tənliyin ümumi həlli $x = x_0 + x_1$ cəmi kimi ifadə olunur (burada x_0 - yekcins tənliyin ümumi həlli; x_1 - qeyri yekcins tənliyin xüsusi inteqralıdır). Belə halda x_0 - sərbəst rəqslərdə olduğu kimidir [95].

Bizim üçün lazım olan hadisəni gözdən keçiririk. Burada məcburi qüvvə hər hansı tezliyə (γ) malik vaxtın sadə dövrü funksiyasıdır:

$$F(t) = f \cos(\gamma t + \beta), \quad (5.14)$$

burada f - qüvvə;

β - hər hansı sabitdir.

(5.14) tənliyinin xüsusi inteqralını $x_1 = b \cos(\gamma t + \beta)$ şərtində axtarıyıq. Bunu tənlikdə istifadə etdikdə $b = \frac{f}{m(\omega^2 - \gamma^2)}$ olur.

Üzərinə yekcins tənliyin həllini əlavə etdikdə ümumi inteqral aşağıdakı şəkildə alınır:

$$x = a \cos(\omega t + \alpha) + \frac{f}{m(\omega^2 - \gamma^2)} \cos(\gamma t + \beta), \quad (5.15)$$

burada a və α - başlanğıc şərtə görə müəyyən edilmiş sərbəst sabitlərdir.

Beləliklə, dövrü olaraq məcburi qüvvələrin təsiri (titrəyişli qüvvə təsiri) ilə sistem öz tezliyi (ω) və məcburi qüvvənin tezliyi (γ) ilə iki rəqsin cəmindən ibarət hərəkət yerinə yetirməli olur.

(5.15) tənliyinin həlli xüsusi ilə rezonans vəziyyəti üçün olduqca vacibdir. Bu elə vəziyyətdir ki, bu zaman sistemin öz tezliyi tətbiq olunan məcburi qüvvə tezliyi ilə üst-üstə düşür. Bu vəziyyət üzrə hərəkət tənliyinin ümumi həllini tapmaq üçün (5.15) tənliyini sabitlərin müvafiq çevrilmələri ilə aşağıdakı şəkildə yazırıq:

$$x = a \cos(\omega t + \alpha) + \frac{f}{m(\omega^2 - \gamma^2)} [\cos(\gamma t + \beta) - \cos(\omega t + \beta)]. \quad (5.16)$$

$\gamma \rightarrow \omega$ olduqda ikinci toplanan $\frac{0}{0}$ kimi qeyri müəyyənlik verir.

Bunu Lopital qaydasına görə açaraq alırıq:

$$x = a \cos(\omega t + \alpha) + \frac{f}{2m\omega} t \sin(\omega t + \beta). \quad (5.17)$$

Beləliklə rezonans halında rəqslərin amplitudu xətti olaraq vaxt keçdikcə artır. Bu o vaxta qədər davam edə bilər ki, rəqslər

həddindən çox böyük olmasın və təqdim olunan nəzəri təhlil artıq qəbul oluna bilən halını saxlamış olmasın.

Rezonans yaxınlığında $\gamma = \omega t + \varepsilon$ olduqda (burada ε -kiçik kəmiyyətdir) rəqslərin necə olduğunu gözdən keçirək. Ümumi həlli kompleks şəkildə verirək:

$$x = Ae^{i\omega t} + Be^{i(\omega+\varepsilon)t} = (A + Be^{i\varepsilon t})e^{i\omega t}, \quad (5.18)$$

burada A və B - kompleks amplituda hesab olunurlar.

$A + Be^{i\varepsilon t}$ kəmiyyətinin $e^{i\varepsilon t}$ vuruğunun $\frac{2\pi}{\omega}$ periodunda az dəyişdiyini nəzərə alsaq, o zaman rezonans yaxınlığında hərəkəti dəyişən amplitudlu kiçik rəqslər kimi baxa bilərik. $A + Be^{i\varepsilon t}$ kəmiyyətini C - ilə yəni

$$C = |A + Be^{i\varepsilon t}| \quad (5.19)$$

və A və B -ni müvafiq olaraq $ae^{i\alpha}$ və $be^{i\beta}$ ilə əvəz etsək alırıq (i - müsbət əmsaldır):

$$C^2 = a^2 + b^2 + 2ab\cos(\varepsilon t + \beta - \alpha). \quad (5.20)$$

Beləliklə amplitud dövrü olaraq ε tezliklə iki hədd arasında dəyişəcəkdir

$$|a + b| \leq C \leq a + b. \quad (5.21)$$

Bu hadisə döyüntülərin olacağını göstərir.

(5.13) hərəkət tənliyi sərbəst $F(t)$ məcburedici qüvvə təsiri zamanı ümumi şəkildə inteqrallaşa bilər:

$$\frac{d}{dt}(\dot{x} + i\omega x) - i\omega(\dot{x} + i\omega x) = \frac{1}{m} F(t) \quad (5.22)$$

və yaxud

$$\frac{d\xi}{dt} - i\omega\xi = \frac{1}{m} F(x), \quad (5.23)$$

burada ξ - kompleks kəmiyyətdir

$$\xi = \dot{x} + i\omega x. \quad (5.24)$$

(5.23) tənliyi artıq ikinci dərəcədən deyil, birinci dərəcədən tənlikdir. Sağ tərəfi olmadan həlli A -sabitli ilə $\xi = Ae^{i\omega t}$ kimi olardı. Ümumi qaydaya riayət edərək $\xi = A(t)e^{i\omega t}$ qeyri yekcins tənliyin həllini axtarıq və $A(t)$ funksiyası üçün aşağıdakı tənliyi alırıq:

$$\dot{A}(t) = \frac{1}{m} F(t)e^{-i\omega t}. \quad (5.25)$$

Bunu inteqrallayaraq (18.20) tənliyinin həllini aşağıdakı şəkildə alırıq:

$$\xi = e^{i\omega t} \left\{ \int_0^t \frac{1}{m} F(t)e^{-i\omega t} dt + \xi_0 \right\}, \quad (5.26)$$

burada ξ_0 - inteqral sabiti olub, ξ -nin $t=0$ momentindəki qiymətidir.

Bu axtardığımız ümumi həll hesab edilə bilər. Məcburi rəqsləri yaradan sistemin enerjisi məlumdur ki, saxlanılmır. Sistem xarici qüvvə mənbəyi hesabına enerjiyə sahib olur. Başlanğıc enerjini sıfır qəbul edərək qüvvə təsir edən vaxt ərzində ($- \sim$ dan $+ \sim$ a qədər) sistemə ötürülən tam enerjini təyin etməyə çalışırıq. (5.26) düsturuna görə (inteqrallaşmanın aşağı həddi sıfır yerinə \sim və $\xi(- \sim)=0$) $t \rightarrow \sim$ halı üçün yazırıq

$$|\xi(\sim)|^2 = \frac{1}{m^2} \left| \int_{\sim}^{\sim} F(t)e^{-i\omega t} dt \right|^2. \quad (5.27)$$

Digər tərəfdən sistemin enerjisi aşağıdakı kimi ifadə edilir:

$$E = \frac{m}{2} (\dot{x}^2 + \omega^2 x^2) = \frac{m}{2} |\xi|^2. \quad (5.28)$$

Bura $|\xi(\sim)|^2$ qiymətini qoyduqda axtardığımız ötürülən enerjini tapırıq:

$$E = \frac{1}{2m} \left| \int_{-\infty}^{\infty} F(t) e^{-i\omega t} dt \right|^2. \quad (5.29)$$

Bu sonuncu sistemin öz tezliyinə bərabər tezliyə malik $F(t)$ qüvvəsinin Furiye komponentinin modulunun kvadratı ilə təyin edilir.

Xüsusi hal kimi əgər xarici qüvvə $\frac{1}{\omega}$ ilə müqayisədə qısa vaxt ərzində təsir göstərsə hesab etmək olar ki, $e^{-i\omega t} \approx 1$ -dir. O zaman

$$E = \frac{1}{2m} \left(\int_{-\infty}^{\infty} F(t) dt \right)^2 \quad (5.30)$$

yazmaq olar.

Bu qabaqcadan da ehtimal edildiyi kimi onu göstərir ki, qısa müddətli qüvvələr xamaya $\int F dt$ impulsu verərək onun həmin vaxtda nəzərə çarpacaq dərəcədə yer dəyişməsinə imkan vermədən yağ danələrinin plazmadan ayrılmasına səbəb olur. Demək sistemə verilən titrəyişlər xamanın hərəkətindən çox onda yağ kürəciklərinin ayrılaraq birləşməsinə səbəb olur.

Sistemə titrəyiş tətbiq edilənə qədər ($t=0$) sistem tarazlıq halındadır. $0 < t < T$ olduqda $F = \frac{F_0 t}{T}$, $t > T$ olduqda $F = F_0$ olduğunu (şək.5.11,a) nəzərə alsaq birinci halda

$$x = \frac{F_0}{mT\omega^2} (\omega T - \sin \omega t), \quad (5.31)$$

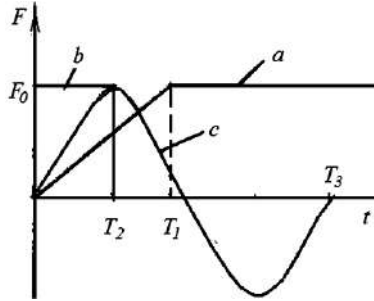
ikinci halda isə

$$x = c_1 \cos \omega(t - T_1) + c_2 \sin \omega(t - T_1) + \frac{F_0}{m\omega^2}. \quad (5.32)$$

$t=T$ olduqda x və \dot{x} -in fasiləsizliyi şərtlərinə görə

$$c_1 = -\frac{F_0}{mT\omega^3} \sin \omega T; \quad (5.33)$$

$$c_2 = -\frac{F_0}{mT_1\omega^3} (1 - \cos \omega T_1). \quad (5.34)$$



Şək.5.11. Xarici qüvvə təsiri xarakteristikaları:

a-qüvvə tədricən təsir edir; *b*-sabit qüvvə qısa müddətdə təsir edir; *c*-qüvvə sinusoidal xarakterli təsir edir.

Bu zaman sistemin amplitudu aşağıdakı kimi olur:

$$a = \sqrt{c_1^2 + c_2^2} = \frac{F_0}{mT_1\omega^3} \sin \frac{\omega T_1}{2}. \quad (5.35)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, F_0 qüvvəsi nə qədər ləng verilirsə (T_1 -nə qədər böyükdürsə) amplitud o qədər az olur.

Məhdud müddətdə (T_1) sabit F_0 qüvvəsi təsir edən (şək.5.11,*b*) variant üçün (5.16) düsturundan istifadə edirik.

$t > T$ olduqda $x=0$ vəziyyəti ətrafında sərbəst titrəyiş olur:

$$\xi = \frac{F_0}{m} e^{i\omega T_2} \int_0^{T_2} e^{-i\omega t} dt = \frac{F_0}{i\omega m} (1 - e^{-i\omega T_2}) e^{i\omega t}. \quad (5.36)$$

$|\xi|^2 = a^2 \omega^2$ düsturuna görə ξ - modulunun kvadratı amplitudu verir. Demək onda

$$a = \frac{2F_0}{m\omega^2} \sin \frac{\omega T_2}{2}. \quad (5.37)$$

Sıfırdan $T_3 = \frac{2\pi}{\omega}$ vaxtına qədər qüvvə təsiri sinusoidal şəkildə dəyişdiyi halda (şək.5.11,c) $F = F_0 \sin \omega t$ (5.20) düsturuna əsasən yazırıq:

$$F(t) = F_0 \sin \omega t = \frac{F_0}{2t} (e^{i\omega t} - e^{-i\omega t}). \quad (5.38)$$

Düsturu sıfırdan T_3 -yə qədər inteqralladıqda alırıq:

$$a = \frac{F_0 \pi}{m\omega^2}. \quad (5.39)$$

Xamanın çaxlalanmasında titrəyişləri bir istiqamətli deyil, çox istiqamətli etdikdə ona çox sərbəstlik dərəcəsi olan sistem kimi baxılmalıdır.

Burada sistemin potensial enerjisi (U) q_i ($i=1,2,\dots,s$) ümumi-ləşmiş koordinatların funksiyası olaraq $q_i=q_{i0}$ -dan minimum qi-y-mətə malik olur.

Yerdəyişmə üçün yazırıq:

$$x_i = q_i - q_{i0}. \quad (5.40)$$

U -nun burada paylanması halında potensial enerji aşağıdakı kimi olur:

$$U = \frac{1}{2} \sum_{i,k} k_{ik} x_i x_k. \quad (5.41)$$

k_{ik} və k_{ki} eyni kəmiyyətə $x_i x_k$ vurulan əmsallar olduğu üçün aydındır ki, onları indekslərinə görə simmetrik saymaq olar:

$$k_{ik} = k_{ki}. \quad (5.42)$$

Kinetik enerji ümumi şəkildə $\frac{1}{2} \sum_{i,k} a_{ik}(q) \dot{q}_i \dot{q}_k$ kimi ifadə olu-

nur. $a_{ik}(q)$ sabitlərini m_{ik} ilə işarə etsək kinetik enerjini aşağıdakı kimi yazıya bilərik:

$$\frac{1}{2} \sum_{i,k} m_{ik} \dot{x}_i \dot{x}_k. \quad (5.43)$$

m_{ik} əmsallarını da həmişə indekslərinə görə simmetrik qəbul etmək olar

$$m_{ik} = m_{ki}. \quad (5.44)$$

Beləliklə sərbəst rəqslər edən sistemin Laqranj funksiyası aşağıdakı kimi olur:

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i,k} (m_{ik} \dot{x}_i \dot{x}_k - k_{ik} x_i x_k). \quad (5.45)$$

İndi hərəkət tənliyini tərtib edirik. Bura daxil olan törəmələri təyin etmək üçün Laqranj funksiyasının tam differensialını yazırıq

$$dL = \frac{1}{2} \sum (m_{ik} \dot{x}_i d\dot{x}_k + m_{ik} \dot{x}_k dx_i - k_{ik} x_i dx_k - k_{ik} x_k dx_i). \quad (5.46)$$

Cəmin qiyməti toplama indekslərinin işarələrindən asılı olmadığı üçün mərkəzə daxilindəki birinci və üçüncü toplanarlarda i -ni k -ya, k -nı i -yə dəyişirik. Bu zaman m_{ik} və k_{ik} əmsallarının simmetrikləri də nəzərə alınır

$$dL = \frac{1}{2} \sum_{i,k} (m_{ik} \dot{x}_k d\dot{x}_k - k_{ik} x_k dx_i). \quad (5.47)$$

Buradan görünür ki,

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{x}_i} = \sum_k m_{ik} \dot{x}_k; \quad \frac{\partial L}{\partial x_i} = -\sum_k k_{ik} x_k. \quad (5.48)$$

Buna görə Laqranj tənliyi aşağıdakı kimi yazılır:

$$\sum_k m_{ik} \ddot{x}_k + \sum_k k_{ik} x_k = 0. \quad (5.49)$$

Bunlar özlüyündə s ($i=1,2,3,\dots,s$) sistemli sabit əmsallara malik xətti yekcins differensial tənlikləri təşkil edir.

Belə tənliklərin həllinin ümumi qaydalarına əsasən $x_k(t)$ -nin s -naməli funksiyalarını aşağıdakı şəkildə müəyyən edirik:

$$x_k = A_k e^{i\omega t}, \quad (5.50)$$

burada A_k - hər hansı bir sabitdir.

(5.50)-ni (5.49) sisteminə yazıb $e^{i\omega t}$ -ni ixtisar etdikdə yekcins xətti cəbri tənliklər sistemi alınır ki, A_k bunları təmin etməlidir:

$$\sum_k (-\omega^2 m_{ik} + k_{ik}) A_k = 0. \quad (5.51)$$

Bu sistemin sıfırdan fərqli həllinin olması üçün onun müəyyənedicisi sıfıra bərabər edilmişdir:

$$|k_{ik} - \omega^2 m_{ik}| = 0. \quad (5.52)$$

(5.52) tənliyi ω^2 -na görə s dərəcədə tənlik təşkil edir. Bunun ümumi halda s müxtəlif maddi müsbət kökləri ω_α^2 , $\alpha=1,2,\dots,s$ vardır. Bu şəkildə təyin edilmiş ω_α sistemin öz tezliyi sayılır.

(5.52) tənliyinin köklərinin maddiliyi və müsbət olması fiziki cəhətdən artıq qabaqcadan da ehtimal olunurdu. Həqiqətən də ω -nın xəyali hissəsinin olması o mənaya gələ bilər ki, x_k koordinatlarında eksponensial olaraq azalan və ya artan vuruq vardır. Belə bir vuruğun olması isə bu halda buraxıla bilməz. Əks halda o sistemin tam enerjisinin $E = U + T$ vaxt ərzində dəyişməsinə gətirər ki, bu da onun saxlanması qanununa ziddir.

Bunu riyazi yolla da sübut etmək mümkündür. (5.51) tənliyini A_i^* -yə vurub, sonra i -yə görə topladıqda alırıq:

$$\sum_{i,k} (-\omega^2 m_{ik} + k_{ik}) A_i^* A_k = 0. \quad (5.53)$$

Buradan ω^2 -ni təyin edirik:

$$\omega^2 = \frac{\sum k_{ik} A_i^* A_k}{\sum m_{ik} A_i^* A_k}. \quad (5.54)$$

Bu ifadənin həm surətində və həm də məxrəcində kvadratik formaların olması, k_{ik} və m_{ik} -nin maddiliyi və simmetrikliliyinə görə maddidir. Odur ki, yaza bilərik:

$$\left(\sum_{i,k} k_{ik} A_i^* A_k \right)^* = \sum_{ik} k_{i,k} A_i A_k^* = \sum_{i,k} k_{ki} A_i A_k^* = \sum_{i,k} k_{ik} A_k A_i^* . \quad (5.55)$$

Bunlar müsbət qiymətə malikdirlər. Bu üzdən də ω^2 müsbətdir.

ω_α tezliyi tapıldıqdan sonra bunların hər birini (5.51) düsturunda yazdıqda A_k əmsallarının müvafiq qiymətlərini tapmaq mümkündür. Əgər (5.52) tənliyinin bütün ω_α kökləri müxtəlif olarsa, onda məlumdur ki, A_k (5.52) tənliyinin müəyyənədicilərinin minorları ilə düz mütənasib olacaq. Burada ω , ω_α -nın müvafiq qiymətləri ilə dəyişdirilmişdir. Bu minorları $\Delta_{k\alpha}$ ilə işarə edirik. (5.49) differensial tənliklər sisteminin xüsusi həlli aşağıdakı şəkildə olur:

$$x_k = \Delta_{k\alpha} c_\alpha e^{i\omega_\alpha t} , \quad (5.56)$$

burada c_α sərbəst (kompleks) sabitdir.

Bunun ümumi həlli bütün s xüsusi həllərin cəmi kimi müəyyən edilir:

$$x_k = R_e \left\{ \sum_{a=1}^s \Delta_{ka} c_a e^{i\omega_a t} \right\} \equiv \sum_a \Delta_{ka} \theta_a . \quad (5.57)$$

Burada aşağıdakı əvəz etmədən istifadə edilmişdir:

$$\theta_a = R_e \left\{ c_a e^{i\omega_a t} \right\} .$$

Beləliklə, sistemin koordinatının dəyişməsi zaman keçdikcə $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_s$ - s qədər sadə periodik rəqslərin əlavə olunması deməkdir. Bunlar müəyyən tezliyə malik olsalar da sərbəst amplitud və fazalarda olurlar. Burada belə bir məsələ ortaya çıxır. Ümumiləşmiş koordinatlar elə seçilir ki, onların hər biri yalnız bir sadə rəqs etsin. Məhz (5.57)-in ümumi inteqral forması bu məsələni

həll etməyə imkan verir. Həqiqətən də (5.57) düsturunun s -nisbətlərinə s -qədər məchulları (θ_α) olan tənliklər sistemi kimi baxdıqda x_1, x_2, \dots, x_s koordinatlarında $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_s$ kəmiyyətlərini ifadə etməklə bu sistemi həll etmək mümkündür. Buradan da θ_α kəmiyyətinə yeni ümumiləşmiş koordinat kimi baxmaq olar. Bunlar sadə periodik rəqslərin normal koordinatları olurlar.

θ_α normal koordinatlar aşağıdakı tənliklə ifadə olunurlar:

$$\ddot{\theta}_\alpha + \omega_\alpha^2 \theta_\alpha = 0. \quad (5.58)$$

Bu onu göstərir ki, normal koordinatlarda hərəkət tənliyi s miqdarda bir-birindən asılı olmayan tənliklərə parçalanır. Hər koordinatın təcili yalnız bu koordinatın qiymətindən asılıdır. Bunun tam şəkildə vaxtdan asılılığını tapmaq üçün məhz onun özünün və ona müvafiq sürətin başlanğıc qiymətini bilmək tələb olunur. Başqa sözlə sistemin bu normal rəqsləri tam sərbəstdirlər.

Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, normal koordinatlarla ifadə olunmuş Laqranj funksiyası ω_α tezliyinin hər hansı birində olan birözlü rəqsə müvafiq gələn ifadələr cəminə parçalanır. Bu, aşağıdakı şəkildə yazılır:

$$L = \sum_\alpha \frac{m_\alpha}{2} (\dot{\theta}_\alpha^2 + \omega_\alpha^2 \theta_\alpha^2), \quad (5.59)$$

burada m_α - müsbət sabitlərdir.

Riyazi nöqtəyi nəzərdən bu o deməkdir ki, (5.57) düsturunu çevirməklə kinetik enerji (5.43) və potensial enerji (5.41) olmaqla hər ikisinin kvadrat formaları eyni vaxtda diaqonal səklə gəlirlər. Adətən normal kvadratları elə seçirlər ki, Laqranj funksiyasında sürət kvadratları şəraitində əmsallar $1/2$ -ə bərabər olsunlar. Bunun üçün normal koordinatları (onları burada Q_α ilə işarə edək) tapmaq kifayətdir.

$$Q_\alpha = \sqrt{m_\alpha} \theta_\alpha. \quad (5.60)$$

Onda

$$L = \frac{1}{2} \sum_{\alpha} (\dot{Q}_{\alpha}^2 - \omega_{\alpha}^2 Q_{\alpha}^2). \quad (5.61)$$

Normal koordinatların ən asan tapılması bir maddi nöqtənin üçölçürlü rəqsi zamanı mümkündür. Dekart koordinat sistemini potensial enerjisinin minimum nöqtəsində ($U(x,y,z)$) yerləşdirməklə onu x, y, z dəyişənləri ilə kvadratik şəkildə alırıq. Kinetik enerji isə aşağıdakı kimi olur:

$$T = \frac{m}{2} (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2), \quad (5.62)$$

burada m - hissəciklərin kütləsidir.

Bu koordinat oxlarının istiqamətinin dəyişdirilməsindən asılı olmur. Odur ki, oxları müvafiq şəkildə dəyişməklə potensial enerjini diaqonal şəkklə gətirmək lazımdır. Onda alırıq:

$$L = \frac{m}{2} (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) - \frac{1}{2} (k_1 x^2 + k_2 y^2 + k_3 z^2). \quad (5.63)$$

x, y, z oxları boyunca rəqslərin tezlikləri isə aşağıdakı kimi olur:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k_1}{m}}; \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{k_2}{m}}; \quad \omega_3 = \sqrt{\frac{k_3}{m}}. \quad (5.64)$$

Xüsusi hal olaraq mərkəzi-simmetrik sahə üçün $k_1=k_2=k_3=k$, $U = \frac{kr^2}{2}$ olur ki, bu zaman hər üç tezlik bir-birinə uyğun gəlir.

5.2.3. Titrəyişli mühitdə yağ danəciklərinin hərəkət xüsusiyyətləri

Titrəyişli mühitdə xamanın vəziyyəti öyrənilməyi üçün burada yağ danəciklərindən ibarət sistemin olması nəzərə alınmalıdır. Bu hissəciklər xaricdə deyil, daxildə olmaqla bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədədirlər. Bunların heç də hər birinin bütün sərbəstlik dərəcələri

rəqsi xarakter daşımır. Burada yağ danəcikləri, daxilində yağ küreciklərinin tarazlığı halında həm də dairəvi hərəkətdə ola bilərlər.

Xətti hərəkət üçün üç sərbəstlik dərəcəsi uyğun gəlir. Ümumi halda $3n$ sərbəstlik dərəcəsinə malik n yağ kürəciyindən ibarət yağ danəciyinin yalnız $3n-6$ -sı rəqsi hərəkətdə olur. Yalnız daxilində yağ kürəcikləri bir xətt boyunca düzlənmiş yağ kürəcikləri olan yağ danəcikləri istisna təşkil edir. Belə xətt ortasında fırlanma hərəkətinin olması ehtimalı düşünülmədiyinə görə o zaman bu halda fırlanmanın iki sərbəstlik dərəcəsi olur. Rəqsi hərəkət isə $3n-5$ olur. Yağ danəciklərinin titrəyişli mühitdə rəqslərinin mexaniki məsələsini həll edərkən əvvəlcədən xətti və fırlanma sərbəstlik dərəcələrini kənarlaşdırmaq məqsədəuyğun hesab edilir.

Xətti hərəkəti kənarlaşdırmaq üçün danəciyin tam impulsunu sıfıra bərabər götürmək lazımdır. Belə danəcik ətalətinin mərkəzinin tərpənməzliyi mənasına gəlidiyi üçün onu sabit üç koordinat şəklində ifadə etmək mümkündür:

$$r_{yk} = r_{yk0} + u_{yk}, \quad (5.65)$$

burada r_{yk0} - yağ kürəciyinin tarazlığının tərpənməz vəziyyətinin radius-vektoru;

u_{yk} - yağ kürəciyinin həmin vəziyyətdən kənara çıxmasıdır.

$$\sum m_{yk} r_{yk} = const \equiv \sum m_{yk} r_{yk0} \quad (5.66)$$

şərtini aşağıdakı kimi yazırıq:

$$\sum m_{yk} u_{yk} = 0. \quad (5.67)$$

Yağ danəciyinin fırlanma hərəkətini kənarlaşdırmaq üçün onun tam impuls momentini sıfıra bərabər qəbul etmək lazımdır. Moment vaxta görə koordinatın hər hansı funksiyasının tam törəməsi olmadığı üçün onun kənarlaşdırılması şərti bu funksiyanın sıfıra bərabər şəkildən ibarət olacaqdır. Ancaq baxılan variantda kiçik rəqslərdən söhbət getdiyi üçün bu hal müstəsna təşkil edir. Əslində yenə də $r_{yk} = r_{yk0} + u_{yk}$ şərtində yerdəyişmənin kiçik

kəmiyyətini u_{yk} nəzərə almamaqla yağ danəciyinin impuls momentini aşağıdakı kimi yazı bilərik:

$$M = \sum m_{yk} [r_{yk} v_{yk}] = \sum m_{yk} [r_{yk0} \dot{u}_{yk}] = \frac{d}{dt} \sum m_{yk} [r_{yk0} u_{yk}], \quad (5.68)$$

burada v - yağ kürəciyinin sürət vektorudur.

Bunun kənarlaşdırılmasını aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$\sum m_{yk} [r_{yk0} u_{yk}] = 0. \quad (5.69)$$

Burada koordinat mərkəzini sərbəst şəkildə seçmək mümkündür.

Yağ danəciyinin normal rəqsləri onun daxilindəki yağ kürəciklərinin hərəkət xarakteri kimi qiymətləndirilə bilər. Bu cür yanaşmağa yağ danəciklərində yağ kürəciklərinin simmetrik yerləşmə mülahizəsi əsas verir. Bu məqsəd üçün qruplar nəzəriyyəsinə əsaslanan ümumi metod mövcuddur.

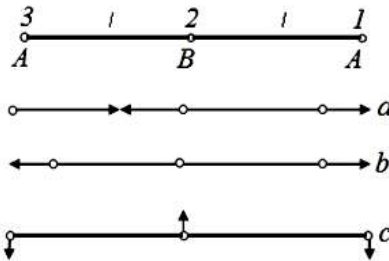
Əgər yağ danəciyində yağ kürəcikləri eyni müstəvidə yerləşmişlərsə onda yağ kürəciklərinin bu müstəvi üzərində qalaraq normal rəqs etməsi və bu müstəvidən fərqləndirilə bilər. Hər iki halın miqdarını təyin etmək çətin deyildir. Belə ki, müstəvi üzərində hərəkət üçün $2n$ sərbəstlik dərəcəsi mövcuddur- bunlardan biri xətti, digəri isə fırlanma hərəkətidir. Yağ kürəciklərinin müstəvidən kənara çıxması şərtindəki normal rəqslərin sayı $2n-3$ -dür. Qalan $(3n-6)-(2n-3)=n-3$ sərbəstlik dərəcələrindəki rəqslər isə yağ kürəciklərinin müstəvidən kənara çıxmasını təmin edən rəqslərdir.

Məhz yağ kürəciklərinin müstəvidən kənara çıxmasını təmin edən rəqslər yağ danəciklərinin bir-biri ilə birləşərək komalaşmasına yağ hazırlama prosesinin intensivləşməsinə xidmət edir. Bütün bunlar titrəyişlərin düzxətli deyil, kompleks şəkildə (düzxətli və fırlanma) olmasının vacibliyini vurğulayır.

Xətt boyu düzölmüş danəciklərdə də iki vəziyyəti, yəni düzxətliliyi itirməyən eninə rəqsləri və yağ kürəciklərinin düz xətdən kənara çıxmasına səbəb olan rəqsləri fərqləndirmək olar. Nəzərə alsaq ki, xətt boyu yerləşmiş n - sərbəstlik dərəcəsinə malik n - hissəciyin yalnız biri düzxətli hərəkətdədir, yəni yağ kürəciyi xətdən kənara çıxmır, o zaman sərbəstlik dərəcəsi $(n-1)$ -dir.

Xətti hərəkətdə olan yağ danəciklərinin rəqsi sərbəstlik dərəcəsinin tam miqdarı $3n-5$ olduğu üçün yağ kürəciklərini xətdən kənara çıxaran rəqslər $2n-4$ olacaqdır. Bu rəqsləri isə yalnız $n-2$ müxtəlif tezliklər təmin edə bilər. Hər belə rəqsetməni iki sərbəst üsulla bir-birinə perpendikulyar müstəvidə (danəciklərin mərkəzi oxundan keçən) titrəyişlərlə təmin etmək mümkündür. Simmetrik anlayışına əsaslanaraq onda bu istiqamətdəki normal rəqslərin eyni tezlikdə olmasını deyə bilərik. Qeyd olunan təhlillər titrəyiş doğuran intiqalın konstruktiv xüsusiyyəti barədə təsəvvür yaratmağa imkan verir. Belə konstruksiyanın xama çalxalanan qabın oxunun çevrəsi hərəkət edən qolun sonunda yerləşməsinə əsaslanmaqla işlənməsinə zəmin yaradır.

Qeyd olunan mülahizələr əsasında təcrübi variantlar üçün mühəndis-hesabat metodunun ümumi qaydasını aşağıdakı kimi qurmaq olar. Simmetrik olaraq xətti birləşmiş üç yağ kürəciyindən ibarət ABA yağ danəciyinin (şək.5.12) titrəyişli mühitdə rəqslərinin tezliyini təyin etməyə çalışaq.



Şək.5.12. Xətt boyunca yerləşən yağ danəciklərinin titrəyişli mühitdə vəziyyəti:

a) Q_a koordinatı yağ danəciyinin mərkəzinə nəzərən antisimmetrikdir ($x_1=x_3$); b) Q_b koordinatı simmetrik rəqsə uyğun gəlir ($x_1=-x_3$); c) simmetrik əyilmə rəqsi variantı.

Hesab olunur ki, yağ danəciyinin potensial enerjisi yalnız $A-B$, $B-A$ məsafələrindən və ABA bucağından asılıdır. Yağ kürəciklərinin eninə yer dəyişməsi aşağıdakı əlaqədədir:

$$m_A(x_1 + x_3) + m_B x_2 = 0, \quad (5.70)$$

burada m_A, m_B - yağ kürəciyinin kütləsidir.

Bunun köməyi ilə yağ danəciyinin eninə hərəkətinin Laqranj funksiyasından x_2 -ni kənarlaşdırırıq

$$L = \frac{m_A}{2} (\dot{x}_1^2 + \dot{x}_3^2) + \frac{m_B}{2} \dot{x}_2^2 - \frac{k_1}{2} [(x_1 - x_2)^2 + (x_3 - x_2)^2]. \quad (5.71)$$

Bundan sonra yeni koordinatlar (antisimmetrik Q_a və simmetrik Q_s) müəyyən edirik

$$Q_a = x_1 + x_3; \quad Q_s = x_1 - x_3. \quad (5.72)$$

Bunu nəzərə alsaq

$$L = \frac{m_A \mu}{4m_B} \dot{Q}_a^2 + \frac{m_A}{4} \dot{Q}_s^2 - \frac{k_1 \mu^2}{4m_B^2} Q_a^2 - \frac{k_1}{4} Q_s^2, \quad (5.73)$$

burada $\mu = 2m_A + m_B$ - yağ danəciyinin kütləsidir.

Göründüyü kimi Q_a və Q_s normal koordinatlardır. Q_a rəqsli yağ danəciyinin mərkəzinə nəzərən antisimmetrik koordinat ($x_1=x_3$) olub (şək.5.12,a) aşağıdakı tezliyə malikdir:

$$\omega_a = \sqrt{\frac{k_1 \mu}{m_A m_B}}. \quad (5.74)$$

Simmetrik rəqslərə uyğun koordinat Q_s ($x_1=-x_3$) (şək.5.12,b) üçün rəqslərin tezliyi aşağıdakı kimidir:

$$\omega_{s_1} = \sqrt{\frac{k_1}{m_A}}. \quad (5.75)$$

Yağ kürəciklərinin eninə yerdəyişməsi (y_1, y_2, y_3) (5.67) və (5.69)-ya görə aşağıdakı əlaqəyə malikdir:

$$m_A(y_1 + y_3) + m_B y_2 = 0; \quad y_1 = y_3. \quad (5.76)$$

Simmetrik əyilmə rəqsi variantında (şək.5.12,c) yağ danəciyinin potensial əyilmə enerjisi $\frac{k_2 \ell^2 \delta^2}{2}$ kimi ifadə olunur. Burada δ

π - nin qiymətindən ABA bucağının yana meyletməsi olub aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$\delta = \frac{1}{\ell} [(y_1 - y_2) + (y_3 - y_2)]. \quad (5.77)$$

Bütün y_1, y_2, y_3 yerdəyişmələrini δ ilə ifadə etsək eninə rəqslər üçün Laqranj funksiyasını aşağıdakı kimi alırıq:

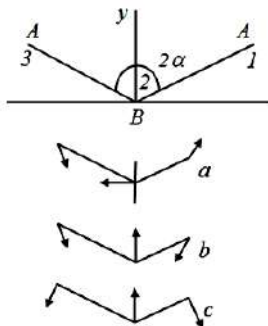
$$L = \frac{m_A}{2} (\dot{y}_1^2 + \dot{y}_2^2) + \frac{m_B}{2} \dot{y}_2^2 - \frac{k_2 \ell^2}{2} \delta^2 = \frac{m_A m_B}{4\mu} \ell^2 \dot{\delta}^2 - \frac{k_2 \ell^2}{2} \delta^2. \quad (5.78)$$

Rəqslərin tezliyi isə

$$\omega_{S2} = \sqrt{\frac{2k_2 \mu}{m_A m_B}}. \quad (5.79)$$

Yağ danəciyi üçbucaq formasında (şək.5.13) ABA olduqda x və y oxları üzrə yağ kürəciklərinin u - yerdəyişmələri aşağıdakı əlaqədə olurlar:

$$\left. \begin{aligned} m_A(x_1 + x_3) + m_B x_2 &= 0 \\ m_A(y_1 + y_3) + m_B y_2 &= 0 \\ \sin \alpha (y_1 - y_3) - \cos \alpha (x_1 + x_3) &= 0 \end{aligned} \right\}. \quad (5.80)$$



Şək.5.13. Dağınıq yerləşən yağ danəciyinin titrəyişli mühitdə vəziyyəti:

a) y oxuna nəzərən antisimmetrik, $x_1 = x_3$, $y_1 = -y_3$; b) və c) y oxuna simmetrik, $x_1 = -x_3$, $y_1 = y_3$.

$A-B$ və $B-A$ məsafələrinin $\delta\ell_1$ və $\delta\ell_2$ -lərinin dəyişməsi u_1-u_2 və u_3-u_2 vektorlarının AB və BA istiqamətinə proyeksiyası ilə əldə edilir:

$$\delta\ell_1 = (x_1 - x_2)\sin\alpha + (y_1 - y_2)\cos\alpha; \quad (5.81)$$

$$\delta\ell_2 = -(x_3 - x_2)\sin\alpha + (y_3 - y_2)\cos\alpha. \quad (5.82)$$

ABA bucağının dəyişməsi isə həmin vektorların AB və BA parçalarına perpendikulyar istiqamətə proyeksiyası ilə alınır:

$$\delta = \frac{1}{\ell} [(x_1 - x_2)\cos\alpha - (y_1 - y_2)\sin\alpha] + \frac{1}{\ell} [-(x_3 - x_2)\cos\alpha - (y_3 - y_2)\sin\alpha]. \quad (5.83)$$

Yağ danəciyinin Laqranj funksiyası isə

$$L = \frac{m_A}{2} (\dot{u}_1^2 + \dot{u}_3^2) + \frac{m_B}{2} \dot{u}_2^2 - \frac{k_1}{2} (\delta\ell_1^2 + \delta\ell_2^2) - \frac{k_2 \ell^2}{2} \delta^2. \quad (5.84)$$

Yeni koordinatlar müəyyən edirik

$$Q_a = x_1 + x_3; \quad q_{s1} = x_1 - x_3; \quad q_{s2} = y_1 + y_3. \quad (5.85)$$

u - vektorunun komponentləri bunların vasitəsi ilə təyin edilir:

$$x_1 = \frac{1}{2}(Q_a + q_{s1}); \quad x_2 = -\frac{m_A}{m_B} Q_a; \quad x_3 = \frac{1}{2}(Q_a - q_{s1}). \quad (5.86)$$

$$y_1 = \frac{1}{2}(q_{s2} + Q_a \operatorname{ctg}\alpha); \quad y_2 = -\frac{m_A}{m_B} q_{s2}; \quad y_3 = \frac{1}{2}(q_{s2} - Q_a \operatorname{ctg}\alpha). \quad (5.87)$$

Laqranj funksiyası isə

$$L = \frac{m_A}{4} \left(\frac{2m_A}{m_B} + \frac{1}{\sin^2\alpha} \right) \dot{Q}_a^2 + \frac{m_A}{4} \dot{q}_{s1}^2 + \frac{m_A \mu}{4m_B} \dot{q}_{s1}^2 + Q_a^2 \frac{k_1}{4} \left(\frac{2m_A}{m_B} - \frac{1}{\sin^2\alpha} \right) \left(1 + \frac{2m_A}{m_B} \sin^2\alpha \right) - \frac{q_{s1}^2}{4} (k_1 \sin^2\alpha + 2k_2 \cos^2\alpha) - q_{s2}^2 \frac{\mu^2}{4m_B^2} (k_1 \cos^2\alpha + 2k_2 \sin^2\alpha) + q_{s1} q_{s2} \frac{\mu}{2m_B} (2k_2 - k_1) \sin\alpha \cos\alpha. \quad (5.88)$$

Buradan görünür ki, y oxuna antisimmetrik ($x_I=x_3$; $y_I=-y_3$; şəkl.5.13,a) Q_a koordinatı aşağıdakı tezliyə malik normal rəqslərə cavab verir:

$$\omega_a^2 = \frac{k_1}{m_A} \left(1 + \frac{2m_A}{m_B} \sin^2 \alpha \right). \quad (5.89)$$

q_{s1} və q_{s2} koordinatları isə birgə olaraq iki rəqslərə (y oxuna nəzərən simmetrik, $x_I=-x_3$; $y_I=y_3$; şəkl.5.13,b,c) uyğun gəlir. Bunların tezlikləri ω_{s1} və ω_{s2} xarakteristik tənliyin kvadrat kökləri (ω^2 -na görə) kimi təyin edilir:

$$\omega^4 - \omega^2 \left[\frac{k_1}{m_A} \left(1 + \frac{2m_A}{m_B} \cos^2 \alpha \right) + \frac{2k_2}{m_A} \left(1 + \frac{2m_A}{m_B} \sin^2 \alpha \right) \right] + \frac{2\mu k_1 k_2}{m_B m_A^2} = 0. \quad (5.90)$$

5.2.4. Titrəyişli təsirin tətbiq formasının tədqiqi

Süd istehsalı və onun ərzaq məhsullarına emalının müasir vəziyyəti bu sahədə olan mövcud texnologiyaların məhsulun keyfiyyətini yaxşılaşması, material və enerji tutumunun azaldılması, prosesin asan idarə olunması istiqamətində təkmilləşdirilməsini tələb edir [487]. Bu mənada müasir kərə yağı hazırlayan maşın və avadanlıqları nəzərdən keçirdikdə onların təkmilləşdirilmə istiqamətlərindən birinin titrəyiş tətbiqinə əsaslanan texnologiya və konstruksiyanın işlənməsində görmək mümkündür. Bu cəhətdən istiqamətləndirilmiş və nizamlanan titrəyişlərin xamadan yağın ayrılmasına təsirinə öyrənilməsi xüsusi maraq doğurur [56].

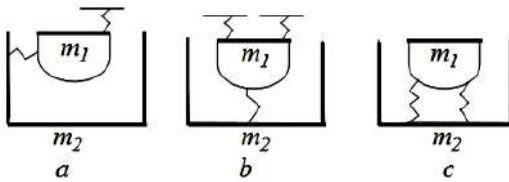
Süddə və xamada yağ kürəcik şəklində olub zülal və lesitin qarışığından ibarət örtüklə əhatə olunmuşdur. A.P.Belousova [124] görə zülal örtük iki laydan ibarət olur. Biri daxili laydır ki, burada lesitin molekulları öz hissəsi ilə yağ kürəciyi səthində yönəlmişdir. Xarici lay isə hidrofily (suya meyilli) hissəsi ilə südün tərkibindəki suya meyillənmişdir. Xamadakı yağ kürəciyini əhatə edən bu örtüklərin əsas hissəsi dağılmadan təcrübi olaraq yağ hissəciklərinin bir-birinə qovuşub yağ kütləsi əmələ gətirməsi mümkün olur. Odur ki, xamanı çalxalamaqda əsas məqsəd ondakı yağ kürə-

ciklərini dağıtmaq və onları vahid kütlədə birləşdirib yağ danəcikləri yaratmaqdan ibarətdir.

Bu sahədə uzun illər aparılmış tədqiqatlar hələ də sabit nəzəriyyənin işlənməsinə gətirib çıxarmamış və daha çox flotasiya nəzəriyyəsinin əsas kimi qəbul edilməsinə səbəb olmuşdur [381]. Bu nəzəriyyəyə əsasən xama çalındıqda hava qabarcıqları (köpük) yaranır ki, bunlar molekulyar cazibə qüvvəsi təsiri ilə yağ kürəciklərini öz səthində flotasiya edir (toplayır).

Burada yağ kürəciklərinin örtüyünün dağılması öz izahını tapa bilməmişdir. Söz yox ki, xamanın çalxalanmasına əsaslanan yağ hazırlayan maşınlarda döyüntülü enerjinin funksiası yalnız hava qabarcıqlarının yaranması və onların yağ kürəciklərinin toplanması ilə bitmir. Burada intiqaldan emal olunan kütləyə ötürülən enerjinin bir hissəsi məhz həmin örtüyün dağılmasına sərf olunur. Bunu elektromaqnitli titrəyiş doğuran intiqal tətbiqi üçün nəzərdən keçiririk.

Hər hansı həcmdə xamaya titrəyişli təsir üçün daha əlverişli intiqal, elastik resora malik titrədiciyə sayıla bilər (şək.5.14). Burada (a) variantında qab bir tərəfdən asqıya digər tərəfdən isə titrəyiş doğurucuya bərkidilmişdir. Digər (b) variantında titrəyiş doğurucu ilə qab dayaq şəklində əlaqələndirilmiş və iki asqıya malikdir. Üçüncü (c) variantında qab asqısız olub, iki dayaq tipli titrəyişdoğurucusu ilə təchiz edilmişdir.



Şək.5.14. Titrədiciyə qaba təsir sxemləri:

- a) birasqılı iki kütləli sistem; b) ikiasqılı iki kütləli sistem;
c) iki kütləli dayaq tipli sistem.

Sistemin rəqslər periodu bucaq tezliyindən (ω) $T_i = \frac{2\pi}{\omega}$ asılı-

lıqı şəklində olub aşağıdakı kimi ifadə edilə bilər:

$$T_i = 2\pi \sqrt{\frac{m_i}{c}}, \quad (5.91)$$

burada T_i - titrəyişli sistemin rəqslər periodu, san;

m_i - titrəyişli sistemdə kütlə, kq;

c - titrəyişli sistemdə yayların sərtliyidir, N/m.

Elektromaqnitin çəkici qüvvəsini aşağıdakı kimi təyin etmək mümkündür:

$$p = m_i \omega_i^2 a, \quad (5.92)$$

burada p - elektromaqnitin çəkici qüvvəsi, N;

ω_i - sistem rəqslərinin tezliyi, 1/san;

a - sistemin rəqslərinin amplitudasıdır, m.

$\omega_i^2 a$ sistemin təcilinə müvafiq gəlir. m_i (qabın materialla birlikdə kütləsi) və m_2 (titrədicinin kütləsi) müxtəlif qiymətlərini nəzərə almaqla yayların müxtəlif sərtliyinə (və yaxud eni- b və hündürlüyü- h da götürülə bilər) titrəyişli sistemin rezonans tezliyi hesablanabilir.

Digər tərəfdən titrəyişli sistemin tezliyinin (ω) qiymətini müqavimət təsiri tezliyinə (p) bərabər qəbul edib yayların sərtliyini (c) və titrəyişli sistemə müvafiq yayların miqdarını tapmaq olar.

Sistemin effektiv işləməsi üçün qabın işlənən, material ilə birgə kütləsi (m_1) və titrəyiş törədicinin kütləsi (m_2) arasındakı şərt əsasında müəyyən edilə bilər:

$$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{4c_2}{m_1 + m_2}} \leq 8 \text{ Hs}, \quad (5.93)$$

burada c_2 - titrəyiş yaradan bir yayının sərtliyidir.

$$c_2 = \frac{Gd^4}{8D^3n}, \quad (5.94)$$

burada G - sürüşmə modulu, N/m²;

d - yay məftilinin diametri, m;

D - yayın orta diametri, m;

n - yayın dolaqlarının sayıdır.

Titrəyici yayların (resorların) yerləşdirilməsi titrəyiştörədicə intiqalın ağırlıq mərkəzinin simmetrikliliyini pozmamalıdır.

5.2.5. Titrəyiş intiqalının əsaslandırılması

Fırlanma mənbəyi ilə kinematik əlaqədə olmayan titrəyiş törədən rotorların sinxron titrəyişlərinin dəstəklənməsinin nəzəri cəhətdən əsaslandırılması bir sıra tədqiqatlarda [147] öz əksini tapmışdır. Öyrənilən intiqal tipləri o vaxt səmərəli olur ki, bir qrup işçi orqanlar eyni fırlanma tezliyinə malik olur və oxlarının rəqsliyi məqbul sayılır. Əldə olunan nəzəri mülahizələrə əsaslanaraq fasiləli yağ çalxalayanın titrəyiş törədənini işini gözdən keçiririk [71]. Rotor qeyri taraz şəraitdə işləyir. Onun tərpənməz x oxu boyunca rəqsi hərəkəti aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$x = A \sin \omega t, \quad (5.95)$$

burada x - yerdəyişmə;

A - kütlə oxunun amplitudu;

ω - kütlə oxunun rəqslərinin tezliyidir.

Rotorun hərəkətinə nəzərən differensial tənlik aşağıdakı kimidir:

$$J_0 \ddot{\varphi} + M_c = m \ddot{x} e \cos \varphi, \quad (5.96)$$

burada J_0 - fırlanma oxuna nəzərən rotorun ətalət momenti;

φ - rotorun dönmə bucağı;

M_c - fırlanmaya müqavimət momenti;

m - rotorun kütləsi;

e - kütlə mərkəzindən fırlanma oxuna qədər olan məsafədir.

Rotorun fırlanmasının iki rejiminə: işçi və statik vəziyyətdən işə düşməsinə baxırıq.

İşçi rejim üçün rotorun fırlanmasına müqavimət momentini sabit qəbul edirik ($M_c = \text{const}$). (5.95) düsturunu iki dəfə differensiallaşdırıb (5.96) düsturunda yerinə yazdıqda alırıq:

$$J_0 \ddot{\varphi} + M_c = -Ame\omega^2 \sin\omega t \cos\varphi. \quad (5.97)$$

Elastik sistemlərin dayanıqlıq və rəqslərində tətbiq edilən üsullardan [147, 293] istifadə edərək bu tip tənliyi həll etmək mümkündür. Qeyri taraz rotorun ω bucaq sürəti ilə fırlanmasını dəstəkləyən şərti tapmaq üçün aşağıdakı funksiyanı yoxlayırıq:

$$\varphi = \omega t + \alpha, \quad (5.98)$$

burada α - (5.97) funksiyasının həlli ilə alınmış sabitdir.

Hərəkət tənliyini (5.98) düsturunda olduğu kimi qəbul edib, hesab edirik ki, rotor fırlanır və bu zaman oxun rəqslərinə nəzərən α fazası qədər hərəkət edir. (5.98) düsturunu (5.97)-də istifadə edərək alırıq

$$M_c = -Ame\omega^2 \sin\omega t \cos(\omega t + \alpha). \quad (5.99)$$

Bu düsturun sol tərəfinin sabit və sağ tərəfinin dəyişgən olduğuna görə (5.98) düsturunu (5.97) düsturunun həlli kimi qəbul edilə bilməz. (5.99) düsturunun həllini yoxlayırıq. Düsturun sağ tərəfində olan funksiyanın orta qiymətini müəyyən etmək üçün bu funksiyanı $\left(0, \frac{2\pi}{\omega}\right)$ intervalında inteqrallayırıq:

$$\int_0^{\frac{2\pi}{\omega}} -Ame\omega^2 \sin\omega t \cos(\omega t + \alpha) dt = Ame\omega\pi \sin\alpha. \quad (5.100)$$

Bu düsturu $\frac{2\pi}{\omega} = T$ -yə bölüb (5.99) düsturunun sol tərəfinə bərabərləşdirdikdə alırıq:

$$M_c = \frac{Ame\omega^2 \sin\alpha}{2} \quad (5.101)$$

və yaxud

$$\frac{2M_c}{Ame\omega^2} = \sin\alpha. \quad (5.102)$$

(5.102) düsturunun sağ tərəfi vahid ola bilmədiyi üçün rotorun fırlanma şərti aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\frac{2M_c}{Ame\omega^2} < 1. \quad (5.103)$$

Oxu rəqs edən qeyri taraz rotorun dəf edə biləcəyi maksimum müqavimət momenti aşağıdakı kimi olur:

$$M_{c_{\max}} = \frac{Ame\omega^2}{2}. \quad (5.104)$$

Rotorun fırlanma şərti və onun dəf etdiyi maksimal müqavimət momenti rəqs edən oxun vəziyyətindən (şaquli və yaxud üfiqi) aslı olur. Sonuncu düstur (18.101) tələb olunan yükə (təsirə) görə "m" və "e" parametrlərini və titrəyiş rejimini (A, ω) seçməyə imkan verir.

İşə salma zamanı rotorun bucaq sürəti sıfırdan ω -ya qədər dəyişir. Odur ki, ilk təxminləmədə rotorun müqavimət momenti bucaq sürətinə düz mütənasib götürülür. Başqa sözlə

$$M_c = k\varphi, \quad (5.105)$$

burada k - mütənasiblik əmsəlidir.

Müqavimət momentinin qiymətini (5.97) düsturunda istifadə etsək alırıq:

$$J_0\ddot{\varphi} + k\dot{\varphi} = -Ame\omega^2 \sin\omega t \cos\varphi. \quad (5.106)$$

Bu şərtin (işə salma) öyrənilməsində məsələ, statik vəziyyətdə olan rotorun oxu vasitəsi ilə fırlanması şərtinin təyin olunmasından ibarət olur.

$\varphi = \gamma - \frac{\pi}{2}$ kimi ifadə edərək, burada γ vaxtdan asılı bucaq olaraq götürülür. Onda $\dot{\varphi} = \dot{\gamma}$; $\ddot{\varphi} = \ddot{\gamma}$ və (5.106) düsturu aşağıdakı şəkli alır:

$$J_0\ddot{\gamma} + k\dot{\gamma} = -Ame\omega^2 \sin\omega t \sin\gamma. \quad (5.107)$$

Ölçüsüz vaxt işarəsinə $\tau = \omega t$ keçsək aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$\frac{d\gamma}{d\tau} = \frac{d\gamma}{\omega dt} = \frac{\dot{\gamma}}{\omega}; \quad (5.108)$$

$$\frac{d^2\gamma}{d\tau^2} = \frac{d^2\gamma}{\omega^2 dt^2} = \ddot{\gamma}\omega^2. \quad (5.109)$$

Bu zaman (5.109) düsturunu aşağıdakı kimi yazıb bilirik:

$$J_0\omega^2 \frac{d^2\gamma}{d\tau^2} + k\omega \frac{d\gamma}{d\tau} - Ame\omega^2 \sin\tau \sin\gamma. \quad (5.110)$$

(5.110) düsturunun hər iki tərəfini $J_0\omega^2$ bölüb və $\frac{k}{J_0\omega} = h$,

$\frac{Ame}{J_0} = \mu$ əvəzləmələrini etməklə alırıq:

$$\frac{d^2\gamma}{d\tau^2} + \frac{hd\gamma}{d\tau} = -\mu \sin\tau \sin\gamma. \quad (5.111)$$

Belə tənliyin nöqtəvi əks etmə metodu [206, 262] ilə tədqiqi göstərmişdir ki, aşağıdakı qeyri bərabərliklərlə müəyyən olunan sahədə γ_0 və $\dot{\gamma}_0$ istənilən başlanğıc qiymətlərində istər müsbət və istərsə mənfi istiqamətdə rotorun $|\dot{\gamma}| = \omega$ bucaq sürəti ilə əsas fırlanma rejimi alınır:

$$h^2(1,8 - 0,4h) + 0,5 < \mu < \begin{cases} h(1 + 0,85h) + 1,1 & (0 < h < 1,65 \text{ olduqda}) \\ 0,9h + 3,4 & (1,65 < h < 2,25 \text{ olduqda}) \end{cases} \quad (5.112)$$

Beləliklə rotorun əlverişli şəkildə işə salınması işə salma əmsalı ilə müəyyən edilir:

$$\mu = \frac{Ame}{J_0}. \quad (5.113)$$

Hügens teoreminə əsasən

$$J_0 = J_m + me^2, \quad (5.114)$$

burada J_m - rotorun kütlə mərkəzinə nəzərən ətalət momenti.

(5.114) düsturundan alınan J_0 -ın qiymətini (5.113) düsturunda yazıb amplitudu təyin etsək alırıq:

$$A = \frac{J_m}{m} \cdot \frac{\mu}{e} + \mu e. \quad (5.115)$$

(5.112) düsturundan μ -nün qiymətini (5.115)-ə gətirdikdə və "h"-ı $\frac{k}{J_0\omega}$ ilə əvəz etdikdə rotorun işə salınması üçün amplitud diapazonlarını müəyyən edə bilərik:

$$A > \frac{1,8k^2\omega(J_m + me^2) - 0,1k^3}{me\omega^3(J_m + me^2)^2} + \frac{J_m}{2me} + \frac{e}{2}; \quad (5.116)$$

$$A < \frac{0,85k^2 + (J_m + me^2)\omega k}{me\omega^2(J_m + me)^2} + \frac{1,1J_m}{me} + 1,1e; \quad (5.117)$$

$$A < \frac{0,9k}{me\omega} + \frac{3,4J_m}{me} + 3,4e. \quad (5.118)$$

(5.116) qeyri bərabərliyi $0 < \frac{k}{J_0\omega} < 2,25$ olduqda, (5.117)

bərabərsizliyi $0 < \frac{k}{J_0\omega} < 1,65$ olduqda, (5.118) bərabərsizliyi isə

$1,65 < \frac{k}{J_0\omega} < 2,25$ olduqda doğrudur.

(5.116)...(5.118) düsturları rotor oxunun rəqslərinin amplitudunun rotor parametrlərindən və xarici müqavimətdən asılılığını ifadə edir. Beləliklə J_m , m , k , e -nin qiymətlərini bilməklə hər rəqs

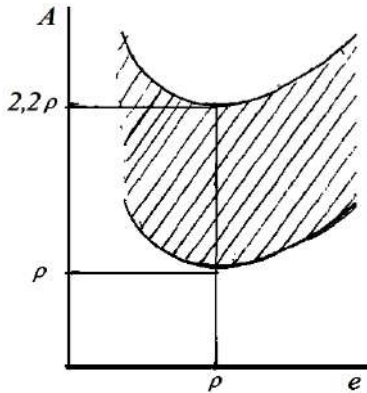
tezlik (ω) üçün rotorun işə salınma amplitudunu (A) tapmaq mümkündür. Kənar müqavimət olmayan hal üçün ($k=0$ və yaxud $k \neq 0$) rotorun işə salma amplitudunu müəyyən etmək üçün (5.116) və (5.117) qeyri bərabərlikləri aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\frac{J_m}{2me} + \frac{e}{2} < A < \frac{1,1J_m}{me} + 1,1e. \quad (5.119)$$

Rotorun ətalət radiusu $\rho^2 = \frac{J_m}{m}$ olduğu üçün (5.118) qeyri bərabərliyini aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$\frac{\rho^2}{2e} + \frac{e}{2} < A < 1,1 \frac{\rho^2}{e} + 1,1e. \quad (5.120)$$

Alınmış düstur əsasında rotorun işə salınma amplitudu sahəsi qrafiki olaraq şəkil 5.15-də təsvir edilmişdir. $e=\rho$ olduqda işə salma amplitudu minimum qiymət alır. (5.119) qeyri bərabərliyi belə bir nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, işə salma amplitudu ($k=0$ və yaxud $k \neq 0$ və $\omega \rightarrow \rightarrow$) şərtlərində rotor kütləsindən asılı olmur (hansı materialdan hazırlanmasından asılı olmayaraq). Bu, yalnız rotorun xətti ölçülərindən və "e"-dən asılı olur.



Şək.5.15. Titrəyiş doğuran rotorun işə salınma amplitudunun eksentritədən asılılıq əyrisi.

Beləliklə təsvir olunmuş üsula əsaslanaraq mexaniki tipli titrəyiş törədən qurğunun işçi və işə salınma rejimləri üçün rotorun hesabətını aparmaq mümkündür. Alınmış hesabət düsturları həm işçi orqanın parametrlərini həm də titrəyiş rejimini müəyyən etməyə imkan verir. Titrəyiş törədici orqanın gücü məcburi rəqslərin dəstəklənməsinə və qabda olan materiala sərf olunur. Gücün birinci toplananı dayaqlardakı itkilər, intiqaldakı itkilər və hava müqavimətinə görə olan itkilərlə müəyyən edilir. Bu itkilər titrəyiş törədicisinin konstruksiyasından, intiqalın vəziyyətindən, dayaqların elastiklik xassələrindən asılı olur və onlar hər konkret vəziyyət üçün müəyyən edilir. İlk baxışdan gücün birinci toplananı ikinciyə nəzərən daha tutumlu görünsə də, qabda olan xamanın məcburi rəqslərinə (çalxalanmasına) sərf olunan güc, titrəyiş törədicinin rəqslərinin parametrləri, qabdakı materialın fiziki-mexaniki xassələri, onun qabdakı hündürlüyü ilə mürəkkəb asılılıqda olub, daha təsirli paya malikdir.

Gücün ikinci toplananını müəyyən etmək üçün onu rəqslərin sürətinin (v) amplitud kəmiyyətinə və materialın titrəyişlərə müqavimət qüvvəsinə (p) düz mütənasiblikdə olması halı təhlil edilə bilər:

$$N_2 = p v = p A_0 \omega, \quad (5.121)$$

burada A - titrəyişlərin (rəqslərin) amplitudu;

ω - titrəyişlərin tezliyidir.

Materialın titrəyişlərə müqavimət qüvvəsi (p) titrəyişlərin sürəti (v) və materialın kütləsindən (m) asılıdır

$$p = \eta v^n m, \quad (5.122)$$

burada η - mütənasiblik əmsalı;

n - titrəyişlərə müqavimətin titrəyişlərinin sürətindən asılılığını xarakterizə edən dərəcə göstəricisidir.

Müxtəlif materiallar üzrə aparılmış tədqiqatlarda [114] müəyyən edilmişdir ki, p titrəyişlərin sürəti ilə düz mütənasiblikdədir. Əgər belə asılılığın digər materiallar üçün doğruluğunu qəbul etsək, onda aşağıdakı ifadəni yazı bilərik:

$$N_2 = \eta m v^2 = \eta m (A_0 \omega)^2. \quad (5.123)$$

Çalxalanan materialın gətirilmiş kütləsi aşağıdakı kimi olur:

$$m = \rho F h_g, \quad (5.124)$$

burada ρ - qabdakı materialın sıxlığı, kg/m^2 ;
 F - qabda materialın tutduğu sahə, m^2 ;
 h_g - qabda materialın gətirilmiş hündürlüyüdür, m.

Sonuncu göstərici elə hündürlüyü nəzərə alır ki, amplitud sönməsi olmadığı halda material tərəfindən udulmuş enerji miqdarının titrəyişləri həmin məsafəyə qədər yayıla bilər.

Materialda titrəyiş amplitudunun sönmə əyrisinin analitik ifadəsi aşağıdakı kimidir:

$$A_x = A_0 e^{-\delta x}, \quad (5.125)$$

burada A_x - titrəyiş mənbəyindən x məsafədə materialın titrəyiş amplitudu, m;

δ - sönmə əmsəlidir.

Materialın gətirilmiş hündürlüyü:

$$h_g = \frac{F_{A_x}}{A_0}, \quad (5.126)$$

burada F_{A_x} - amplitudun sönmə əyrisi ilə x oxu arasındakı sahə, m^2 .

$$F_{A_x} = \int_0^h A_0 e^{-\delta x} dx = \left(\frac{1}{\delta} \right) A_0 (1 - e^{-\delta h}), \quad (5.127)$$

burada h - qabda materialın hündürlüyüdür, m.

(5.127) tənliyini (5.123) tənliyində istifadə etsək alırıq:

$$h_g = \frac{1 - e^{-\delta h}}{\delta}. \quad (5.128)$$

(5.128), (5.124) və (5.123) tənliklərini birgə həll edərək alırıq:

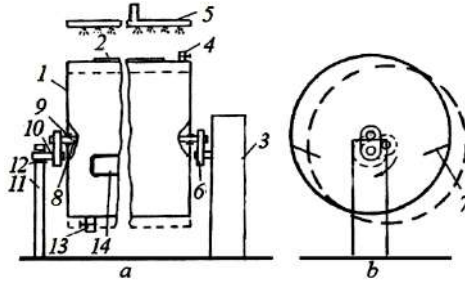
$$N_2 = \frac{\eta \rho F (1 - e^{-\delta h})}{\delta} (A_0 \omega)^2. \quad (5.129)$$

(5.129) tənliyində δ və η məlum olmayanlardır. Bunlar eksperimental yol ilə təyin edilirlər.

5.2.6. Konstruktiv sxemin seçilməsi və tədqiqi

Çalxalama üsuluna əsaslanan yağ hazırlama maşın və avadanlıqlarını [1] nəzərdən keçirdikdə, müxtəlif işçi orqanları: vərdənlər, kürəklər, qarışdırıcılar və s. ilə dalğa formalaşdırılmasının vacibliyini görmək mümkündür. Bu zaman qabın fırlanması dalğa yaratmaq üçün vacib şərt kimi qəbul edilmişdir. Burada qabın buraxılabilən maksimum fırlanma tezliyinin seçilməsi də məhz dalğayarətma şərtləri ilə məhdudlaşmışdır. Odur ki, prosesin nəzarətdə saxlanması və intensivləşdirilməsi üçün yalnız qabın fırlanma tezliyi deyil ona döyüntülü təsir tətbiqi də maraq doğurur. Bu istiqamətin perspektivliyi məqsədyönlü titrəyişin texniki effektindən istifadəyə əsaslanmışdır. Bunu nəzərə alaraq ilkin nəzəri və təcrübi axtarışlar nəticəsində titrəyişli təsirə əsaslanan eksperimental yağ hazırlayan qurğu işləyib hazırlamışıq (şək.5.16). Qurğunun konstruksiyası yeni olmaqla o ixtira sənədi ilə təsdiq edilmişdir [75]. Qurğu qabdan 1, lyukdan 2, intiqaldan 3, qaz çıxarma kranından 4, suvarma tərtibatından 5, eksentrik mexanizmdən 6 və kürəklərdən 7 ibarətdir. Qab 1 silindrik formada olub, yan tərəfləri qapanmış və mərkəzindən keçən oxla 8 hər iki yan tərəfdə yastıqla 9 əlaqələnmişdir. Ox 8 hər iki tərəfdə eksentrik mexanizmə 6 sərt şəkildə bərkidilmişdir. Eksentrik mexanizmin 6 yarımoxları 10 bir tərəfdə intiqal 3 ilə əlaqələnmiş, digər tərəfdə isə dayaq 11 üzərində yastığa 12 oturdulmuşdur. Yarımoxlar 10 eksentrik mexanizm 6 ilə sərt şəkildə birləşmişlər. Lyuk 2 və qaz çıxarma kranı 4 qabın 1 üst tərəfində yerləşmişlər. Həmçinin qabın 1 üst tərəfində ondan aralı şəkildə suvarma tərtibatı 5 yerləşmişdir. Qabın 1 alt tərəfində ayran buraxmaq üçün kran 13 və yan tərəfində baxış

pəncərəsi 14 vardır. Kürəklər 7 qabın 1 iç tərəfində mərkəzi oxdan aşağıda, aşağıya meyilli şəkildə quraşdırılmışdır.



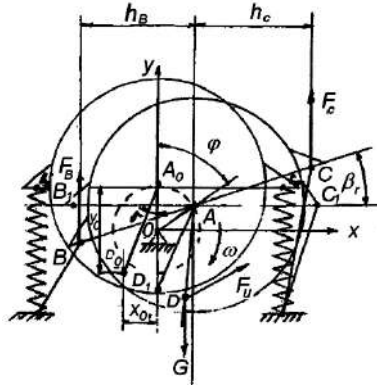
Şək.5.16. Eksperimental yağ hazırlayan qurğu:

1-qab; 2-lyuk; 3-intiçal; 4-qaz çıxarma kranı; 5-suvarma tərtibatı; 6-eksentrik mexanizm; 7-kürək; 8-ox; 9-yastıq; 10-yarımmox; 11-dayaq; 12-yastıq; 13-ayran buraxmaq üçün kran; 14-baxış pəncərəsi.

Qurğu aşağıdakı kimi işləyir. Əvvəlcə qabın 1 lyuku 2 açılıb içərisinə həcmnin 40%-i qədər kərə üçün hazırlanmış qaymaq tökülür. Bundan sonra lyuk 2 bağlanır və intiçal 3 işə salınır. Eksentrik mexanizmi 6 çevrəvi hərəkət, qab 1 isə titrəyişli-rəqsli hərəkət edir. Qabın içərisindəki qaymaq çalxalanır, kürəklərə çirpınma zərbəsindən və titrəyişli-rəqsli təsirdən qaymaqdan yağ danələri ayrılaraq yağ kütləsi təşkil edirlər. Titrəyişli-rəqsli hərəkət yağ kütləsinin kürək və qab divarlarında çökərək kristallaşmanın qarşısını almaqla proses sürətlənməklə son məhsulun keyfiyyəti də yaxşılaşmış olur. Müəyyən vaxtdan bir qaz çıxarma kranı 4 açılaraq qaymaqdan ayrılan qazlar qabdan 1 kənar edilir. Prosesin tələb olunan temperatur rejimini tənzimləmək üçün lazım gəldikdə suvarma tərtibatından 5 qabın 1 üzərinə isti və yaxud soyuq su çilənir.

Eksperimental qurğunun iş rejiminin nəzəri surətdə əsaslandırılması burada tətbiq edilən titrəyişdoğurucu mexanizmin təsir xüsusiyyətinin təhlilini tələb edir. Tətbiq edilən titrəyişdoğurucu mexanizmin eksentrik vibrator olduğunu və onun saat istiqamətində, sabit ω bucaq sürəti ilə fırlandığını $OA=q$ (şək.5.17) nəzərə alırıq. Onda yağ hazırlayan qurğunun gövdəsinin mütləq hərəkəti

A oxu üzə irəli və həm də A oxuna nəzərən rəqsi hərəkətdən ibarət olur [73].



Şək.5.17. Qurğunun gövdəsinin hərəkət xarakterini müəyyən edən sxem.

Nisbi hərəkətin differensial tənliyi aşağıdakı kimi olur:

$$J \frac{d^2 \beta_r}{dt^2} = m(G) + m(F_B) + m(F_C) + m(F_u), \quad (5.130)$$

burada $m(G)$, $m(F_B)$, $m(F_C)$, $m(F_u)$ - gövdənin ağırlıq qüvvəsinin A oxuna nəzərən momentləri, Nm;

F_B və F_C - yayın elastiklik qüvvələri, N;

F_u - ətalət qüvvəsi, N;

J - gövdənin A oxuna nəzərən ətalət momentidir.

Aşağıdakı əvəzetmələri yerinə yetirməklə

$$\frac{q(z_c h_c - z_B h_B)}{J} = R; \quad (5.131)$$

$$\frac{G y_0 + z_c h_c^2 + z_B h_B^2}{J} = k^2; \quad (5.132)$$

$$\frac{G q \omega^2 A D}{J g} = H. \quad (5.133)$$

(5.130) tənliyinin xüsusi həllini əldə edirik:

$$\beta_r = \frac{R}{k^2} + \frac{\sqrt{H^2 + R^2 + 2HR \sin \gamma}}{k^2 - \omega^2} \sin(\omega t - \varphi_0), \quad (5.134)$$

burada z_B, z_c - yayların sərtliyi, N/m;

g - sərbəstdüşmə təcili, m/san²;

ω - eksentrikin bucaq sürəti, san⁻¹;

φ_0 - başlanğıc faza;

k - A oxuna nəzərən gövdənin öz rəqslərinin tezliyidir.

Başlanğıc faza aşağıdakı ifadədən təyin edilir:

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{R + H \sin \gamma}{H \cos \gamma}; \quad (5.135)$$

$$\sin \varphi_0 = \frac{R + H \sin \gamma}{\sqrt{H^2 + R^2 + 2HR \sin \gamma}}. \quad (5.136)$$

Qurğu gövdəsinin istənilən nöqtəsinin amplitudu aşağıdakı kimi təyin edilə bilər:

$$q_i = \left[q^2 + \frac{\ell_i \sqrt{H^2 + R^2 + 2HR \sin \gamma}}{k^2 - \omega^2} \left(\frac{1}{k^2 - \omega^2} \pm 2q \sin \varphi_0 \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5.137)$$

burada q_i - yağ hazırlayan eksperimental qurğunun gövdəsinin i nöqtəsinin rəqslərinin amplitudu, m;

ℓ_i - i nöqtəsinin A oxundan OX oxuna paralel olmaqla məsafəsidir, m.

Alınmış tənliklərdən (5.134), (5.137) belə nəticə çıxarmaq mümkündür ki, eksperimental qurğunun təcrübədə $\omega > k$ reallığı olduğundan dairəvi trayektoriya üzrə hərəkəti yalnız $R=0$ (yayların sərtliyi və yerləşməsi $z_B h_B = z_c h_c$ təmin etdikdə) və $H=0$ (ağırliq mərkəzi- $D A$ - oxunda olduqda, yəni $AB=0$) xüsusi halda mümkün olacaqdır. Tədqiqatın nəticələri eksperimental qurğunun səmərəli işini təmin edə biləcək parametrlərin seçilməsinə kömək edir.

Xamanın çalxalanmasının enerji tutumu kriteriyası olaraq vaxta görə xüsusi işin qəbul edilməsi daha məqsədəuyğun hesab edilə bilər, başqa sözlə

$$k_e = \frac{1}{m(\tau_2 - \tau_1)} \int_{\tau_1}^{\tau_2} N(\tau) d\tau, \frac{m}{san^2}, \quad (5.138)$$

burada $N(\tau)$ - xamanın çalxalanması üçün tələb olunan güc, Nm/san;

τ_1, τ_2 - çalxalanmanın uyğun olaraq başlama və qurtarma vaxtları, san;

m - qurğuda xamanın ağırlığıdır, N.

İşçi və boş gediş burucu momentlərinin fərqiə görə tələb olunan güc hesablanabilir:

$$N = (M_{bur} - M_{burb.g})\omega, \quad (5.139)$$

burada M_{bur} - iş zamanı eksentrik valındakı burucu moment, Nm;

$M_{burb.g}$ - boş işləmə zamanı eksentrik valındakı burucu momentdir. Nm.

Xamadakı yağ kürəciklərinə təsir edən aktiv qüvvə isə aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$P = \frac{N}{v_\zeta} = \frac{k_e m}{v_\zeta}, \quad (5.140)$$

burada v_ζ - xama çalxalayan qabın sürətidir, m/san.

Göründüyü kimi yağ kürəciklərinin birləşərək yağ danələri əmələ gətirməsi üçün aktiv qüvvə çalxalanmanın enerji tutumundan asılı olur. Burada yağ kürəciyinə aktiv qüvvə tətbiqi və prosesin intensivliyi mürəkkəb qarşılıqlı əlaqədə olan rejim parametrlərindən asılı olduğu üçün bunların eksperimental yolla müəyyən edilməsi daha məqsədəuyğun sayıla bilər.

5.3. YAĞIN HAZIRLANMASINDA EKSPERİMENTAL TƏDQİAQLARIN PROQRAM VƏ METODİKASI

5.3.1. Yağın hazırlanmasında tədqiqatların proqramı

Tədqiqatda qarşıya qoyulan vəzifələrə uyğun olaraq aşağıdakı işlərin yerinə yetirilməsi planlaşdırılmışdır:

1. Titrəyişli stenddə xamanın hərəkət, formadəyişmə və reoloji xüsusiyyətinin tədqiqi;

2. Eksperimental yağ hazırlama qurğusunun maket nümunəsinin hazırlanması, laboratoriya şəraitində tədqiqi. Məhsulun keyfiyyətinə təsir edən parametrlərin müəyyən edilməsi;

3. Eksperimentin planlaşdırılması üsulu ilə qurğunun texnoloji və rejim parametrlərinin optimallaşdırılması;

4. Eksperimental qurğunun istehsalat şəraitində tətbiqi, onun iş qabiliyyətinin, keyfiyyət və energetik parametrlərinin qiymətləndirilməsi;

5.3.2. Yağın hazırlanmasında tədqiqatların metodikası

5.3.2.1. Xamanın axımlıq səciyyəsinin öyrənilmə metodu. Yağ hazırlayan qurğuların elmi cəhətdən əsaslandırılmış hesabı və layihələndirilməsi texniki vasitənin həndəsi, kinematik, dinamik parametrləri və xamanın fiziki-mexaniki xarakteristikası kompleks şəkildə öyrənilməlidir [155, 230].

Bu məqsədlə yağ hazırlanmasında istifadə ediləcək müxtəlif yağlılığa malik xamanın bəzi fiziki-mexaniki xassələri laboratoriya şəraitində tədqiq edilmiş və eksperimental tədqiqatları PB-8 markalı rotasion viskozimetrlə (şək.4.12) 4.3.2.4 paragrafındakı standart metodikaya uyğun olaraq aparılmışdır. Burada enən yükün miqdarına, enmə vaxtına və fırlanan silindrin xama ilə təmasda olan səthinə görə xamanın özlülüyü və sürüşmə gərginliyi müəyyən edilir. Bu cihaz üçün İ.M.Belkin, Q.V.Vinoqradov və A.İ.Leonov [123] Şvedov-Binqam düsturuna əsaslanaraq plastik axım nəzəriyyəsi işlənmişdir.

Özlülüyn qiyməti (4.91) düsturu ilə hesablanmışdır:
Cihaz sabiti isə aşağıdakı kimi hesablanır:

$$k = \frac{Rg}{2\pi^2 \left(\frac{hr_1^2 r_2^2}{r_1^2 - r_2^2} + \frac{r_1^3 r_2^3}{r_1^3 - r_2^3} \right)}, \quad (5.141)$$

burada R - qarışıqın radiusu, m;

r_1 - daxili silindrin radiusu, m;

r_2 - xarici silindrin radiusu, m;

h - cihazda xamanın səviyyəsinin hündürlüyü, m;

g - sərbəst düşmə təcildir, m/san².

Seçdiyimiz viskozimetrimin aşağıdakı parametrlərini: silindrin radiusları $r_1=0,016$ m; $r_2=0,019$ m; qasnağın radiusu $R=0,022$ m; silindərlər arasındakı həcmə $0,003$ m³ xama tökdükdə səviyyəsinin $h=0,07$ m olduğunu nəzərə alsaq cihaz sabiti $k=0,0393$ olur. Onda özlülük aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\mu = 39,3 \frac{P - P_0}{n}. \quad (5.142)$$

Sürüşmə gərginliyinin hüdud qiyməti viskozimetrdə yük təsirinə daxili silindrin fırlanmasının başlanğıc momentində təyin edilir. Bu xamanın o vəziyyətidir ki, xarici silindr üzrə sürüşmə gərginliyi daxili silindr ilə xama arasındakı sürtünmə qüvvəsini keçmiş olur. Bu isə (4.92) düsturundan istifadə edilərək hesablanır:

$$\tau_0 = k_1 (P_1 - P_0), \quad (5.143)$$

burada τ_0 - hüdud sürüşmə gərginliyi, N/m²;

P_1 - daxili silindrin fırlanmağa başlamasına səbəb olan minimum ağırlıq, kq;

k_1 - hüdud sürüşmə gərginliyini təyin etdikdə cihaz sabitidir, 1/msan².

Seçilmiş cihaz üçün $k=1760$. Onda hesabata aşağıdakı düsturla aparmaq olar:

$$\tau_0 = 1760(P_1 - P_0). \quad (5.144)$$

5.3.2.2. Xama və yağ nümunələrinin götürülmə metodu. Tədqiqat materialı olaraq müxtəlif yağlılıqlı xama və hazırlanmış şit kərə yağı götürülmüşdür. Nümunələrin götürülməsi ГОСТ 26809 "Süd və süd məhsulları" əsasında həyata keçirilmişdir. Nümunə olaraq banka 35°C temperaturda su hamamına yerləşdirilir. Fasiləsiz olaraq qarışdırmaqla nümunə müxtəlif kütləli eyni konsistensiyaya alınana qədər isidilir və sonra 20±2°C qədər soyudulur. Bu qaydada hazırlanmış nümunə analiz üçün istifadə olunur.

5.3.2.3. Tədqiqat materialının texnoloji parametrlərinin öyrənilmə metodları. Turşuluq ГОСТ "Süd və süd məhsulları. Turşuluğun təyin edilməsinin titrimetrik üsulları" əsasında müəyyən edilmişdir. Bu üsulun məğzi ondadır ki, 10 qram nümunə natrium və ya kalium hidooksidinin desinormal məhlulu ilə neytrallaşdırılır və kettstofer dərəcəsi ilə ölçülür [148]. 100 ml-lik kolbaya 5 q nümunə qoyulub əridilir və üzərinə 20 ml neytrallaşdırılmış 95%-li etil spirti ilə kükürd efiri qarışığı (1:1 nisbətində) əlavə edilir. Qarışıq olan kolbaya 3 damcı 1%-li fenofaelin məhlulu damızdırılıb 0,1 n NaOH məhlulu ilə qarışdırılaraq 1 dəqiqə ərzində itməyən zəif çəhrayı rəngi alana qədər titrləşdirilir. Yağın turşuluğunu hesabladıqda titrləşməyə sərf olunan qələvi miqdarını 2-yə vurmaq lazımdır.

Xüsusi ilə pasterizə olunacaq xamanın turşuluğunun təyin edilməsi olduqca vacibdir. Belə ki, yüksək turşuluqlu xama istilik təsirindən laxtalaşa bilər. Xamanı laxtalaşdıran temperatur xamanın tərkibindəki süd turşusu miqdarından asılı olur. Xamada bu turşunun miqdarı eyni turşuluğa malik, ancaq müxtəlif yağlılıqlı xamalarda müxtəlif miqdarda ola bilər. Bu onunla izah edilir ki, süd turşusu xamanın yağ hissəsində deyil su hissəsində (xamanın plazmasında) olur. Xamada süd turşusu miqdarını təyin etmək üçün xamanın titrləşən turşuluğundan plazmanın turşuluğuna keçmək lazım gəlir. Bu aşağıdakı hesabat düsturu ilə yerinə yetirilir:

$$K_p = \frac{100 \cdot K_x}{100 - Y_x}, \quad (5.145)$$

burada K_p -plazmanın turşuluğu;
 K_x - xamanın turşuluğu;
 Y_x - xamanın yağlılığıdır.

18° turşuluqlu 20, 33 və 44% yağlılıqlı xama nümunələrinin plazmasının turşuluğu müvafiq olaraq 22,5°; 26,9° və 30° alınmışdır. Xamada və yağda nəmlik miqdarının təyin edilməsi ГОСТ 3626 "Süd və süd məhsulları [199, 306]. Nəmliyin təyin edilmə üsulları"-na əsaslanır. Nəmlik miqdarı nümunədəki su buxarlandıqdan sonra çəkinin azalması ilə müəyyən edilir.

Eksperimental qurğuda kərə alındıqdan sonra onun yuyulması və suyunun çıxarılması əməliyyatını da yerinə yetirmək mümkündür. Bunun üçün ayran axıdıldıqdan sonra qurğuya su əlavə edib 5-10 saniyə işlədilir və suyu bir neçə dəfə qısa müddət ərzində qurğuda olan kərə çalxalanır və hər dəfə kran açılaraq içəridə toplanmış su buraxılır. Artıq su olmadıqda əməliyyat qurtarmış hesab olunur. Bu zaman yağda minimal miqdarda nəmlik qalır ki, bu hal böhran momenti sayılır. Kərənin müxtəlif yerlərindən nümunə götürülüb nəmliyi müəyyən edilir.

Qabın divarında qalan nəmlik aşağıdakı kimi hesablanır:

$$S = \frac{M(W_k - W_b)}{100 - W}, \quad (5.146)$$

burada M - gözlənilən yağ kütləsi, kq;
 W_k - ayran axıdıldıqdan sonra kərənin nəmliyi, %;
 W_b - böhran nəmlikdir (nümunənin nəmliyi), %.

Bu qiymətdən yağ nəmliyə görə normallaşdırmaq lazım gəlirdə istifadə etmək mümkündür.

Gözlənilən yağ kütləsini aşağıdakı kimi təyin etmək mümkündür:

$$M = \frac{M_x(Y_x - Y_a)}{Y_k - Y_a}, \quad (5.147)$$

burada M_x - xamanın kütləsi, kq;
 Y_a - ayranın yağlılığı, %;
 Y_k - kərənin yağlılığıdır, %.

Yağı nəmliyə görə normallaşdırdıqda S -in qiyməti sonrakı hesablar üçün sabit götürülür [493]. İlk işləmədən sonra yağda çatışmayan nəmlik aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$H_s = \frac{M(W_y - W_b)}{100 - W_y} - S, \quad (5.148)$$

burada W_y - yağın tələb olunan nəmliyidir, %.

Əgər yağ ayranla normallaşdırmaq tələb olunursa, o zaman tələb olunan ayran miqdarı aşağıdakı kimi hesablanır:

$$M_a = \frac{M(W_y - W_k)}{W_a - W_y} - S, \quad (5.149)$$

burada W_a - ayranın nəmliyidir, %.

Nəzəri olaraq hesab edilir ki, ayranda quru maddə 8% təşkil edir. Odur ki, ayranın nəmliyi 92% qəbul olunur.

Yağ danələrinin əmələ gəlmə prosesi üç mərhələdə baş verir. Xamadakı yağ kürəciklərinin aqreqatlaşması titrəyişli qurğuda 100 dəfədən çox sürətlə gedir. Bu mexaniki təsirin intensivləşməsi hesabına olur. Çalxalanma prosesi iki funksiyanın yerinə yetirilməsi üçün tətbiq edilmişdir:

- yağ danələrinin əmələ gətirilməsi;
- mexaniki təsirlə suyun ayrılması.

Birinci halda qurğuda xamaya intensiv mexaniki təsir nəticəsində onun yağ hissəcikləri yağ danəsi yaranması üçün əlaqələndirici forma əldə edirlər [530]. Yağ kürəcikləri bir-birinə sıxışib kütlə əmələ gətirirlər ki, onlardan da yağ danələri formalaşır.

İkinci halda mexaniki təsir ilə yağ danələrinin yaratdığı yağ kürəciklərində qliseridlərin bir hissəsi əriyir, ayran və yuyucu su xırda damcılara dağılaraq ümumi kütlədən ayrılırlar [536].

Qurğunun dayanıqlı işini təmin etmək üçün o, işə salınmazdan qabaq xama qabının iç divarları yapışqan qəbul etməyən məhlulla işlənmiş və soyuq su ilə yuyulmuşdur [149, 220, 309].

Yapışma qəbul etməyən və dezinfeksiyaedici qarışıq 0,4 kq 10%-li xlorlu əhəng qarışığına cəmi 100 litr olanadək su əlavə etməklə hazırlanmışdır.

Eksperimental qurğu yağ hazırlayan qurğulara aid təlimatlara riayət edilməklə istismar edilmişdir. Çalxalanmadan qabaq yetişmiş xama xüsusi çəndə yekcins tərkib əldə edilənə və özlülüyün bir qədər azalması üçün 10-15 dəqiqə qarışdırılmalıdır. Bundan sonra temperaturu ölçülmüş, turşuluğu, nəmliyi və yağlılığı təyin edilmək üçün nümunələr götürülmüşdür. Yağlılığın sentrifuqa vasitəsi ilə təyini sürətli üsullardan biri olub, əsasən südü və süd məhsullarını analiz etmək üçün təklif edilmişdir. Həmin üsulun mahiyyəti belədir: tədqiq ediləcək məhsulu, yağın ayrılmasını asanlaşdırmaq üçün onu müvafiq qaydada emal etdikdən sonra, yağölçən adlanan xüsusi şüşə qablarda sentrifuqlaşdırırlar. Yağ mərkəzdənqaçma qüvvənin təsiri ilə yağölçənin ağzında bütöv bir təbəqə şəklində toplanır. Orada yağın miqdarını tez təyin etməyə imkan verən müvafiq bölgülər vardır. Sentrifuqadan keçirməzdən əvvəl məhsula kimyəvi reagent olaraq sulfat turşusu (sıxlığı 1,82) və izoamil spirti qarışdırılır. Zülallar sulfat turşusunda həll olur, izoamil spirti isə yağ kürəciklərinin bir-birinə yapışmasına kömək edir. Onların yapışmasını qarışığın qızdırılması da sürətləndirir. Məhsulun sentrifuqdan keçirilməsi, yağölçənin yuxarı hissəsində, yerdə qalan kütlədən aydın surətdə ayrılan və bir-birinə yapışmış yağ kürəciklərindən ibarət olan bütöv yağ təbəqəsinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu üsuldən bulyonlarda və souslarda da yağın miqdarına nəzarət etmək üçün istifadə etmək olar. Maye halındakı yarımfabrikatları yaxşı qarışdırdıqda yağlar müəyyən dərəcədə emulsiya əmələ gətirir və kütlənin hər yerinə kiçik yağ kürəcikləri şəklində yayılır. Ehmalca qızdırmaqla zülali maddələri pıxtalaşdırıb, sonra məhlulu sentrifuqdan keçirməklə yağı tamamilə ayırmaq mümkün olur.

Analiz aşağıdakı kimi aparılır: yağölçən əvvəlcə 10 ml sulfat turşusu (sıxlığı 1,82 olmalıdır), sonra analiz edilən məhsulun yaxşı qarışdırılmış orta nümunəsindən 11 ml və 1 ml izoamil spirti tökürlər. Yağölçənin ağzını rezin probka ilə qapadıqdan sonra onu

2-3 dəqiqə ərzində sürətlə bərk çalxalayıb 65°C-yə qədər qızdırılmış su hamamı üzərinə qoyur və 5 dəqiqə saxlayırlar. Sentrifüqləşdirdikdən sonra yağölçəni yenə də 5 dəqiqəliyə su hamamının üzərinə qoyur, sonra götürüb bölgülərin sayını müəyyən etməklə yağın tutduğu həcmi tapırlar. Bölgülərin sayını hesablamazdan əvvəl yağ təbəqəsinin alt sərhədini dəqiq surətdə hər hansı bir bölgü üzərinə keçirmək üçün yağölçənin ağzına taxılmış probkanı ya aşağıya basır, ya da yuxarıya dartırlar. Yağölçənin hər bölgüsü 11,33 q miqdarında götürülmüş məhsulda 0,1% yağ olmasına uyğun gəlir (11,3 q, sıxlığı 1,03 olan 11 ml südün çəkisidir).

Məhsulda yağın faizlə miqdarını aşağıdakı düsturla hesablayırlar:

$$X = \frac{B \cdot 0,1 \cdot 11,33}{C}, \quad (5.150)$$

burada X - yağın miqdarı, %;

B - yağölçənin göstərdiyi bölgülər;

C - əvvəlcə çəkilib götürülmüş məhsulun çəkisi, ml-lə;

0,1- yağölçənin bir bölgüsünün qiymətidir, %-lə.

Qatılaşıdırılmış süd konservində yağın miqdarını müəyyən etmək üçün yağölçənə 10 ml sulfat turşusu (sıxlığı 1,81-1,82 olmalıdır), 11 ml durulaşdırılmış (10:25) süd və 1 ml izoamil spirti tökürlər. Yağölçənin göstərdiyi bölgülərin sayını 2,5-ə vururlar.

Kərənin daha operativ olaraq yağlılığını hesablamaq üçün nəmlik və tərkibindəki quru yağsızlaşdırılmış qalığa görə təyin edilməsidir [500, 501, 517]. Bu, aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$V_k = 100(W_k - Q), \quad (5.151)$$

burada Q - quru yağsızlaşdırılmış qalıq maddə miqdarı, %.

Quru yağsızlaşdırılmış qalıq maddə kərədə 1,43% olur (xamada 5,4%).

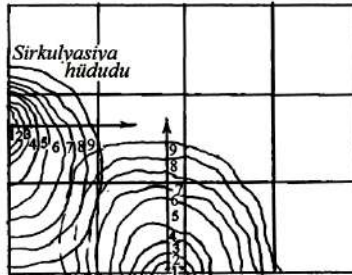
Xama yağından istifadə olunma dərəcəsi aşağıdakı kimi hesablanır [460, 461]:

$$j = \frac{M_x Y_x - M_a Y_a}{M_x Y_x}. \quad (5.152)$$

Ayranın miqdarını ultrasəs süd analizatorunun [90] köməyi ilə və həmçinin xama və yağ kütlələri arasındakı fərqlə də hesablaşmaq mümkündür.

5.3.2.4. Titrəyiş təsirinin tədqiq metodu. Eksperimental titrəyişli yağ hazırlayan qurğuda titrəyişlərin yağ kürəciklərinin birləşməyə təsiri və yağ danəsinin əmələ gəlmə sürəti müəyyən edilmişdir. Eksperimentlər istehsalat şəraitində yağ hazırlama xəttində aparılmışdır. Buradakı xətdə turş süd məhsulları hazırlamaq üçün iki ədəd P4-OTM-4 çəni, 36-1Ц1,8-12 tipli Г2-ОПА markalı mərkəzdənqaçma nasosu, А1-ОПО/2 avtomatlaşdırılmış lövhəli pasterezasiya soyuducu qurğu, ОДУ-3 vakuum-dezodorasiya qurğusu, xamanı yetişdirmək üçün Л15-ОТН-6300 çəni, maya hazırlamaq üçün ОЗУ-300 qurğusu, МПД-200/80 və eksperimental yağ çalxalayan qurğuları, yağ qablayan M6-ОПГ qurğu, stolüstü ВНЦ-2 tərəzisi, qurğuların, çənlərin və boru kəmər sisteminin sirkulyasiyalı yuyulması üçün Б2-ОЦУ qurğusu vardır.

Eksperiment vaxtı МПД-200/80 yağ hazırlayan qurğu eksperimental titrəyişli yağ hazırlayan ilə əvəz edilmişdir. Şaquli və üfiqi istiqamətlərdə titrəyiş təsiri yoxlanmışdır. Yağ danələri titrəyiş doğuran səthdən çənin mərkəzinə doğru sirkulyasiyalı hərəkətdə olur (şək.5.18).



Şək.5.18. Titrəyiş doğuran səthlərdən yağ danələrinin ətrafa doğru ikinci axınının yaranma sxemi.

Yağ danələrinin titrəyiş təsirli mühitdə hərəkətinə nəzarət etmək və onun şəklini çəkmək üçün rənglənmiş nümunələrdən isti-

fadə edilmişdir. Rənglənmiş nümunələr titrəyiş doğuran səthdən əvvəlcə ətrafa doğru hərəkət edir, sonra sirkulyasiya hüduduna çatdıqdan sonra yenidən mərkəzə qayıdıb ikinci axına keçir. Fotoşəkildə dalğalar nömrələndikdən sonra nümunənin keçdiyi yol, vaxt və sürəti müəyyən edilmişdir.

Xamada yağ danələrinin bərkiməsi, başqa sözlə süd yağının faza çevrilməsi datometrik metodla [361] müəyyən edilmişdir. Datometrin həcmi 14 sm^3 , kapilyarın həcmi 1 sm^3 olmuşdur. Bağlayıcı maye olaraq civədən istifadə edilmişdir. Hesabat zamanı datometrin və bağlayıcı mayenin həcminin dəyişməsi nəzərə alınmışdır. Bərk faza miqdarı aşağıdakı düsturla hesablanmışdır:

$$D = \frac{V_{\tau} - V'}{V' + V''} \cdot 100, \quad (5.153)$$

burada D - bərk fazanın miqdarı, %;

V' - maye yağın xüsusi həcmi, sm^3/q ;

V'' - bərk yağın xüsusi həcmi, sm^3/q ;

V_{τ} - təcrübə üçün götürülmüş yağın xüsusi həcmidir, sm^3/q .

Bərk yağ hissəsinin xüsusi həcmi təcrübə yolla, maye yağın xüsusi həcmi isə aşağıdakı düsturla hesablanmışdır:

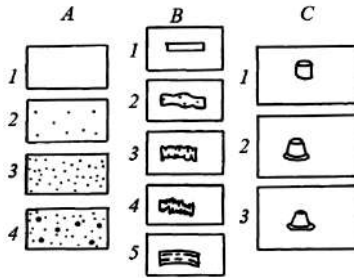
$$V' = 1,073 + 0,787 \cdot 10^{-3} T + 1,328 \cdot 10^{-6} T^2 - 0,4 \cdot 10^{-8} T^3, \quad (5.154)$$

burada T - temperaturdur, $^{\circ}\text{C}$.

Təcrübə zamanı 35% yağlılıqlı xama müxtəlif temperaturalara (6, 10, 13, 17°C) soyudularaq istifadə edilmişdir.

5.3.2.5. Son məhsulun keyfiyyətinin qiymətləndirilmə metodu. Prosesin keyfiyyət cəhətdən qiymətləndirilməsi son məhsulun konsistensiyasının təyin edilməsi ilə yerinə yetirilmişdir [169, 184, 490, 534]. Yeni hazırlanmış kərənin konsistensiyası plazmanın monolitdə dispersliliyi ilə müəyyən edilir. Plazmanın yüksək dispersliliyə malik olması kərənin yaxşı işlənməsini göstərir. İri damlaların monolitdə qeyri bərabər paylanması isə işlənmənin qeyri qənaətbəxş olmasını bildirir (şək.5.19, A).

Konsistensiyayı təyin etmək üçün aşağıdakı avadanlıqlardan istifadə olunur: saniyəölçən, taxta kürək, metal lövhə. Qurğudan axıdılan yağın altına bir neçə anlığa taxta kürək tutulur, onun üzəri nazik (5-6 mm) kərə layı ilə örtülür. Eyni zamanda saniyəölçən işə salınır. Sonra metal lövhə ilə kərənin bərkimə momenti təyin edilir, belə ki, metal lövhə kərə üzərinə qoyulduqda yağ ona yapışmır, basqıda deformasiyaya uğramır, qopardıqda aralanmır. Bu zaman saniyəölçən dayandırılır. Kərənin bərkiməsi nümunə götürülən andan yağın deformasiya olunma halına qədər keçən müddət saniyələrlə ölçülür. Yay dövründə nümunənin 30-70 saniyəyə və qış dövründə 40-100 saniyəyə bərkiməsi göstərir ki, yağ düzgün hazırlanmışdır və normal konsistensiyası olacaqdır. Bərkimə 30 saniyədən az olarsa bu süd yağınının hazır məhsulda kristallaşmasınınin hələ davam etdiyini bildirir. Kərənin yayda 70 saniyədən və qışda 100 saniyədən çox müddətə bərkiməsi isə onun yumşaq konsistensiyada olmasını göstərir. Yağda mikroçatların müəyyən edilməsi üçün səliqə ilə kəsilmiş yağ təbəqəsi (30x40x3 mm) Petri fincanına qoyulur, üzərinə günəbaxan yağı tökülüb 20°C-də 24-48 saat saxlanılır. Əgər yağın strukturunda defekt olarsa, onda yağ təbəqəsində gözlə görünən çatlar meydana çıxacaqdır.



Şək.5.19. Kərənin konsistensiyasının qiymətləndirilmə sxemləri:

A. Monolitdə plazmanın dispersliliyi üçün nümunə: 1-yaxşı; 2-kafi; 3-qeyri kafi; 4-pis; B. Kəsilmə nümunəsi: 1-yaxşı; 2-kafi; 3-zəif oxalanan; 4-oxalanan; 5-təbəqəli; C. İstiliyə davamlılıq nümunəsi: 1 - $k_i=1-0,86$ -yaxşı; 2 - $k_i=0,85-0,7$ -kafi; 3 - $k_i \leq 0,7$ -qeyri kafi.

Yağın xarici görünüşü vizual olaraq müəyyən edilir. Yaxşı hazırlanmış yağ qaba doldurulduqda onun formasını alır, bərkiiyir, sıx monolitə çevrilir və parlaq səthə malik olur. Yaxşı hazırlanmış yağ qurğudan çıxan kimi bəkiyir, kəltənləşir, qabda çətin yayılır. Belə yağın səthi tutqun olur.

Kərə monolitində temperatur artmasını təyin etmək tələb olunur. Süd yağı kristallarının əriməsindən gizli istilik yaranması nəticəsində qurğudan çıxdıqdan sonra onun temperaturunun artması baş verə bilər. Monolitdə temperatur ilk 10 dəqiqə ərzində ölçülməlidir. Kərə yaxşı hazırlanmadıqda monolitdə temperatur 3-5°C artır. Düzgün hazırlanan kərə monolitdə isə temperatur yalnız 1,5-2,6°C arta bilər.

Yağ nümunəsi kəsilməklə də onun konsistensiyası müəyyən edilir. Bu üsulla kərənin bərkliyi, sıxlığı, elastikliyi, ilişikli strukturu müəyyən oluna bilər. Bunun üçün yağ hazırlanan gün ondan 200 q kütlə götürülüb perqamentlə bükülür, kristallaşmanın yekunlaşması üçün bir gün mənfi temperaturda saxlanılır. Sonra o, otaq temperaturunda tutularaq 5°C-ə qədər isinir. Bu nümunədən bıçaqla qalınlığı 1,5-2 mm və uzunluğu 5-7 sm olan lay kəsilir və əyilərək deformasiya sınağından keçirilir. Konsistensiyanın xarakteristikası kəsiklərin növünə görə qiymətləndirmə şkalası üzrə aparılır (şək.19.2,B): yaxşı konsistensiya- lay sıx, bərabər səthli və düzgün kənarlara malik olmaqla azacıq basıldıqda əyilməsi ilə seçilir; kafi konsistensiya- lay azca əyilərkən qırılır; zəif oxalanan konsistensiya- layın kənarları düz olmur, əyilərkən qırılır; oxalanan konsistensiya- lay kəsildikdən parçacıqlara dağılır; təbəqəli konsistensiya- lay kəsildikdə və əyildikdə təbəqələrə ayrılır; həddindən çox yumşaq konsistensiya- lay azca basıldıqda əzilir.

Hazır kərənin konsistensiyası bir qayda olaraq onun strukturunun stabilləşməsindən və 10-12°C-yə qədər isindikdən sonra təyin edilir. Bu zaman onun istiliyə davamlılığı da qiymətləndirilməlidir. Bunun üçün onun konsistensiyası əriməyə meyillik baxımından qiymətləndirilir. Bunun üçün nümunədən silindr forması kəsilir (20x20 mm) və ehtiyatla şüşə lövhə üzərinə yerləşdirilir (şək.19.2,C). Bundan sonra şüşə lövhə nümunə ilə birlikdə 2 saat

ərzində 30°C temperaturu termostata yerləşdirilir. Müddət başa çatdıqdan sonra şüşə lövhə termostatdan çıxarılır, millimetrovka kağızının üzərinə qoyulur. Millimetrovka kağızı üzərində silindrin əriyərək genişlənmiş diametri ölçülür. İstiliyə davamlılıq (K_i) aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$K_i = \frac{D_0}{D_x}, \quad (5.155)$$

burada D_0 - silindrin əvvəlki diametri, mm;

D_x - silindrin sonrakı diametridir, mm.

5.3.2.6. Yağın hazırlanmasında eksperiment qiymətlərinin işlənmə metodu. Burada eksperiment qiymətləri 3.3.2.3 paragrafındakı metodikadan istifadə edilməklə ehtimal nəzəriyyəsinə [206] əsaslanan variasiyalı statistika üsulu ilə işlənilir. Ölçmələrin orta qiyməti və yaxud riyazi gözləmə aşağıdakı kimi tapılır:

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}. \quad (5.156)$$

burada a_i - cari ölçü qiyməti;

\bar{a} - ölçmələrin orta qiymətidir.

Tədqiqatda təcrübələrin təkrarlığı 4-5, ölçmələrin sayı isə 3 götürülmüşdür. Təcrübə xətasının 5%-dən çox olmaması qəbul edilmişdir. Eksperimental tədqiqatlar aparılarkən birbaşa ölçmələrin hüdud xətaləri sorğu cədvəlləri və ölçü cihazlarının sistematik xətalərinə əsaslanaraq nəzərə alınmışlar.

Empirik düsturların seçilməsi bərabərləşdirmə üsulu əsasında, düstura daxil olan əmsallar isə orta qiymətlər üsulu [262] ilə müəyyən olunmuşlar. Empirik əyrilərin ən yaxşı variantı kimi bütün kənara meyletmələrin (δ_i) cəbri cəmi sıfıra bərabər $\left(C = \sum_{i=1}^n \delta_i = 0 \right)$ olanı sayılmışdır.

5.4. YAĞIN HAZIRLANMASINDA EKSPERİMENTAL TƏDQIQATLARIN TƏHLİLİ

5.4.1. Xama və kərənin bəzi fiziki-mexaniki xassələrinin tədqiqi

Xama və kərə yağı polidispers, çoxfazlı və çoxkomponentli dəyişən tərkibli sistem təşkil edir. Kərə yağının polidispersliliyi onunla izah edilir ki, burada süd yağı, su və qaz fazaları xırdalanmış hissəciklər şəklində olub müəyyən hədudlar daxilində dəyişə bilərlər. Belə ki, süd yağının kristalları 0,01-2 mkm, nəmliyin damlacıqları 30 mkm və hava qabarcıqları 20 mkm ölçüsündə olurlar.

Tədqiqat zamanı xamanın nəmliyi, yağlılığı, turşuluğu və orqanoleptik göstəriciləri mövcud standartlara görə yoxlanaraq qəbul edilmişdir. Tədqiqatlarla isə xama və yağın sıxlığı, reoloji xüsusiyyətləri öyrənilmişdir.

Müxtəlif temperaturlarda müxtəlif yağlılıqlı xamaların sıxlığı təyin edilərək cədvəl 5.3-də verilmişdir.

Cədvəl 5.3

Eksperiment üçün götürülmüş müxtəlif yağlılıqlı xamaların sıxlıq (q/sm^3) göstəriciləri

№	Xamanın yağlılığı, %	Temperatur						
		7...8	10...12	15...17	20	40	50	60
1	25	1012	1010	1008	1004	990	988	975
2	38	1000	995	990	988	970	965	960
3	45	998	990	985	977	966	958	949
4	60	977	971	965	960	955	942	937
5	65	968	960	953	949	935	985	920
6	82	944	940	937	934	988	920	912

Cədvəldən görüldüyü kimi xamanın temperaturu və yağlılığı artdıqca onun sıxlığı azalır. Bu cədvəl praktiki cəhətdən xamanın çalxalanması üçün əlverişli sıxlığı təmin etməyə imkan verir.

Hazırlanmış kərənin 15°C –də tərkibindəki hava miqdarından asılı olaraq sıxlıqları təyin edilərək cədvəl 5.4-də verilmişdir.

Tərkibindəki hava miqdarından asılı olaraq 15°C-də kərənin sıxlığı

Məhsulun adı	Tərkibindəki hava miqdarı, %					
	0	1	2	3	4	5
Kərə yağı	948	937	928	913	909	894

Alınan qiymətlər kərə hazırlanarkən onun konsistensiyasını nizamlamaq üçün istifadə olunmuşdur.

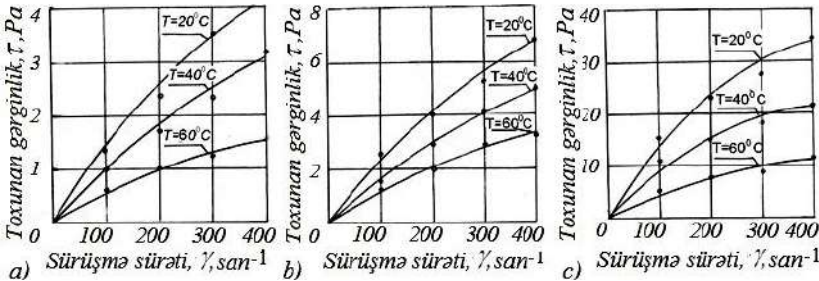
Kərə hazırlanmasında, xüsusi ilə çalxalayıcı aparatların işçi orqanlarının konstruktiv xüsusiyyətlərinin və işçi rejimlərinin seçilməsində xamanın reoloji xüsusiyyətləri xüsusi əhəmiyyət daşıyırlar. Reoloji xüsusiyyətlər üzrə aparılmış tədqiqatların nəticələri şəkil 5.20-də asılılıqlar şəklində verilmişdir. Bu asılılıqlar göstərir ki, müxtəlif yağlılıqlarda olan xamalar qeyri nyuton mayesi xassəsi nümayiş etdirirlər. Odur ki, bunların reoloji xüsusiyyətlərini Osvalda de Vilin modeli ilə ifadə etmək lazımdır:

$$\tau = F(\dot{\gamma})^m, \quad (5.157)$$

burada τ - toxunan gərginlik, Pa;

$\dot{\gamma}$ – sürüşmə sürəti, san^{-1} ;

F, m - reoloji parametrlər.



Şəkil 5.20. Xamanın axma səciyyəsi:

a) 40% yağlılıqlı; b) 50% yağlılıqlı; c) 60% yağlılıqlı.

F və m parametrlərinin xamanın temperatur və yağlılıqından asılı olaraq dəyişməsinin qanunauyğunluğu müəyyən edilmişdir (cədvəl 5.5).

Müxtəlif yağlılığa və temperatura malik xamanın reoloji parametrləri

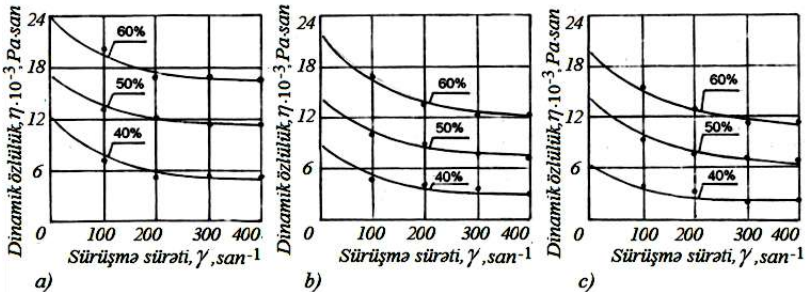
№	Xamanın temperaturu	Reoloji parametri	Xamanın yağlılığı, %		
			40	50	60
1	20°C	<i>F</i>	0,022	0,053	1,34
		<i>m</i>	0,91	0,81	0,53
2	40°C	<i>F</i>	0,021	0,045	1,11
		<i>m</i>	0,82	0,78	0,49
3	60°C	<i>F</i>	0,021	0,042	1,32
		<i>m</i>	0,72	0,71	0,32

Xamanın deformasiya prosesi zamanı özünü necə aparması təcrübi cəhətdən çalxalama ilə yağ hazırlanması üçün maraq doğurur. Tədqiqatlarla müxtəlif yağlılığa malik xamanın sürüşmə sürəti və temperaturdan asılı olaraq özlülüyünü təyin etmişik. Eksperimental tədqiqatların nəticələri qrafiki olaraq şəkil 5.21-də təsvir edilmişlər.

Eksperimental tədqiqatların nəticələrinin riyazi işlənməsi xamanın özlülüyünün sürüşmə sürətindən asılı olaraq dəyişmə qanunauyğunluğunu ifadə edən empirik düstur əldə edilmişdir:

$$\eta = B \exp(-b\gamma) 10^{-3}, \text{ Pa}\cdot\text{s}, \quad (5.158)$$

burada B , b - empirik əmsallardır.



Şək.5.21. Xamanın sürüşmə sürətindən asılı olaraq özlülüyünün dəyişmə əyriləri:

a) 20°C temperaturda; b) 40°C temperaturda; c) 60°C temperaturda.

Empirik düsturun hesablanmış qiymətləri cədvəl 5.6-da verilmişdir.

Cədvəl 5.6

Xamanın dinamik i özlülüyünü müəyyən edən empirik düsturun əmsallarının qiymətləri

№	Xamanın temperaturu	Əmsallar	Xamanın yağıllığı, %		
			40	50	60
1	20°C	<i>B</i>	6,91	12,34	20,53
		<i>b</i>	-0,0003	-0,0006	-0,0007
2	40°C	<i>B</i>	4,76	8,35	15,08
		<i>b</i>	-0,0005	-0,0007	-0,0009
3	60°C	<i>B</i>	4,05	7,66	13,25
		<i>b</i>	-0,0006	-0,0008	-0,0009

Beləliklə, aparılmış tədqiqat nəticələri xamadan çalxalama üsulu ilə yağ hazırlayan təkmilləşdirilmiş texniki vasitələrin hesabatını aparmağa imkan yaratmış olur.

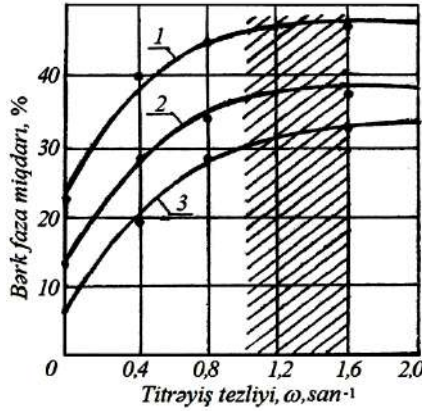
5.4.2. Titrəyiş rejiminin xamada yağ əmələ gətirmə prosesinə təsirinin tədqiqi

Sabit vaxt ərzində müxtəlif temperaturlarda vibrasiya tezliyinin xamada bərk fazanın dəyişməsinə təsirini öyrənmək üzrə aparılmış eksperimentlərin nəticələri şəkil 5.22-də qrafiki olaraq əks etdirilmişdir.

Qrafikdə yağ kürəciklərinin titrəyiş tezliyindən asılı olaraq artması və bu artmanın stabilləşməyə keçid zonası ($1,0-1,6 \text{ san}^{-1}$) əyani görünür.

Qrafikdə həmçinin bərk fazanın böyük qiymətlərinin temperaturunun aşağı qiymətlərinə uyğun gəlməsi müşahidə edilir.

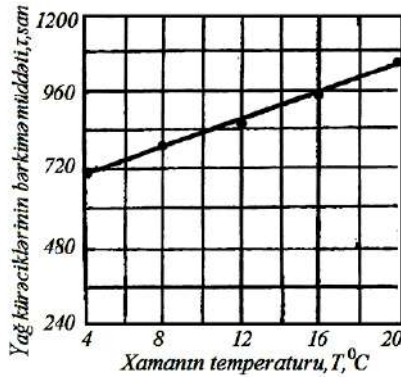
Təcrübə göstərir ki, yağ əmələ gəlmə prosesində temperaturun xüsusi rolu vardır. Şəkil 5.23-də temperaturdan asılı olaraq yağ kürəciklərinin yığılıb bərk kütlə əmələ gətirməsinə sərf olunan vaxt qrafiki olaraq göstərilmişdir.



Şək.5.22. Titrəyiş tezliyindən asılı olaraq bərk fazanın dəyişmə ayrıları:

1 - $T=6^{\circ}\text{C}$; 2 - $T=10^{\circ}\text{C}$; 3 - $T=17^{\circ}\text{C}$.

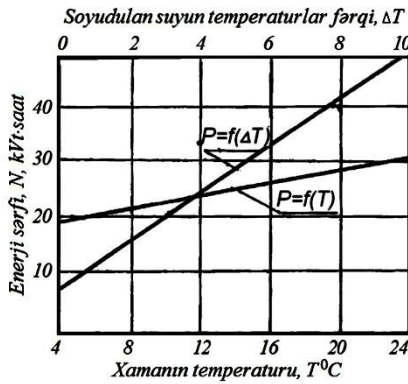
Eksperiment nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, soyudulmuş məhsulun emalı nisbətən az vaxt tələb edir [472]. Bununla belə enerji sərfinə qənaət üçün xamanını soyudulmasına sərf edilən enerji ilə xamanın emalına sərf olunan enerji müqayisə edilmişdir.



Şək.5.23. Yağ kürəciklərinin bərkiməsi üçün tələb olunan vaxtın xamanın emal temperaturundan asılılığı.

Bunu əyani olaraq şəkil 5.24-də görmək olar. Nəticələri ümümləşdirilərək belə qərara gəlmək olar ki, aşağı temperaturda xa-

mada yağ əmələ gəlmə prosesi daha intensiv gedir. Ancaq titrəyiş ilə yağ əmələ gəlmə müddəti o qədər qısdır ki, temperatur faktoru enerji sərfi cəhətdən öz əhəmiyyətini itirir. Temperatur faktoru yalnız keyfiyyəti qorumaq cəhətdən məna kəsb edir. Bu isə əlavə soyuqluq yaratmaq üçün tələb olunan enerji sərfini aradan götürmüş olur. Altı dərəcə selsiyədək soyudulmuş 250 litr xamanın yağ üçün emalına 12,5 dəqiqə vaxt sərf edilir. Bu miqdarda, ancaq 18°C-də olan xamanın emalına isə cəmi 16,6 dəqiqə lazım gəlir. Xamanın 18°C-dən 6°C-dək soyudulmasına isə üç dəfə artıq enerji sərf etmək tələb olunur.

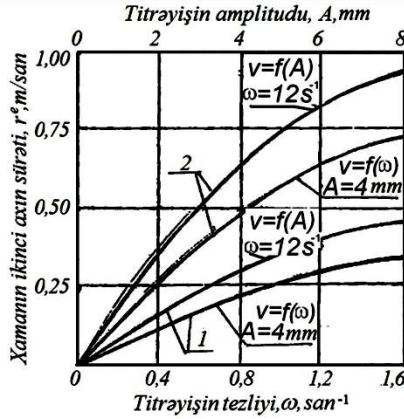


Şək.5.24. Enerji sərfinin xamanın temperaturundan ($N=f(T)$) və onun soyudulmasının hər dərəcəsindən ($N=f(\Delta T)$) asılılıq qrafiki.

Titrəyiş ilə xama emal edildikdə yağ kürəcikləri titrəyiş doğuran səthdə bərkiyərək kənara istiqamətlənir. Bunun yerinə xamanın ikinci axını gəlir və bu proses davam edir. Titrəyişin istiqaməti xama axını istiqaməti ilə üst-üstə düşdükdə ikinci axın sürətində təsiri nisbətən az olur. Əksinə xamanın ikinci axın sürətinə titrəyişin güclü təsiri onun istiqamətinin xama axını istiqamətinə köndələn vəziyyətdə olduğu zaman baş verir. Bunu əyani surətdə şəkil 5.25-də əks olunmuş qrafikdən görmək olar.

Təcrübə nəticələrinin təhlili göstərir ki, xamanın titrəyiş doğurma səthinə ikinci axın sürətinə titrəyiş amplitudunun artması

müsbət təsir göstərir. Bu zaman yalnız yağ danəciklərinin əmələ gəlmə sürəti deyil, eyni zamanda məhsul keyfiyyətinə təsir edən əsas faktor- yağ danəciklərinin bərkiməsi də nəzərə alınmalıdır.



Şək.5.25. Xamanın ikinci axın sürətinin titrəyiş istiqaməti və parametrlərindən asılılığını göstərən qrafik:

1-axın boyunca; 2-axına köndələn istiqamətdə.

Bu üsulun üstünlüyü yaxşılaşmış qurluş-mexaniki xassələrə malik keyfiyyətli məhsulun alınmasında, onun uzun müddət xarab olmadan saxlanılma xüsusiyyəti əldə etməsindədir. Yağ danəciklərinin qabın divarlarına yapışaraq qalması aradan çıxmış və onların qoparılmasına əlavə enerji sərfinə ehtiyac qalmamışdır.

Titrəyiş-rəqslı təsirə əsaslanan proses kərə yağını müxtəlif çeşiddə hazırlama rejimini seçməyə imkan verir.

5.4.3. Nəmlik formalaşdırın parametrlərin tədqiqi

Kərədə nəmliyin stabilləşməsinin keyfiyyət göstəricilərinin yüksəldilməsi üçün texnoloji rejimlərin hazır məhsulun nəmliyinin formalaşmasına təsiri tədqiq edilmişdir.

Xamanın hazırlanması və yağ hazırlanması mərhələlərini özündə birləşdirən ümumiləşdirilmiş parametrik sxemin təhlili nəmliyin formalaşmasına faktorların təsir səviyyəsinin qiymətlən-

dirilməsi müvafiq olaraq onlar nəzarət və idarə olunma imkanlarının olması, bu və ya digər idarəedici faktorların kərə alınmasına destabilizasiya təsiri nəzərə alınmaqla yerinə yetirilmişdir.

Nəmliyin formalaşmasına faktorların təsir səviyyəsi seçilərkən ilkin qiymətləndirmə üçün texnoloji təlimatla əsaslanmışdır. Bu təlimatda ayrı-ayrı faktorların 1% sərbəst olaraq nəmliyi 1% dəyişməsinə gətirməsi göstərilir, ancaq onların texnoloji buraxıla bilən hüdudlarda dəyişmə xarakteri və qarşılıqlı korrelyasiyası verilmir.

Xamanın yetişməsi mərhələsində qarşıya qoyulan tələblərə uyğun olaraq yerinə yetirilmiş təhlil nəticələri üzrə kərə yağının nəmliyinin formalaşmasına təsir səviyyəsinə görə daha əhəmiyyətli faktorlar müəyyən edilmişdir. Bunlar xamada yağ miqdarı (Y_x) və xamanın yetişmə temperaturundan (t_{xy}) ibarətdirlər.

Titrayış təsirli qurğudan rejim parametrlərinin dəyişdirilməsi imkanı olduğu üçün xamanın hazırlıq mərhələsində onun hansı parametrlərdə olmasının dəqiqləşdirilməsi olduqca vacibdir. Müəyyən edilmişdir ki, bu mərhələdə yağın nəmliyinə (W) təsir edən texnoloji faktorlar idarə olunur və onların qiyməti növbəti xama yetişdirmə qabını xəttə qoşduqda fərqli ola bilər. Bunun belə texnoloji faktorların hazır məhsulun nəmliyinə təsir dərəcəsini qiymətləndirmə imkanı vardır.

Kərə hazırlama mərhələsində hazır məhsulun nəmliyinin formalaşmasına ən çox təsir edən faktor kimi aşağıdakılar müəyyən edilmişdir: çalxalanmağa verilən xamanın temperaturu ($t_{xç}$) eksentrik valın fırlanma tezliyi (n_{ev}) və normallaşdırıcı komponentin verilmə miqdarı (δ_{nk}). Bu faktorlardan ikisi ($t_{xç}$ və δ_{nk}) prosesə qədər, digəri (n_{ev}) proses zamanı idarə oluna bilər. Sonuncunun proses zamanı idarə olunmasına eksperimental qurğunun konstruksiyası imkan verir. Proses zamanı xamanın temperaturunu stabil saxlamaq üçün suvarma soyuducu sistemdən istifadə etmək mümkündür.

Təcrübə nəticəsində yağın nəmliyini formalaşdıran faktorların nəmliyin buraxıla bilən hüdudda (1%) dəyişməsinə təsir edən səviyyə qiymətləri müəyyən edilərək cədvəl 5.7-də verilmişdir.

Yağda müxtəlif faktorların onun nəmliyinin 1% dəyişməsinə təsir edən səviyyələri

№	Yağın nəmliyini formalaşdırın parametrlər	Texnoloji buraxılabilən hədd, ($W_1...W_2$)	Nəmliyin dəyişmə bilmə həddü, ($W_1...W_2$)	Nəmliyin formalaşma əmsalı (k)
1	Çalxalanmağa verilən xamanın yağlılığı, %	38...15,5	5,6	0,8
2	Xamanın yetişmə temperaturu, °C	4...7	2,6	0,9
3	Çalxalanmağa verilən xamanın temperaturu, °C	8...14	15,0	2,5
4	Ekssentrik valın fırlanma tezliyi, san^{-1}	1,6...2,1	13,6	1,0
5	Normalaşdırıcı komponentin verilmə miqdarı, %	0...2	2,0	1,0

Təcrübi yol ilə nəmliyin formalaşma əmsalı (k) müəyyən edilmişdir ki, bu əmsal praktiki cəhətdən yağda nəmliyi formalaşdırın parametrlərin texnoloji cəhətdən buraxılabilən hədd qiymətlərini dəqiqləşdirməyə və onların idarə olunmasına imkan verir. Nəmlik formalaşdırın əmsal nəmliyin dəyişmə həddünün, nəmliyin buraxılabilən 1% dəyişməsinə təsir göstərən həddüdə dəyişmə qiymətinə bölünməsi ilə təyin edilmişdir $\left(k = \frac{W_h}{W_2 - W_1} \right)$.

Qeyd etmək lazımdır ki, bütün texnoloji cəhətdən tövsiyə edilən diapazona təsir göstərən idarə olunmayan faktorların (xamanın yağlılığının, onun yetişdirilmə temperaturunun orta qiymətinin fərqli olması) müəyyən qədər paralel təsirli yağda nəmliyin $\pm 4\%$ həddündə dəyişməsinə səbəb ola bilər. Belə vəziyyət yağ hazırlayan qurğunun keçid rejimi üçün olduqca xarakterikdir. Burada təsir faktorları pilləli xarakter daşıyır və hazır məhsulun nəmliyinin stabiləşdirilməsində çətinlik törədə bilər.

Ancaq eksperiment nəticələrinin təhlili göstərir ki, idarə olunan faktorlar (çalxalanmağa verilən xamanın temperaturu, ekssen-

trikin valının fırlanma tezliyi və normallaşdırıcı komponentin verilmə miqdarı) potensial olaraq yağın nəmliyinin stabilləşməsi üçün istifadə edilə bilər. Bunların cəminin təsir səviyyəsi idarə olunmayan faktorların təsir səviyyəsindən iki dəfə artıqdır və hazır məhsulun nəmliyinin normadan kənara çıxmasını istismar və keçid dövrlərində kompensasiya edə bilmək gücünə malikdir.

Yağın keyfiyyətini təmin edən göstərici olaraq onun nəmliyinin formalaşma prosesinin çoxfaktorlu olmasını nəzərə alaraq kombinə edilmiş stabilləşdirmə üsulu seçmək lazım gəlir. Belə stabilləşdirmə üsulunun strukturu çoxkanallı sistemə təsir edir.

Çoxfaktorlu proseslər üçün stabilləşdirmənin çoxkanallı sistemin tətbiqi stabilləşmənin keyfiyyətini yaxşılaşdırır. Belə ki, bu zaman stabilləşmənin keçid dövründə nəmliyin normadan kənarlaşması və gecikmə vaxtının azalmasına nail olmaq mümkün olur.

Qəbul olunmuş sistem idarə olunma rejimlərini texnoloji tövsiyə olunan hədudlarda təmin etməklə yanaşı ona bütün proseslər üçün texnoloji sinkronizasiya şəraiti yaratmaq, ayrıla bir yerdə yağ çıxma mümkünlüyünü azaltmaq, nəmliyin yağda tələb olunan səviyyədə dispersləşməsi imkanına malikdir.

Çoxkanallı struktura əsaslanan kərədə nəmlik stabilləşdirmə sisteminin seçilməsi prosesin optimallaşdırma modelinin işlənməsi ilə yerinə yetirilmişdir. Məhz bu model əsasında müvafiq olaraq kərə nəmliyinin cari və gözlənilən kənara çıxma qiymətlərini əvvəlcədən hesablamağa imkan verir.

Riyazi model üçün təcrübədə öyrənilən faktorlar və onların qiymətlərindən istifadə edilmişdir. Giriş faktorlarına- xamanın yağlılığı Y_x ; xamanın yetişdirilmə temperaturu- t_{xy} ; çalxalanmaya verilən xamanın temperaturu- t_{xc} ; eksentrikin valının fırlanma tezliyi- n_{ev} və normallaşdırıcı komponentin miqdarı- δ_{nk} aiddirlər. Çıxış faktoru olaraq kərənin yağlılığı qəbul edilmişdir.

Regressiya analizi üsulu tətbiq etməklə ilk variantda aşağıdakı xətti regressiya tənliyi əldə edilmişdir:

$$W = a_0 + a_1 Y_x + a_2 t_{xy} + b_1 t_{xc} + b_2 n_{ev} + b_3 \delta_{nk}, \quad (5.159)$$

burada W - kərədə nəmliyin hesabat qiyməti, %;

$a_0, a_1, a_2, b_1, b_2, b_3$ - reqressiya əmsalları;

Y_x - xamanın yağılılığı, %;

t_{xy} - çalxalanmağa verilən xamanın temperaturu, °C;

n_{ev} - eksentrikin valının fırlanma tezliyi, san^{-1} ;

δ_{nk} - normallaşdırma komponentinin miqdarı, %.

Eksperimental yağ hazırlayanla aparılmış təcrübə qiymətlərindən istifadə edərək kərədə nəmliyi hesablamaq üçün aşağıdakı reqressiya tənliyi əldə edilmişdir:

$$W = 40,872 + 0,521Y_x + 0,863t_{xy} + 2,165t_{xç} + 16,16_2 n_{ev} + 0,661\delta_{nk} \quad (5.160)$$

Reqressiya tənliyinin əmsallarının tapılması üçün ən kiçik kvadratlar üsulundan istifadə olunmuşdur.

Alınmış modellərin qəbul olunması onların adekvatlığının yoxlanmasına əsaslanmışdır. Fişer kriteriyasına görə adekvatlığın yoxlanması aşağıdakı etibarlılıq ehtimalı qiymətləri üçün ($P=95\%$, eksperiment həddləri daxilində parametrlərin dəyişməsi:

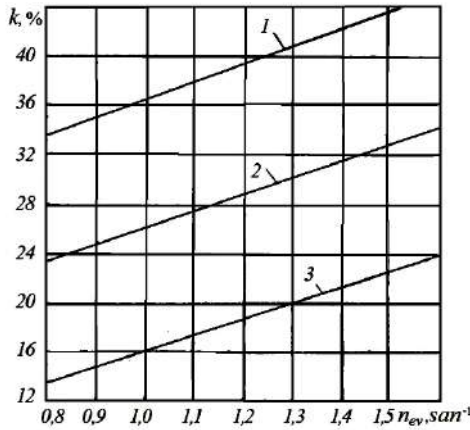
$$37,5 < Y_x < 45,0\%; \quad 4,0 < t_{xy} < 69^\circ\text{C}; \quad 8,2 < t_{xç} < 13,8^\circ\text{C};$$

$$0,85 < n_{ev} < 1,45 \text{san}^{-1}; \quad 0 < \delta_{nk} < 2,0\%; \quad F=39 > F_{kr}(42,37)=1,6.$$

Fişer kriteriyasının hesabat qiyməti müvafiq sərbəstlik dərəcəsi üsulunun kritik qiymətindən çoxdur. Demək (5.5) modeli (adekvatdır) modelin statistik əhəmiyyətini təsdiq etmişdir.

Digər faktorların maksimum, minimum və orta qiymətlərinin sabit saxlanması ilə eksentrikin valının tezliyinin dəyişməsi ilə son məhsulda nəmliyin dəyişmə asılılıqları qurularaq şəkil 5.26-da əks olunmuşdur.

Şəkil 5.26-dan görüldüyü kimi 16 və 20%-li nəmlikdə kərə hazırlamaq üçün yağ formalaşdırın parametrlərin minimum qiymətlərindən istifadə etməklə xama çalxalayanın iş rejimini, başqa sözlə eksentrik valının fırlanma tezliyini müvafiq olaraq 1,0 və 1,3 san^{-1} götürmək kifayət edir. Yalnız 25% və daha çox nəmlik kərə üçün nəmlik formalaşdırın parametrlərin orta və maksimum qiymətlərindən istifadə edilə bilər.



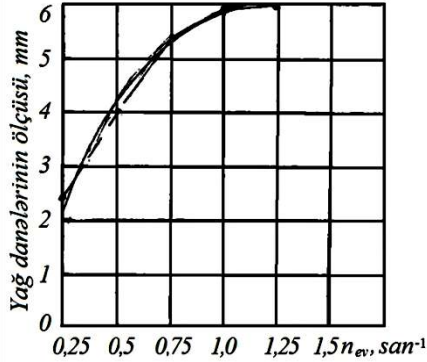
Şək.5.26. Titrəyişli yağ hazırlayan eksperimental qurğunun eksentrikinin valının fırlanma tezliyi ilə son məhsulun nəmliyi arasındakı asılılıqlar:

1-nəmlilik formalaşdırın parametrlərin maksimum qiymətlərində; 2-nəmlilik formalaşdırın parametrlərin orta qiymətlərində; 3-nəmlilik formalaşdırın parametrlərin minimum qiymətlərində.

Bu zaman xama çalxalayanın eksentrikinin valının fırlanma tezliyini müvafiq olaraq şəkil 5.26-dakı qrafikə uyğun seçmək mümkündür.

5.4..4. Xama çalxalama prosesinə təsir edən faktorların tədqiqi

Yağ hazırlayan qurğuda xamanın çalxalanma prosesinin düzgün getməsi alınan yağın keyfiyyətinə və ayrılan yağın xaric olma miqdarına təsir göstərir. Xamanın çalxalanmasına xama olan qabın titrəyişlər tezliyi (eksentrik valının fırlanma tezliyi), qabın doldurulma dərəcəsi, xamanın yağılılığı, onun hazırlanma xarakteri, çalxalanma temperaturu təsir göstərir. Bu məqsədlə eksperimental tədqiqatlarla xamanın çalxalanma tezliyi ilə yağ danələrinin ölçüsü və çalxalanma temperaturu ilə ayrılan xaric olunan yağ miqdarı arasındakı asılılıqlar (şək.5.27) müəyyən edilmişdir.



Şək.5.27. Ekssentrik valının fırlanma tezliyinin yağ danələrinin ölçüsünə təsirini əks etdirən qrafiki asılılıq.

Yağ hazırlayan qurğunun xama qabının titrəyişlərini təmin edən ekssentrik valının fırlanma tezliyi (n_{ev}) elə seçilir ki, bu zaman yaranan mərkəzdənqaçma təcili sərbəstdüşmə təcildən az olsun. Bu zaman xama axınında sürət gradienti yaranır və havanın xamada dispersiyalaşması gedir. Məhz belə şəraitdə yağ fazasının ayrılması və yağ danələrinin formalaşması baş verir. Şəkil 5.27-dən görüldüyü kimi ekssentrikin valının fırlanma tezliyi artdıqca daha iri yağ danəciklərinin əmələ gəlməsinə şərait yaranmış olur. Eksperimental olaraq bu göstəricinin ekstremumunun olması müşahidə olunmuşdur. Bu, ekssentrikin oxunun fırlanma tezliyinin $20-25 \text{ san}^{-1}$ qiymətlərinə təsadüf edir.

Payız-qış dövründə süddəki yağda gliseridlərin miqdarı çox olur. Bu zaman titrəyiş tezliyini artırmaq lazım gəlir ki, yağ küreciklərinin aqreqatlaşması yaxşılaşsın. Bu xamanın çalxalanma müddətini qısaltmağa və qurğunun məhsuldarlığını artırmağa kömək edir. Ancaq xamanın yağlılığı çox olarsa, o zaman həddindən tez yağ danələrinin əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün məhsuldarlığı artırmaq arzu olunmur.

Qeyd etmək lazımdır ki, qurğunun məhsuldarlığının artırılması üçün ekssentrikin valının fırlanma tezliyinin bundan yuxarı qaldırmaq lazım gəlsə də bu həddün keçməsi ayıranda yağın xaric olmasına gətirib çıxara bilər.

Xamanın yağılılığı, çalxalanma tezliyi və ayrıranın yağılılığı barədə təcrübədə alınmış qiymətləri cədvəl 5.8-də verilmişdir.

Xamanın çalxalanma tezliyini nizamlamaqla həmçinin yağ danələrinin nəmliyini də tənzimləmək mümkündür. Bu isə həmçinin müxtəlif kərə növlərinin hazırlanması üçün lazım olunan rejim tətbiqinə imkanın olmasını bildirir. Xamanın çalxalanma müddəti vacib faktorlardan biridir. Bu isə xamanın yağılılığından asılı olur. Təcrübə göstərmişdir ki, xamanın yağılılığı artdıqda çalxalanma müddətini azaltmaq mümkündür. Ancaq bu zaman ayrıranın yağılılığı da arta bilər (cədvəl 5.8).

Cədvəl 5.8

Xamanın yağılılığı, çalxalanma rejimi və ayrıranın yağılılığı arasında alınmış asılılıqlar

№	Xamanın yağılılığı, %	Ekssentrikin valının fırlanma tezliyi, san^{-1}	Ayrıranın yağılılığı, %
1	36,0	1,4...1,45	0,7
2	37,0	1,3...1,4	0,65
3	38,0	1,2...1,3	0,60
4	39,0	1,1...1,2	0,55
5	40,0	1,0...1,1	0,55
6	41,0	0,9...1,0	0,45
7	42,0	0,8...0,9	0,40

Homogenizasiya olunmuş xamalarda yağ kürəciklərinin ölçüsü 1 mkm-dan az olduğu üçün yağ danələrinin alınması mümkün olmamışdır. Süddəki yağ kürəciklərinin kimyəvi tərkibi və onların xassələri də çalxalanma müddətinə təsir göstərir. Turşudulmuş xamanın çalxalanmasına daha az vaxt sərf edilməsi və ayrıranın yağın xaric olma miqdarının azalması mümkündür. Yüksək yağılıqlı (65%) xamanın çalxalanmasına 6-8 dəqiqə vaxt sərf edilmişdir.

Eksperimental qurğuda yüksək yağılıqlı xamanın işlənməsi göstərmişdir ki, bu zaman daha iri yağ danələri alınır. İri danələrdən ibarət kərənin isə sonrakı işlənməsi daha asan olur. Bu zaman ayrıranın da yağılılığının artması müşahidə olunur. Ancaq ayrıranın həcmi az olduğuna görə xamanın yağından istifadə dərəcəsi pisləşmir. Təcrübə göstərmişdir ki, titrəyişli xama qabının həcminin 50%-dən çoxu xama ilə doldurulduqda xamanın çalxalanması

zəifləyir, hava-xama sərhəd səthləri azalır. Bu zaman çalxalanma vaxtı uzanır, ayrandan xaric olan yağ miqdarı artmış olur. Xama qabının həcmnin 25%-dən az doldurulması halında isə yağ danələrinin əmələ gəlmə prosesi zəifləyir. Ən yaxşı nəticələr qabın həcmnin 40% doldurulmasında alınmışdır.

Xamanın temperaturu ilə çalxalama müddəti arasında da əlaqə vardır. Təcrübə göstərmişdir ki, xamanın çalxalama temperaturunun düzgün seçilməsi xama yağından istifadə dərəcəsinə də həlledici təsir göstərir. Xama yağından istifadə xamanın çalxalanma temperaturunun nisbətən aşağı temperaturuna təsadüf edir. Təcrübə qiymətlərindən (cədvəl 5.9) görüldüyü kimi xamanın çalxalanma temperaturunun 12-14°C qiymətlərinə nəzərən onun 7-8°C qiymətlərində yağ danələrinin ölçüləri nisbətən böyük (3-5 mm), aylanda gedən yağ miqdarı isə nisbətən az (0,3-0,4%) olmuşdur.

Çalxalama temperaturunun artırılmış qiymətlərində proses sürətlənmiş olur. Bu zaman prosesin başlanğıcında yağ kürəcikləri örtük toplamağa meyilli olurlar. Onlar köpük qabarcıqlarına tez yapışır və kərə yaranması sürətlənir. Ancaq bu zaman kiçik yağ kürəciklərinin bir hissəsi kərə yaranmasında iştirak etmir, onlar hələ xama isidilən zaman örtüklərini bərpa etmiş olurlar. Bu hissəciklər ayrına keçir, yağ danələri yumşaq alınır, həmçinin kərənin sonda konsistensiyası zəif olur.

Cədvəl 5.9

Xamanın çalxalanma temperaturu ilə yağ danələrinin ölçüləri və ayrınan yağlılığı arasındakı asılılıqlar

№	Xamanın çalxalanma temperaturu, °C	Yağ danəciklərinin ölçüsü, mm	Ayrınan yağlılığı, %
1	7...8	0,3...0,4	3...5
2	9...10	0,3...0,5	2...3
3	11...12	0,3...0,6	1...3
4	13...14	0,5...0,9	1...2

Xamanın çalxalanma temperaturunun aşağı qiymətlərində proses bir qədər uzanır. Çünki bu zaman yağ kürəciklərinin örtük toplaması üçün temperaturunun artmasına daha çox mexaniki enerji sərfi lazım gəlir. Başqa sözlə yağ kürəciklərinin kərə əmələ

gətirməsi üçün sərbəst səthi enerji əldə etməsinə müəyyən miqdarda enerji sərf etmək tələb olunur. Bundan başqa xamanın çalxalanma temperaturunun 7°C-dən aşağı qiymətində yağ danələri göb alınmış, kərə oxalanan konsistensiyaya malik olmuşdur.

Ən yaxşı nəticələr xamanın çalxalanma temperaturunun 8-10°C qiymətində alınmışdır. Düzgün seçilmiş iş rejimlərində kərə hazırlanması 30 dəqiqəni keçmir. Yağ danəciklərinin sürətlə əmələ gəlməsi başlanğıc temperaturun yüksək olması ilə bağlı olur. Uzun sürən çalxalanmada temperaturun əvvəlkinə nəzərən 2°C artması başlanğıc temperaturun az olmasına işarədir. Belə halda yağ danəciyinin işlənməsi uzanır və duzlu konsistensiya alınır. Əksinə çalxalama zamanı xamanın temperaturu 1,5°C-dən də aşağı artırsa, o zaman onun başlanğıc temperaturunun çox olması ehtimalı vardır.

Stablizatordan istifadə etdikdə yağ danəciklərinin yaranma prosesini sürətləndirmək mümkün olur. Bu halda xırda yağ kürəcikləri prosesdən kənar qalır. Bunun qarşısını almaq üçün təcrübədə daha iri (4-5 mm) yağ danəciklərindən istifadə yaxşı nəticə vermişdir. Xırda danələr daha çox səth cəminə malik olduqları üçün özündə daha çox ayran saxlayırlar ki, bu da kərədə quru yağsızlaşdırılmış maddənin miqdarının artmasına gətirib çıxarır.

İri yağ danəcikləri az nəmlik səthinə malik olduqlarına baxmayaraq o formalaşan zaman yağ kürəcikləri tərəfindən tutulub saxlanılan xırda damla şəklində plazma ilə alınmışdır. Təcrübə zamanı yağ danələrinin ölçüsündən asılı olaraq ondakı səth plazması (ayranın), daxilində olan plazma (disperslənmiş) və su miqdarı müəyyən edilmişdir (cədvəl 5.10).

Cədvəl 5.10

Müxtəlif ölçülü yağ danəciklərində olan ayran və su miqdarı

№	Yağ danəciklərinin ölçüsü, mm	Ayran miqdarı, %		Danədə su miqdarı, %
		səthi	disperslənmiş	
1	1...2	60	40	32
2	2...3	44	56	23
3	3...4	40	60	25
4	4...5	32	68	21
5	5...6	25	75	18

Təcrübə göstərmişdir ki, həddindən artıq iri yağ danələri yuyulan və sıxılaraq işlənən zaman onun daxilindəki ayran (disperslənmiş) kifayət qədər xaric olmur və bu kərnin quru yağsızlaşmış süd qalığı ilə zənginləşməsinə səbəb olur.

5.4.5. Prosesin intensivliyinin və enerji tutumunun tədqiqi

Təcrübə olaraq yağ kürəciyinə təsir edən aktiv qüvvənin təyin edilməsi əhəmiyyət kəsb edir. Məhz bu qüvvə müxtəlif titrəyiş rejimlərində yağ kürəciklərinin plazma örtüyünün dağılmasına və onların birləşərək yağ danələri əmələ gətirməsinə imkan yaradır. Aktiv təsir qüvvəsinin və yağ danəsi formalaşma intensivliyinin empirik asılılıqlarını qurmaq üçün təcrübə qiymətlərdən və hesablamalar ilə çalxalanma sürəti (xamanın yuxarı tullanma sürəti v_c), tələb olunan güc, aktiv təsir qüvvəsi, yağ danələrinin formalaşma intensivliyi (intensivlik kriteriyası) müəyyən edilmişdir. Alınan qiymətlər cədvəl 5.11-də toplanmışdır.

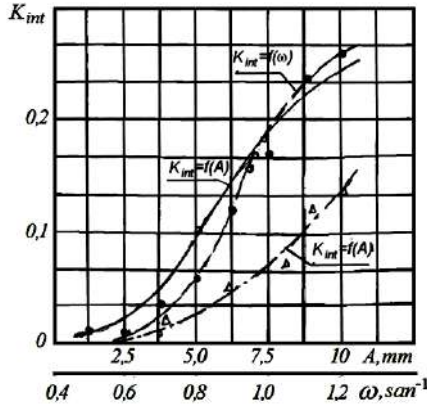
Cədvəl 5.11

Çalxalanma parametrləri

№	Çalxalanma sürəti, v_c , m/san	Tələb olunan güc, N , vt	Yağ kürəciyinə təsir edən aktiv qüvvə, P , N
1	0,1	6,5	65
2	0,26	78	200
3	0,30	60	300
4	0,35	117	334
5	0,44	176	400
6	0,50	233	466
7	0,53	265	500
8	0,62	455	734
9	0,7	616	880
10	0,79	842	1066
11	0,90	1206	1340

Yağ danələrinin əmələ gəlmə intensivliyinin (intensivlik kriteriyası- ilk yağ danələrinin əmələ gəlmə vaxtının prosesin sonuna qədər keçən vaxta nisbəti- k_{int}) titrəyişlərin amplitud və tezliyindən asılı olaraq alınan eksperiment qiymətləri əsasında qrafiki asılılıqlar qurulmuşdur (şək.5.28). İntensivlik kriteriyası əyriləri

qrafikdə üç bölgəyə ayırmaq olar. Birinci intensivlik kriteriyası əyrisinin zəif artma bölgəsidir. Bu qrafikdəki əyrinin üçdən birini tutur. İkinci bölgə intensivlik kriteriyasının kəskin şəkildə artmasını göstərir. Burada intensivlik kriteriyası titrəyişlərin amplitud və tezliyindən asılı olaraq təxminən xətti şəkildə artır. Üçüncü bölgədə isə artım xarakteri nisbətən zəifləyir.



Şək.5.28. İntensivlik kriteriyasının titrəyişlər rejimindən (amplitud- A və tezlikdən- ω) asılılıq ayrılması:

— $m=40$ kq, $\omega=0,8$ san^{-1} - - - - $m=40$ kq, $A=7,5$ mm;
 - - - - $m=40$ kq, $\omega=1,2$ san^{-1} .

Əldə edilmiş və eksperimental-nəzəri asılılıqlarla yoxlanmış qiymətlər titrəyişli eksperimental yağ çalxalayan qurğunun tələb olunan məhsuldarlıq və texnoloji tələblər nəzərə alınmaqla əsas parametrlərinin hesablanmasında istifadə edilmişdir [389].

5.4.6. Eksperimental tirəyişli yağ hazırlayan qurğunun istehsalat şəraitində sınağı və tövsiyələr

Titrəyişli yağ hazırlayan qurğunun eksperimental nümunəsi (şək.5.29) Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Heyvandarlıq İnstitutunun yardımçı təsərrüfatının süd emalı sexində sınaqdan çıxmışdır.

Ümumilikdə istehsal şəraitində qəbul edilmiş yağ hazırlama üsulu aşağıdakı texnoloji əməliyyatları özündə birləşdirmişdir.

Qəbul olunmuş süd sortlaşdırıldıqdan sonra qızdırılır və separator-dan keçirilərək xama hazırlanır, sonra isə istiliklə və vakuumla işləmə, xamanın fiziki yetişməsi və çalxalanması yağ danələrinin mexaniki işlənməsi, formalaşması və qablaşması yerinə yetirilir.



Şək.5.29. Eksperimental yağ hazırlayan qurğu.

İstehsal şəraitində yağın çalxalanma üsulunda hazırlanmasında istifadə olunan dövrü işləyən МПД-200/80 qurğusunun eksperimental titrəyişli qurğu ilə əvəz edilərək sınağı aparılmışdır [70]. Hər iki variantla hazırlanmış məhsulun keyfiyyəti mövcud standartların müəyyən etdiyi normalar hüdudunda olmuşdur. Alınan nəticələr müqayisəli olaraq baza və eksperimental variantlar üçün cədvəl 5.12-də verilmişdir. Nəticələri aşağıdakı kimi qiymətləndirmək mümkündür, xama və yağ üzrə orqanoleptik qiymət- 4 və 5bal; temperatur-12,15 və 12°C; turşuluq- 15, 18 və 18°T; yağın kütlədə payı- 25,1, 78 və 78%; nəmliyin kütlədə payı- 69,0, 17,2 və 16,0%; sıxlıq- 994, 975 və 925 kq/m³; yağın konsistensiyası: bərkimə vaxtı- 100 və 65 san; istiliyə davamlılıq- $k=0,85$ və $k=0,86$; kəsilmə nümunəsi- hər ikisində "yaxşı"; monolitdə plazmanın disperslik nümunəsi- hər ikisində "yaxşı".

Ayranın baza və eksperiment variantlar üzrə qiymətləndirilməsi: temperatur- 17 və 15°C; turşuluq- 20 və 20°T; yağın kütlədə payı- 0,5 və 0,2%, nəmliyin kütlədə payı- 91 və 91%; sıxlıq- 1028 və 1027 kq/m³.

Hava qabarcıqlarında yağın toplanması cəhətdən ən yaxşı nəticə, çalxalama üçün 10-12°C temperaturda müşahidə olunmuşdur. Yağ kürəciklərinin hava qabarcıqları səthinə cəlb olunması

prosesi (flotasiyanı) mikroskopla südün və xamanın sərbəst səthlərində müşahidə edilmişdir. Mikroskopla müşahidə edəndə düz düşən işıqda xama köpüyünün hava qabarcığı səthi, onda olan yağ kürəcikləri ilə başdan-başa örtülü olduğu görünmüşdür. Bir-birinə toqquşduqda belə hava qabarcıqları yağ kürəciklərinin sulu qıflarının pozulmamış hissələri ilə toxunduğundan çox davamlıdır.

Cədvəl 5.12

Mövcud və eksperimental qurğularda hazırlanmış yağların keyfiyyət göstəriciləri

№	Nəzarətə alınan keyfiyyət göstəriciləri	Ölçü vahidi	Xama	Kərə yağı		Ayrıan	
				mövcud qurğuda	eksperimental qurğuda	mövcud qurğuda	eksperimental qurğuda
1	Orqanoleptik qiymət	ball	-	4	5	-	-
2	Temperatur	°C	12	15	12	17	15
3	Turşuluq	°T	15,0	18,0	18,0	20	20
4	Kütlədə payı:	%					
	- yağın		25,1	78	78	0,5	0,2
	- nəmliyin		69,0	17,2	16,0	91,0	91,0
5	Sıxlığı	kq/m ³	994	935	925	1028	1027
6	Yağın konsistensiya qiyməti:						
	- temperatur dəyişməsi	°C	-	5	2	-	-
	- bərkimə sürəti	san	-	100	65	-	-
	- temperatur dəyanətliliyi		-	$k=0,85$	$k=0,86$	-	-
	- kəsilmə nümunəsi		-	yaxşı	yaxşı	-	-
	- monolitdə dispersiyalı plazmaya görə nümunə		-	yaxşı	yaxşı	-	-

Sınaqlar zamanı müəyyən edilmişdir ki, yağ hazırlayan eksperimental qurğuda xamanın qarışdırılması nəticəsində ona hava dolması labüddür, bu da xırda qabarcıqlara parçalanır. Birinci 5-

10 dəqiqədə xamaya dolan havanın həcmi maksimuma (xama miqdarının 90%-nə) çatır, sonra azalmağa başlayır. Çalxalananda hava qabarcıqlarının miqdarı da, təqribən onların ümumi həcmi kimi dəyişilir. Xama ən çox köpükləndiyi nöqtədə qabarcıqların miqdarı çox böyük (1 sm^3 xamada 6000-ə qədər) olur. Buna müvafiq olaraq hava ümumi səthi də son dərəcə böyük (1 sm^3 xamada $0,08 \text{ m}^2$) olur. Çalxalamanın başlanğıcında hava qabarcıqlarının diametri 120-160 mk, çalxalamanın ortalarında isə 60 mk-na yaxın olur; sonra onların diametrləri böyüyür. Beləliklə, çalxalamanın əvvəlində xamaya əlavə olaraq hava dolur və hava qabarcıqları xırdalanır. Çalxalamanın ikinci yarısında qabarcıqlar bir-biri ilə birləşərək iriləşir. Eyni zamanda qabarcıqların ən iriləri xamanın səthinə çıxıb bir hissəsinin dağılması hesabına qabarcığın ümumi həcmi azalır.

Eksperimental qurğuda hava qabarcıqlarının bu cür dəyişilməsi, onların güclü hərəkəti nəticəsində baş verir. Yağ kürəcikləri sıx yerləşəndə- xamada onların arxasındakı məsafə 2 mk-dan çox olmayanda, hava qabarcıqlarının yağ kürəcikləri ilə dəfələrlə toqquşması labüddür. Bu isə titrəyişlərin hesabına mümkün olur. Bu toqquşmalar nəticəsində yağ kürəcikləri hava qabarcıqlarını səthinə cəlb edilir. Bu zaman onların qılafları dağılır, nəticədə qılafların (lesitinin) 50-70%-i ayrılanda tapılır, yəni plazmaya keçir. Buna görə ayran, üzülü və yağsızlaşdırılmış südə, hətta xamaya nisbətən, lesitinlə daha çox zəngin olur.

Hər bir hava qabarcığı bütün hərəkətləri zamanı getdikcə yeni-yeni yağ kürəciklərini özünə cəlb edir. Hava qovucuqları səthində yağ kürəciklərinin toplaşması, çalxalanan xamada qabarcıqların hər bir dəyişikliyiəndə onların deformasiyasında, xırdalanmasında, daha iri qabarcıqlar əmələ gəlməsində baş verir. Hətta hava qabarcıqlarının parçalanması da onların səthində yağ kürəciklərinin toplaşması ilə yanaşı gedir; çünki hava qabarcıqlarında olan yağ kürəcikləri, qabarcıq dağılandıqdan sonra xamanın səthində qalmış olur. Yəni əmələ gələn hava qabarcığı yağ kürəcikləri ilə daha çox zəngin olur. Yuxarı və yana titrəyişli hərəkət edən xamada burulğanlar, yəni mayenin yerdəyişən sütunları əmələ gəlir ki, bun-

larda hissəciklər bir xətt ətrafında fırlanır. Bu burulğanlar çalxanan xamanın bütün kütləsini deşib keçir. Burulğanın sütuncuğunda olan ağır hissəciklər burulğanın kənarlarına atılır, nisbətən yüngül olanları isə onun oxuna yaxın gəlir. Ən yüngül hissəciklər qabarcıqlarıdır ki, burulğan oxunda birinci onlar olur. Sıxlığı ətrafdakı plazmanın sıxlığından az olan yağ kürəcikləri də burulğan oxuna doğru sıxışdırılır. Hərəkət edəndə onlar hava qovucuğunun səthinə çatır və böyük qüvvə ilə ona preslənir. Bunun nəticəsində hava qabarcıqlarının səthi yağ kürəcikləri ilə zənginləşir; ayrı-ayrı sahələrdə bu kürəciklər bir-birinə toxununca yaxınlaşır və onlar başdan-başa yerləşən zonalar əmələ gətirir.

Qılafları kənar edilmiş yağ kürəcikləri öz yağ səthləri ilə toxunaraq yastı konqlomeratlar əmələ gətirir ki, bunların mikroskop altında görmək olar. Hava qabarcığı birləşmiş yağ kürəciklərindən ibarət zireh ilə örtülür.

Xamanın yuxarı və aşağı hərəkət sürəti artdıqda yağ kürəciklərinin konqlomeratları hava qabarcıqlarının səthindən qopur və xamaya düşür. Burada yastı konqlomeratlardan ilk həcmli konqlomeratlar əmələ gəlir. Bu ilk kəltəciklər yenidən hava qabarcıqlarının səthinə cəlb olunur, bir-biri ilə birləşir və iriləşdikdən sonra yenə xamaya düşür. Kəltəciklərin böyüməsinin müəyyən mərhələsində ayrı-ayrı yağ kürəciklərindən yağın maye fraksiyası preslənib çıxır, bu isə ayrı-ayrı yağ kürəciklərini daha güclü sürətdə yapışdırıb kəltəcik halına salır. Yağ kürəciklərinin çoxu birləşib kəltəciklər əmələ gətirəndə hava qabarcıqlarının davamlılığı azalır və köpük dağılır. Yağ kürəcikləri kəltəciklərinin burulğan oxunda birləşib böyüməsi nəticəsində kərə danələri əmələ gəlir.

Xamanın çalxalanıb kərə olması prosesi, qeyd edildiyi kimi yağ hazırlayan qurğunun konstruksiyasından, doldurulma dərəcəsindən və fırlanma sürətindən, eləcə də çalxalanma temperaturundan, xamanın yetişmə dərəcəsindən və yağlılığından asılıdır.

İstehsalat sınaqları göstərmişdir ki, sabit tərkibli və bircinsli konsistensiyalı kərə əldə etmək üçün kərəhazırlayan aparatın doldurulma dərəcəsi sabit olmalıdır. Qurğu yarısından çox doldurulanda xamaya mexaniki qüvvənin təsiri azalır, nəticədə çalxala-

maq müddəti uzanır və xama yağından istifadə olunma dərəcəsi azalır. Həddindən artıq doldurulmuş qurğuda xama çox köpüklənir və çalxalama çətinləşir. Qurğu kifayət qədər doldurulmayanda (40%-dən az doldurulanda) kərə danələrinin əmələ gəlməsi sürətlənir, bu isə xama yağından istifadə olunmasını azaldır. Sonra kərənin emalı zamanı o vallar arasından keçəndə ona edilən təzyiq az olur, nəticədə kərənin rütubətinin tənzim edilməsi çətinləşir.

İstehsalat sınaqları göstərdi ki, qurğunun xama ilə doldurulmasının optimal norması tutumunun 40%-i qədərdir, çox yağlı xamadan istifadə olunduqda isə ən çox tutumunun 35%-i qədər doldurulmalıdır. Qurğunun aşağı doldurulma hüdudu isə tutumunun 25%-inə qədər götürülə bilər. İstehsalat sınaqları zamanı təlimata uyğun olaraq eksperimental qurğuda yüksək və aşağı temperaturlu xamanın çalxalanması yoxlanmışdır. Sınaq nəticələri nəzəri və eksperimental tədqiqat nəticələrini təsdiq etmişdir. Yüksək temperaturda çalxayanda kərənin konsistensiyası zəif, rütubətinin miqdarı çox olmuşdur. Görünən danələrin əmələ gəlməsi sürətlənmişdir. Buna baxmayaraq yağ kürəciklərinin xeyli hissəsi, xüsusilə xırdaları, birləşərək iri kəltənciklər və danələr əmələ gətirə bilməmişlər, nəticədə xamanın çalxalanması çox tez başa çatır, ayranla xeyli çox yağ olmuşdur. Danələr zəif, boş, az elastik olmuş və onlar özündə çoxlu miqdarda ayran saxlamışdır. Belə kərə yumşaq konsistensiyalı və saxlandıqda davamsız olur.

Alçaq temperaturlu xama çalxalandıqda proses uzanmışdır. Bu zaman yağ həddindən artıq bərk konsistensiyalı olmuş, emalı çətinləşmişdir. Çox güclü sıxma nəticəsində kərə piy şəklində alınmışdır. Bundan başqa, belə danələr rütubət saxlaya bilmir və kərədə rütubətin miqdarı xeyli aşağı düşür.

Çalxalama temperaturunu təyin edəndə yağın fiziki-kimyəvi xassəsini və xamanın yetişməsinə nəzərə almaq lazımdır. Süd emal sexinin laboratoriyasında süd yağının kimyəvi tərkibi ilə onun ərimə temperaturu və nisbi bərkliyi müəyyən edilmiş, bu da öz növbəsində çalxalama xarakterini müəyyənləşdirmək üçün əsaslandırmışdır. Yağın kimyəvi tərkibi mal-qaranın yemlənməsi şəraitindən, sağılma dövründən və cinsindən asılıdır. İneklər bitki yağları

ilə zəngin olan yaşıl yem yedikdə süddə ərimə temperaturu az olan oleinin miqdarı artır. Buna görə yayda xamanı qışdakından nisbətən alçaq temperaturda çalxalayirlar, çünki qışda yağ çətin əriyir.

Xama kifayət qədər yetişməyəndə ondakı yağ maye halında olur, yağ kürəciklərinin xeyli hissəsi yalnız çalxalanma prosesində bərkiyir, həm də çalxalanma temperaturu nə qədər yüksək olsa, onun bərkimə dərəcəsi o qədər az olur. Belə halda xamanı mümkün qədər alçaq temperaturda çalxalamaq lazımdır. Belə xamanın yağının yapışma qabiliyyəti çox olur və buna görə də kəltənləşmə prosesi toplanma prosesindən sonra deyil, onunla bir vaxtda gedə bilir, nəticədə bərabər olmayan danələr əmələ gəlir və yağın xeyli hissəsi ayrına keçir.

Yağ kürəcikləri çox bərkiyəndə çalxalama temperaturunun yüksək hüdudundan istifadə etmək lazımdır. Çalxalama temperaturu həddindən çox alçaq olanda köpük əmələ gəlir, lakin o, çox davamlı və səthi gərilmə qüvvələrinə və mexaniki təsir qüvvəsinə müqavimət göstərməyə qabil xırda hava qabarcıqlarından ibarət olur. Belə halda kərə əldə etmək mümkün deyildir. İstehsalat şəraiti üçün aşağıdakı texnoloji parametrlər tövsiyə edilmişdir: xamanın çalxalanması mümkün olan minimal temperatur yayda 7-8°C, qışda 8-9°C-dir. Yaz-payız dövründə 33-35% yağlı xamanı 8-10°C-də, payız-qış dövründə 10-14°C-də çalxalamaq.

Xamada yağın qatılığı yüksək olduqda eksperimental qurğunun məhsuldarlığı da yüksəlmişdir. Məsələn, xamanın yağlılığı 25-dən 45%-ə qaldırıldıqda məhsul vahidinə sərf olunan vaxt 1,8 dəfə azalmışdır. Nəzərədə tutmaq lazımdır ki, qurğunun tutumu az, xamanın yağlılığı və özlürlüyü yüksək olanda onun çalxalanma müddəti ikiqat artır.

Kərə istehsalı üçün yağlılığı bircinsli olan xama lazımdır, çünki yağlılığı bərabər olmayan xamaları emal edəndə onları çalxalamağa hazırlamaq üçün müxtəlif texniki şərtlər tələb olunur. Bununla əlaqədar olaraq yağlılığı bərabər olmayan xamaları standartlaşdırmaq lazım gəlir.

ƏDƏBİYYAT

1. Abasov İ.D. Azərbaycanın kənd təsərrüfatı. Bakı: Elm və təhsil, 2010, 592 s.
2. Abasov İ.D. Ərzaq təhlükəsizliyi və kənd təsərrüfatının prioritet istiqamətləri. Bakı: Elm və təhsil, 2011, 640 s.
3. Allahverdiyeva Q.M. Eksperimental normalizator-pasterizator qurğusunda separator barabanının təkmilləşdirilməsi // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2004, №1-3, s.311-312
4. Allahverdiyeva Q.M. Fermer təsərrüfatı şəraitində südün ilkin emalı texnologiyasının xüsusiyyətləri // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2003, №1-3, s.196-198
5. Allahverdiyeva Q.M. Xamanın südün normallaşmasında istifadə edilməsi üçün separatorun məhsuldarlığının hesablanması // AKTA-nın Elmi Əsərlər Toplusu, III buraxılış. Gəncə, 2004, s.28-31
6. Allahverdiyeva Q.M., Məmmədov Q.B. Süd normallaşdırıcı qurğu (Azərbaycan Respublikası Patent İxtira İ 20070069, A 01 J 11/00) Azərbaycan Respublikası, Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Agentliyi, Patent idarəsi, Bakı, 2007.
7. Azərbaycan Regionları 2004. Bakı, 2004, s.69-75
8. Azərbaycan Respublikasının kənd təsərrüfatına dair icmal. Bakı: KTN, 2000, 127 s.
9. Azərbaycanın ərzaq balansları. Bakı: Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi, 2010, 223 s.
10. Azərbaycanın statistik göstəriciləri. Bakı, Səda, 2004, 804 s.
11. Babayev Ə. Fermerin gündəliyi kitabçası. Bakı, 2003, 87 s.
12. Balabəyov A.Z. Sağım aparatının təkmilləşdirilməsi ilə onun rejim parametrlərinin optimal sahəsinin təyin edilməsi // Azərbaycan Aqrar Elmi. 2006, №9-10, s.151-153
13. Balabəyov A.Z. Sağım aparatlarının taktlar müddətləri nisbətinin idarə olunma parametrlərinin müəyyən edilməsi // Azərbaycan Aqrar Elmi. 1998, №3-4, s.85

14. Balabəyov A.Z. Sağım intensivliyinə görə sağım aparatının təkmilləşdirilməsi / Aspirantların və gənc tədqiqatçıların VI Respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 2000, s.130-131

15. Balabəyov A.Z. Təkmilləşdirilmiş sağım aparatı və onun təsərrüfat sınağı // AMEA Gəncə Regional Elmi Mərkəzi Xəbərlər Məcmuəsi, Gəncə, 2006, №25, s.49-53

16. Balabəyov A.Z., Yusifov F.M. Sağım maşınlarının iş rejiminin seçilməsi baxımından laktasiya mərhələlərinin tədqiqi / Aspirantların tədqiqatlarının və tələbələrin elmi işlərinin məcmuəsi. Gəncə, 1997, s.91

17. Belyançikov N.N., Smirnov A.İ. Heyvandarlığın mexanikləşdirilməsi. Bakı, Maarif, 1988, 336 s.

18. Bursanın sütleri sağlıqlı çıktı haberi: Gida haberleri, Ekonomi Haberleri ekorent.com, 2010.

19. Demurov M.G., Kivenko S.F., Şirik V.İ., Gizin İ.B. Süd məhsullarının texnologiyası və texniki-kimyəvi nəzarət. Bakı: Maarif, 1966, 446 s.

20. Əfəndiyev R.İ. İnəyin yelinini hazırlayan və sağan aparat / İnformasiya vərəqi. Bakı, 1988, №13, 4 s.

21. Əhmədov Ə.M. Südün keyfiyyətinin yüksəldilməsi yolları. Bakı, 1982, 90 s.

22. Əlibəyov N.B. Nümunəvi özəl təsərrüfatlarında kənd təsərrüfatı məhsullarının satışı və emalına dair məsləhət // Fermerlər üçün məlumat, Bakı, 1998, № 9, s.29-42

23. Əliyev M.M., Xankişiyev Y.H. Ərzaq mallarının keyfiyyətinə nəzarətin fiziki və kimyəvi üsulları, Gəncə: AKTA, 2008, 156 s.

24. Əliyev R.M. Ərzaq məhsulları istehsalında daxili ehtiyatlardan istifadə istiqamətləri // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2008, №3, s.193-198

25. Əsədov Ə.B., Nəcəfov R.C. Özəl kənd təsərrüfatı müəssisələrində süd məhsullarının dünya standartlarına uyğun satılması-na hazırlanması // Fermer üçün məlumat. Bakı, 1998, №6, s.21-28

26. Fermerlərin (torpaq mülkiyyətiçilərinin) fəaliyyət sahələrinəki problemlərini öyrənmək məqsədi ilə keçirilmiş sosioloji sorğunun nəticələri. Gəncə: GBG, 2003, 72 s.

27. Fətəliyev K.H., Hacıyev İ.M., Məmmədov A.Ə., Məmmədov S.Ə. Kiçik fermer təsərrüfatlarında südün pastemizə və emal edilməsi üçün kombinə edilmiş qurğu // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2005, №3-4, s.112-114

28. Heyvandarlıq məhsullarının keyfiyyətinə dair soruq kitabı // k-t.elmləri doktoru P.P.Ostapçukun redaktəsi ilə. Bakı, Azərbaycan, 1983, 326 s.

29. Həsənova N.R. Çiləmə üsullu suvarma soyuducu qurğusu // Elm və həyat. Bakı, 2004, №1-2, s.16

30. Həsənova N.R. Hava axını tətbiqi ilə eksperimental suvarma tipli su soyuducusunun hesabat metodunun işlənməsi // AMEA Gəncə Regional Elmi Mərkəzi Xəbərlər Məcmuəsi, Gəncə, 2005, №16, s.55-57

31. Həsənova N.R. Suvarma tipli soyuducuda istilikvermə və hidravlik müqavimətlərin tədqiqi // Mexanika maşınqayırma, Bakı, 2005. №2, s.64-65.

32. Həsənova N.R. Süd istehsal edən fermer təsərrüfatları üçün enerji qənaətli soyutma texnologiyasının işlənməsi/ AKTA-nın Elmi Əsərlər Toplusu. Gəncə, 2002, II buraxılış, s.108-110.

33. Həsənova N.R. Süd və süd məhsulları, onların saxlanılma şəraitinin təkmilləşdirilməsi yolları // Gəncə Elm və Texnika Mərkəzi, İnformasiya vərəqi. Gəncə, 2001, №12, 4 s.

34. Həsənova N.R. Südün qablarda soyudulmasının səmərəli parametrləri üçün hesabat üsulunun işlənməsi // Yurddan səslər. Gəncə, 2003, s.30-31

35. Həsənova N.R. Təsərrüfatda südün ilkin emalı üçün soyuducu qurğunun layihələndirilməsi xüsusiyyətləri / AKTA-nın Elmi Əsərləri. Gəncə, III buraxılış, 2005, s.42-43

36. Həsənova N.R. Təsərrüfatda südün soyudulma üsullarının tədqiqi // AMEA Gəncə Regional Elmi Mərkəzi Xəbərlər Məcmuəsi. Gəncə, 2003, №9, s.23-26

37. Xəlilov R.T. Maşınla sağım texnologiyası və yelinə xidmət maşınlarının işlənməsi / Azərbaycan Respublikasında kənd təsərrüfatı istehsalının mexanikləşdirilməsi və elektirikləşdirilməsi. Azərbaycan Elmi – Tədqiqat "Aqromexanika" İnstitutunun elmi əsərlər məcmuəsi. Gəncə, 2006, s.105-108

38. Xəlilov R.T., Həsənova N.R. Süd soyuducusu. (Azərbaycan Respublikası Patent İxtira №20030026) Azərbaycan Respublikası, Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Agentliyi, Patent idarəsi, Bakı, 2003.

39. İbrahimov İ.İ. Heyvandarlıqda səmərəliliyinin hesablanması. Bakı, 2001, 22 s.

40. Kazımov S.B., Axundov T.B. Yüksək keyfiyyətli süd istehsalı texnologiyasına dair tövsiyələr, Bakı: İşıq, 1981, 20 s.

41. Qurbanov X.H. Heyvandarlıqda texnoloji maşınlar, Gəncə: AKTA, 2005, 450 s.

42. Qurbanov X.H., Mehdiyev Ə.M. Heyvandarlığın mexanikləşdirilməsi. Gəncə, 1996, 178 s.

43. Qurbanov X.H., Məmmədov S.Z., Allahverdiyev Ə.Ə. Maye və yarımmaye ərzaq məhsullarının uzun müddət termiki üsulla saxlanması istiqamətləri //Azərbaycan Aqrar Elmi. Bakı, 1997, №5-6, s.15-16

44. Mahmudova V.X. Eksperimental elektropasterizatorun optimallaşdırılması / ADAU, Beynəlxalq elmi-praktik konfransın tezisləri, Gəncə, 2010, s.297-298

45. Mehdiyev M.P. Təkmilləşdirilmiş sağım aparatı / İnformasiya vərəqi. Bakı, 1988, №28, 4 s.

46. Məmmədova V.X., Məmmədov Q.B. Elektropasterizator: (Azərbaycan Respublikası Patent İxtira №İ20070067) Azərbaycan Respublikası, Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Agentliyi, Patent idarəsi, Bakı, 2007.(Xəlilov R.T., Məmmədov S.Z. ilə həmmüəllifliklə).

47. Məmmədova V.X. Ferma şəraitində südün termiki işlənmə xüsusiyyətinin texniki məsələlərlə əlaqəliliyi / AKTA-nın Elmi Əsərlər Toplusu, Gəncə, 2004, buraxılış 01, Aqrar mühəndislik, s.98-101

48. Məmmədova V.X. Heyvandarlıq məhsullarının saxlanması üçün energetik qurğunun təkmilləşdirilməsi və parametrlərinin tədqiqi / Azərbaycan Kənd Təsərrüfatı Akademiyasının elmi-tədqiqat işlərinin xülasəsi(1996-2000-ci illər), Gəncə, 2002, s.138-139

49. Məmmədova V.X. Kiçik fermalar üçün axımlı süd pasteriзаторunun işlənməsi // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2008, №1, s.81-82

50. Məmmədova V.X. Südün pasterezasiyası üçün qızdırıcı elementlərin nəzəri tədqiqi //Azərbaycan Aqrar Elmi, 2004, №1-3, s.315-317.

51. Məmmədov Q.B. Fermer təsərrüfatlarında heyvandarlığın mexanikləşdirilmiş texnologiya əsasında intensivləşdirilməsi. Bakı, 1999, 48 s.

52. Məmmədov Q.B. Kənd təsərrüfatı məhsullarının emal maşınları və avadanlıqları. Bakı, Elm, 2005, 120 s.

53. Məmmədov Q.B. Yeyinti istehsalının prosesləri və aparatları, Bakı, Elm, 2005, 112 s.

54. Məmmədov Q.B. Qida məhsulları texnologiyalarının prosesləri və aparatları. Bakı, Elm, 2014, 508 s.

55. Məmmədov Q.B., Allahverdiyeva Q.M. Qida məhsulları texnologiyalarının prosesləri və aparatları üzrə praktikum. Bakı, Elm, 2014, 176 s.

56. Məmmədov Q.B., Allahverdiyeva Q.M., Məmmədova G.Ə., Şahverdiyeva İ.Y. Xamadan yağ ayrılma prosesində titrəyişli təsirin tətbiq formasının tədqiqi // Azərbaycan Aqrar Elmi, Bakı, 2014, №1, s.89 -91

57. Məmmədov Q.B., Allahverdiyeva Q.M., İstilik və soyutma texnikası, Bakı, Elm, 2011, 492 s.

58. Məmmədov Q.B., Allahverdiyeva Q.M., M.H.Cəfərov. İstilik və soyutma texnikası üzrə praktikum, Bakı, Elm, 2011, 148s.

59. Məmmədov Q.B., Allahverdiyeva Q.M., Mahmudova V.X., Mahmudov S.H., Tağıyev U.T. Eksperimental elektropasterizatorun iqtisadi səmərəsinin hesablanması //AMEA Gəncə Regional Elmi Mərkəzi «Xəbərlər Məcmuəsi», Gəncə, 2012, №49, s.74-78

60. Məmmədov Q.B., Balabəyov A.Z., Allahverdiyeva Q.M. Sağım aparatının təkmilləşdirilməsi üçün sürətli sağım prosesinin riyazi modelinin qurulması // AMEA Gəncə Regional Elmi Mərkəzi «Xəbərlər Məcmuəsi», Gəncə, 2013, №52, s.83-89

61. Məmmədov Q.B., Balabəyov A.Z., Allahverdiyeva Q.M. Sağım aparatlarında dördkəmerəli pulsatorada taktların dəyişmə xarakterinin öyrənilməsi // ADAU-nun Elmi Əsərləri (kənd təsərrüfatının mexanikləşdirilməsi, elektriklişdirilməsi və texniki xidmət sahələri üzrə), Gəncə, 2013, №1. s.30-32

62. Məmmədov Q.B., Balabəyov A.Z., Allahverdiyeva Q.M. Sağım aparatlarında sağım sürətini şərtləndirən mexaniki təsirlərin təhlili // Azərbaycan Aqrar Elmi, Bakı, 2013, №1, s.74-75

63. Məmmədov Q.B., Mahmudova V.X. Pasterizasiya üçün südün fiziki və elektrofiziki xassələrinin tədqiqi // ADAU-nun Elmi Əsərləri, Gəncə, 2011, №3, s.80-84

64. Məmmədov Q.B., Mahmudova V.X., Allahverdiyeva Q.M. Südün xassələrinin öyrənilmə metodikası // ADAU-nun Elmi Əsərləri (kənd təsərrüfatının mexanikləşdirilməsi, elektriklişdirilməsi və texniki xidmət sahələri üzrə), Gəncə, 2012, №2. s.13-19

65. Məmmədov Q.B., Mahmudova V.X., Allahverdiyeva Q.M. Südün pasterizasiyasında fiziki xassələrin tədqiqi / Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti «Qloballaşma şəraitində təhsil və elmin inkişaf problemləri» mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktik konfransın tezisləri (03-05 oktyabr), Gəncə, 2011, s.190-191

66. Məmmədov Q.B., Mahmudova V.X., Allahverdiyeva Q.M., Mahmudov S.H. Südün ilkin emalında pasterizasiya üsullarının bakterisid təsirinin tədqiqi // Azərbaycan Aqrar Elmi, Bakı, 2012, №3, s.103-104

67. Məmmədov Q.B., Şahverdiyeva İ.Y. Yağ hazırlamada titrəyiş tətbiqi və bu baxımdan titrəyiş törədənlərin tənqidi təhlili / Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti «Qloballaşma şəraitində təhsil və elmin inkişaf problemləri» mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktik konfransın tezisləri (03-05 oktyabr), Gəncə, 2011, s.206-208

68. Mikayılov V.Ş. Qida təhlükəsizliyinin menecment sistemlərinin yeni nəsli // Keyfiyyət və menecment, 2009, №2, s.56-59

69. Nəcəfov R.C. Südün qidalılıq keyfiyyətinin yüksəldilməsi üçün özəl təsərrüfatlara məsləhət // Fermerlər üçün məlumat. 1998, №8, s.3-19

70. Şahverdiyeva İ.Y. Eksperimental titrəyişli yağ hazırlayan qurğunun istehsalat şəraitində sınağı / AzET "Aqromexanika" İnstitutu, Aqrar sahədə texniki tərəqqinin aktual problemləri üzrə elmi-texniki konfransın materialları. Gəncə, 2010, s.134-135

71. Şahverdiyeva İ.Y. Xama çalxalayan qurğunun titrəyişli intiqalının təyini / Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XV respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 2011, s.174-175

72. Şahverdiyeva İ.Y. Kərə yağı hazırlanmasında titrəyişli sistem tətbiqinə baxış // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2006, №9-10, s.91-92

73. Şahverdiyeva İ.Y. Titrəyişli eksperimental yağ hazırlayan qurğunun hərəkət xarakterinin tədqiqi // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2007, №6-7, s.157-158

74. Şahverdiyeva İ.Y. Yağ hazırlamaq üçün xamada yağ küreciklərinin bərkimə kinetikasının təhlili // AMEA Gəncə Regional Elmi Mərkəzi Xəbərlər Məcmuəsi, 2006, №26, s.71-73

75. Şahverdiyeva İ.Y., Xəlilov R.T., Məmmədov Q.B. Yağ hazırlayan qurğu: (Azərbaycan Respublikası Patent İxtira İ 2010 0063). Azərbaycan Respublikası, Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Agentliyi, Patent idarəsi, Bakı, 2010.

76. Təsərrüfatın idarəedilməsi üzrə torpaq mülkiyyətçisinin stolüstü kitabı. Bakı, 2002, 188 s..

77. Vəlizadə D.İ., Muradov B.Q. Heyvandarlıqda südün ilkin emalında üzləşən itkilərin azaldılması və məhsul hazırlanmasında səmərəli istifadə olunması // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2009, №3-4, s. 93-94

78. Tarım alet ve makine imalatçıları envanteri. Ankara, 2000, 138 s.

79. Ulsan H.O.K. Esmer və Simental sığırlarda soğuk Mevsimde Günlük Süt Üretimi 2. Günlük süt verimi ile

Ü.Ü.Beden ve Meme ölçüleri arasında fenotipik korelasyonlar // Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. Kars, Türkiye, 1996, №2, s. 205-210

80. Аверкиев А.А. Исследование и обоснование параметров стимуляции рефлекса молокоотдачи: Автореф. дисс... канд. тех. наук. Волгоград, 1985, 19 с.

81. Агрегат доильный АД-100Б. <http://rynok.info/enterprise.php?Action=open-tovar&tid=162373>. 2007

82. Агрегат доильный с молокопроводом АДМ.8А-1001200 / Инструкция по монтажу и эксплуатации. Курган: Зауралье. 2000, 32 с.

83. Адлер Ю.П., Маркова Е.Б., Грановский Ю.Б. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976, 280 с.

84. Азимов Г.И. Как образуется молоко. М.: Колос. 1965, 190 с.

85. Айсанов З.М. Индекс отбора коров по пригодности к промышленной технологии // Зоотехния, 1996, №12, с.22-23

86. Алекушин А.Э., Кузнецов В.М. Как выбрать оборудование для производства масла //Пищевая промышленность, 2005, №8, с.62-63

87. Алешичев С.Е. Совершенствование процесса аппаратурно-технологической стабилизации влажности в производстве сливочного масла способом непрерывного сбивания: Автореф. дисс. ... канд.техн.наук. Санкт-Петербург, 2009, 22 с.

88. Алешичев С.Е., Балюбаш В.А., Лованцев И.Б. Фактор температуры сбивания сливок в структуре стабилизации влажности сливочного масла / Известия СПбГУНиПТ. Межвузовский сборник научных трудов / Под ред.А.В.Бароненко, СПб., 2006, с.118-119

89. Алешкин В.П., Роцин П.М. Механизация животноводства. М.: Агропромиздат, 1985, 336 с.

90. Алешкин В.Р., Роцин П.М. Механизация животноводства. М.: Колос, 1993, 319 с.

91. Аллахвердиева Г.М. Использование термопар для контроля температуры молока // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2003, №11, с.26-27
92. Аллахвердиева Г.М. Качественные показатели при обработке молока // Аграрная наука Азербайджана. Баку, 2002, №1-6, с. 286-289
93. Альтшуль А.Д., Кисилев П.Г. Гидравлика и аэродинамика. М.: Стройиздат. 1965, 215 с.
94. Амелчина Е.А., Юсупов Р.К., Щукин Е.Д. Исследование сил сцепления между твердыми частицами в жидких средах // Коллоидный журнал, 1975, №2, с. 332-335
95. Андропов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Наука, 1981, 568 с.
96. Антроповский Н.М. и др. Молочное оборудование животноводческих ферм, М.: Россельхозиздат, 1975, 144 с.
97. Аппарат ГТ-1. [http: // www.aqro.sakha.ru /consult/engine/ e-013, htm](http://www.aqro.sakha.ru/consult/engine/e-013.htm). 2007
98. Аппарат доильный трехтактный попарный. [http: // www.rambler.ru /public/9527286/kows /6/1-webbig.jpg](http://www.rambler.ru/public/9527286/kows/6/1-webbig.jpg). 2007
99. Аппарат доильный трехтактный синхронный. [http: // www.rambler.ru /public/9527286/kows /3/1-webbig.jpg](http://www.rambler.ru/public/9527286/kows/3/1-webbig.jpg). 2007
100. Арф С. Развитие техники и технологии в молочной промышленности до 2000 года // Молочная промышленность, 1982, №10, с.28-30
101. Архангельский И.И., Карташова В.М. Гигиена молока и контроль его качества. М.: Колос. 1966, 247 с.
102. Ассонов Н.Р. Микробиология, М.: Колос, 2002, 352с.
103. Астарита Д., Маруччи Дж. Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей, М.: Мир, 1978, 310 с.
104. Атраментов А.Г. Об улучшении качества заготовляемого молока // Молочная промышленность, 1982, №4, с.18-19
105. Ашуралиев Э.С. Обоснование параметров и повышение эффективности функционирования гидродинамического нагревателя жидкости сельскохозяйственного назначения: Автореферат дисс. ...канд.техн.наук, Ростов на Дону, 2002, 22 с.

106. Бабкин В.П. Исследование процесса доения коров и пути дальнейшего совершенствования доильных машин: Автореф. дисс. ...кан.тех.наук. Киров, 1963, 20 с.

107. Бабкин В.П., Меренкова Т.А., Шекалов А.Ф. Механизация доения и первичной обработки молока. М.: Колос. 1970, 184 с.

108. Базанова Н.У., Дюсембин Х.Д. Стимуляция молокоотдачи у животных. Алма – Ата: Кайнер. 1973, 71 с.

109. Базанова Н.У., Дюсембин Х.Д. Функции молочной железы сельскохозяйственных животных. Алма-Ата, 1973, 203 с.

110. Балабеков А.З. Оценка работы экспериментального пульсатора доильного аппарата // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2001, №6, с.35

111. Балюбаш В.А., Алешичев С.Е. Формирование многоканальной системы стабилизации влажности сливочного масла // Сыроделие и маслоделия, 2007, №2, с. 45-46

112. Барабанщиков Н.В. Контроль качества молока на ферме. М.: Агропромиздат, 1986, 158с.

113. Барабанщиков Н.В. Молочное дело. М.: Колос. 1983, 412 с.

114. Баранов В.Н. Электрогидравлические следящие приводы вибрационных машин. М.:Машиностроение, 1988, 264с.

115. Барановский Н.В. Пластинчатые теплообменники пищевой промышленности. М.: Машгиз, 1962, 90 с.

116. Барановский Н.В. Охладители для молока и сливок. М.: Пищепромиздат, 1960, 72 с.

117. Барышников И.А. Физиологические основы машинного доения / Физиология механизации доения коров. Рига: Звайгзне. 1968, с.10-17

118. Баутин В.М. Малые перерабатывающие цехи – каждому хозяйству // Земля и люди, 1999, № 37, с.11.

119. Баутин В.М., Емелянов Ю.З., Зяновская В.Г. Основные направления создания технологического оборудования для перерабатывающих отраслей АПК в 1991-1995гг. М.: Ин-формагротех, 1990, 56 с.

120. Баутин В.М., Черноиванов В.И. Основные показатели развития перерабатывающих отраслей АПК в 1986...1990 гг. М., Агро НИИТЭИИТО, 1989, 64 с.

121. Беленкий Н.Г. и др. Проблемы повышения санитарно-гигиенического качества заготавливаемого молока // Молочная промышленность, 1981, №9, с.28-29

122. Белехов И.П., Лесников В.А. Механизация и автоматизация животноводческих ферм и комплексов. М.: Просвещение. 1983, 240 с.

123. Белкин И.М., Виноградов Г.В., Леонов А.И. Ротационные приборы. Измерения вязкости и физико-механические характеристики материалов. М.:Машиностроение, 1967, 272с.

124. Белоусов А.П. Физико-химические процессы в производстве масла сбиванием сливок. М.: Легкая промышленность, 1984, 264 с.

125. Белоусов А.П., Вергелесов В.М. Кристаллизация жира в сливках при маслоизготовлении // Молочная промышленность, 1996, №8, с.27-31

126. Белоусов В.К., Левицкий В.В., Рыков С.В. Новая установка УКМ-6 для обработки молока в потоке // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1997, №5, с.10-11.

127. Беляев В.В. Санитарная техника предприятий мясной и молочной промышленности, М.: Пищевая промышленность, 1979, 207 с.

128. Белянчиков Н.Н. Доеение и первичная обработка молока. М.: Россельхозиздат. 1977, 119 с.

129. Белянчиков Н.Н. О взаимосвязи между организмом коровы и доильным аппаратом / Физиология и механизация доения коров. Сб. тр. Латвийской Сельскохозяйственной Академии. Рига, 1968, с.31-35

130. Березин А.Н., Тюрина М.Н., Кузнецов А.П. Использование сепаратора ОСН-С при производстве сливочного масла // Молочная промышленность, 1987, №5, с.48.

131. Бетин С.Г. Доильная машина и мастит // Техника в сельском хозяйстве. 1985, №1, с.20

132. Бетин С.Г. Молочным фермам – высокоэффективную доильную технику // Техника в сельском хозяйстве. 1986, №17, с.20

133. Бетин С.Г. Нетканые фильтры для молока // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1988, №7, с.39.

134. Бетин С.Г. Перспективная техника для арендных и семейных ферм // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1991, №6, с.24-25.

135. Бирюкова З.А., Давидов Р.Б. Термоустойчивость молока. М.: ЦНИИТЭИ, 1972, 52с.

136. Бобков В.А. Производство и применение льда. М.: Пищевая промышленность, 1977, с.13-14.

137. Богдан-Блакитный Р.М., Мартышкин Г.С. Эффективность труда в животноводстве. М.:Россельхозиздат,1987,124с.

138. Богданов В. Бактофугирование молока // Молочная промышленность, 1993, №6, с.31.

139. Борисов А.В. Механизация доения коров трехтактным аппаратом "Волга". Барнаул, 2000, 20с.

140. Бородулин Е.Н., Поляков П.Е. Интенсификация производства молока. М.: Знание. 1985, 64 с.

141. Босин И.Н. Установка для охлаждения молока с использованием естественного холода //Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1988, №5, с.25-26.

142. Босин И.Н., Борисов В.С. Аккумулятор естественного холода // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1989, №10, с.22.

143. Босин И.Н., Борисов В.С. Применение естественного холода на фермах // Техника в сельском хозяйстве, 1991, №1, с.13-14.

144. Бредихин А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока, М.: Колос, 2003, 400 с.

145. Бремер Г.И. Механизация живодноводческих ферм, М.: ВСХИЗО, 1963, 196 с.

146. Будзко И.А. и др. Электроснабжение сельского хозяйства, М.: Колос, 2000, 292 с.

147. Быковский И.М. Основы вибрационной техники. М.: Машгиз, 1969, 363 с.
148. Валова В.Д. Химические методы анализа (Учебное пособие). М.: Наука, 2002, 109 с.
149. Валошин Н.А. Организация безразборной мойки на предприятии // Переработка молока, 2007, №5, с.39
150. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных, М.: Колос, 1973, 199 с.
151. Велиток И.Г. Машинное доение и раздой коров. Киев: Урожай. 1967, 67 с.
152. Велиток И.Г. Технологические факторы производства молока. М.: Знание, 1987, 64 с.
153. Ветрицкий А.С. Основы теории машинного доения / Труды Ростовского Института Сельскохозяйственного машиностроения. Ростов – на – Дону, 1969, с.88-99
154. Влодовец И.Н. К термодинамике дисперсных систем и дисперсных структур /Материалы V Всесоюзной конференции по физико-химической механике. Уфа, 1971, с.113-116
155. Воларович М.П. Исследование реологических свойств дисперсионных систем // Коллоид, 1994, №4, с.31-40
156. Воликов И.И. Сепараторы для молока и молочных продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1975, 223с.
157. Воробьев Б.Л. Охлаждение молока естественным холодом // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1992, №1, с.13-14.
158. Высокoэффеkтивное оборудование в молочной промышленности // Пищевая промышленность, 2007, №8, с.16-17
159. Вышемирский Ф.А. Эффективность работы сепараторов // Молочная промышленность, 2004, №5, с.17-21.
160. Вышемирский Ф.А. Из чего состоит "коровье" масло // Сыроделие и маслоделие, 2006, №3, с.6-9
161. Вышемирский Ф.А. Масло из коровьего молока и комбинированное: пособие / Ф.А.Вышемирский, Санкт-Петербург: ГИОРД, 2004, 718 с.

162. Вышемирский Ф.А. Некоторые факторы, влияющие на дестабилизацию молочного жира, М.: ЦНИИТЭИ пищепром, 1962, № 6, с13-16.

163. Галаов К.К. О величине рабочего вакуума под соском / Труды Ставропольского СХИ, вып. 16. Ставрополь, 1965, с. 102

164. Галкин А.Ф. Комплексная механизация производственных процессов в животноводстве, М.: Колос, 1974, 368 с.

165. Галустов В.С. Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике. М.: Энергоатомиздат, 1989, 134 с.

166. Ганиев Р.Ф., Локуза В.Д., Кулис В.В. Движение газовых пузырьков в жидкости при сложении вибрационном воздействии // Машиностроение, 1980, №1, с. 3-4

167. Гасанов А.Г. Оптимальные размеры предприятий Дагестана // Молочная промышленность, 1992, №1, с.29.

168. Геология Азербайджана. Гидрогеология. Баку, Издательство, АН АзССР, 1961, 90 с.

169. Гетманов В.Г. Метрология, стандартизация, сертификация для систем пищевой промышленности: Учебное пособие для студентов вузов /В.Г.Гетманов. М.: Делпринт, 2006, 181 с.

170. Гидродинамический нагреватель ТЕК. Антибактериальная обработка и пастеризация, Каталог оборудования: Equip Net.ru, 2010

171. Гидротеплогенератор ТГС. Рекламный буклет. НПП Союз, М.: Винница, 2002, 4 с.

172. Гизатулин В.Г. Анализ эффективности использования пастеризаторов на ферме // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1987, №5, с. 35-36

173. Гизатулин В.Г. Выбор источника ИК излучения для пастеризации молока // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1996, №5, с. 20-21

174. Гизатулин В.Г. Применение ИК излучения для обработки молока // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1975, №5, с.25-26.

175. Гизатулин В.Г., Опокина Н.П. Эффективность обработки молока ИК излучением // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1976, №11, с.27-28.

176. Гинзбуог В.Л. О лженауке и необходимости борьбы с ней // Наука и жизнь, 2000, №11, с. 74-78

177. Глаголев Ю.Ф. Поверхностная энергия и ее значение при сбивании сливок в масло / Труды Вологодского молочного института, 1967, т.55, с.3-6

178. Глушнов В.М., Добров Г.М. и др. Методика программного прогнозирования развития науки и техники. М., 1971, 118 с.

179. Гмошинский В.Г., Флиорент Г.И. Теоретические основы инженерного прогнозирования. М., Наука, 1973, 304 с.

180. Гончаревич И.Ф., Урьев Н.Б., Телейских М.А. Вибрационная техника в пищевой промышленности / Под ред. Урьева Н.Б. Москва: Пищевая промышленность, 1977, 278 с.

181. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов, М.: Пищевая промышленность, 1980, 68с.

182. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984, 344с.

183. Горбатова К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2003, 346 с.

184. Гордеева Е.Ю., Иванова Н.В. Качество масла из коровьего молока и условия его сохранения // Молочное дело, 2005, №12, с.10-13

185. Гордиевских М.А. Повышение эффективности машинного доения коров путем совершенствования технологического процесса и технических средств учета текущих физиологических потребностей животных: Автореф. дисс...док. тех.наук. Челябинск, 2006, 32 с.

186. Гордиевских М.А. Доеение –не повод для стресса коров // Сельский механизатор. 2006, №3, с.26-27

187. Гордиевских М.А. Коровник с выдвижной доильной установкой и кардами // Достижения науки и техники АПК.

2006, №3, с.18-19

188. Гордиевских М.А. Молочно-доильные комплексы для малых средних ферм // Техника в сельском хозяйстве. 2000, №3, с.13-16

189. Гордиенко П. О влиянии пены и формы потока на процесс маслообразования // Молочная промышленность, 1989, №12, с.14

190. Горм С.Я. Автоматическое регулирование соотношения тактов доильных аппаратов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1996, №6, с.22

191. Горм С.Я. Отсасывающая способность доильных аппаратов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1970, №12, с. 24

192. Горощенко Л.Г. Российский рынок сливочного масла и спредов в 2007г.// Сыроделие и маслоделие, 2008, №2, с.10-13

193. ГОСТ 139228-84 Молоко и сливки заготавливаемые. Правила приемки, методы отбора проб и подготовки их к анализу, 1984

194. ГОСТ 23453-90 Молоко. Методы определения количества самотических клеток, 1990

195. ГОСТ 25754-85 Молоко. Методы изменения температуры, 1985

196. ГОСТ 3623-74 молоко и молочные продукты. Методы определения пастеризации, 1974

197. ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности, 1992

198. ГОСТ 3625-84 Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности, 1984

199. ГОСТ 3626-73 Методы определения влаги и сухого вещества: Молоко и молочные продукты. Общие методы анализа. Сборник ГОСТ-ов. Москва, ИПК издательство стандартов, 2004

200. ГОСТ 37-91 Масло коровье. Технические условия. Сборник ГОСТ-ов. Москва, ИПК издательство стандартов, 2004

201. ГОСТ 8218-89 Молоко. Методы определения чистоты, 1989
202. ГОСТ 9225-84 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа, 1984
203. ГОСТ Р 58253-2004. Масло и паста масляная из коровьего молока. Сборник ГОСТ-ов. М., ИПК издательство стандартов, 2004
204. Грачев И.И. Рефлекторная регуляция молочной железы: Автореф. дисс. ... док. биол. наук. Л., 1962, 40 с.
205. Грищенко А.Д. Сливочное масло. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983, 294 с.
206. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. М.: Наука, 1970, 432 с.
207. Гухман А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло-массообмена, М.: Высшая школа, 1974, 328 с.
208. Гухман А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов теплообмена. М.: Химия, 1971, 496 с.
209. Давидов Р.Б. Молоко и молочное дело .М.: Сельхозгиз, 1953, 343 с.
210. Двенадцать золотых правил доения. [http: // www. delaval.ru/ NR /rdonlyres/ofjB7549-3EE7-46AF-BD16-9 A 1 C7F177769A](http://www.delaval.ru/NR/rdonlyres/ofjB7549-3EE7-46AF-BD16-9A1C7F177769A). 2007-07-01, 2007
211. Диланев З.Х. Молочное дело. М.: Колос. 1979, 368 с.
212. Додд Ф., Клоф П. Влияние неполного выдаивания на секрецию молока и молочного жира. 16-й Международный конгресс по молочному делу. М.: Колос. 1962, 236 с.
213. Доение коров, охлаждение и хранение молока на фермах [http: // www.aqro.sakha.ru/consult/technology/tech-0037. htm](http://www.aqro.sakha.ru/consult/technology/tech-0037.htm). 2007
214. Доение коров. [http: // www.sciteclibrary.ru/textsts/rus /stat/st 333/10. htm](http://www.sciteclibrary.ru/textsts/rus/stat/st333/10.htm). 2007
215. Доильный аппарат "Нурлат". Руководство по эксплуатации. Санкт – Петербург, 2000, 36 с.

216. Доильный аппарат "Нурлат": Краткий протокол испытаний №10-38-2000 (2130132), Северо-Западная МИС, Ленинградская обл., Волосовский район, п. Калитино, 2000

217. Доильный аппарат Зорька. <http://planeta.rambler.ru/users/9527286>. 2007

218. Дороговцев А.П. Проблемы экономики производства и переработки молока в региональных агропромышленных комплексах: Дисс. ... док.эконом.наук, Вологда, 1984, 272 с.

219. Дослідження витрат енергії на сколочування вершков у масло 3 метою інтенсифікації: <http://www.librar.org.ua/sections-load.php?s=chemicaltechnology-food-production>, 2011

220. Доценко В.А. Практическое руководство по санитарному надзору за предприятиями пищевой и перерабатывающей промышленности, общественного питания и торговли. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2002, 496 с.

221. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. Теория и расчет, М.: Химия, 1986, 272 с.

222. Дьяченко Л.А. и др. Инфракрасный анализатор молока "Свет-1"//Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1987, №5, с. 34-35

223. Елисеев Н.Н., Карумидзе Г.И. Расчет аппаратов для электротермической обработки жидких продуктов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1980, №2, с.20-22

224. Ересько Г.А., Майборода Ю.В. Гуляев-Зайцев С. Оптимизация режимов сбивания сливок в масло по энергозатратам // Вестник аграрной науки, 2001, №1, с.68-70

225. Жискара де Эстен В. Власть и жизнь, М.: МО, 1980, 119 с.

226. Жужжиков В.Д. Фильтрование. М.: Химия, 1971, 420 с.

227. Зайдель А.Н. Ошибки измерений физических величин. Л.: Наука. 1974, 108 с.

228. Зайковский Я.С. К теории сбивания сливок и структуры масла // Молочная промышленность, 1992, №8, с.17-18

229. Закс М.Г. Молочная железа. М.-Л.: Наука, 1964, 60 с.

230. Захарова А.А., Бахшиева Л.Т., Кондулов Б.П. и др.

Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие для вузов/ Под ред. А.А. Захаровой. Москва: издательский дом "Академия", 2006, 528 с.

231. Звиняцковский В.Г., Сорокина Л.И., Зинковский В.И. Преддоильная обработка вымени коров // Животноводство. 1985, №7, с. 21

232. Зедгинидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. М.:Наука,1976, 390с.

233. Зейнуллин К.Ш., Коровин В.В. Результаты производственных испытаний стимулирующих доильных аппаратов АДС// Информационный листок. Целиноград, 1987, №125, 4с.

234. Золотин Ю.П., Френклах М.Б., Лашутина Н.Г. Оборудование предприятий молочной промышленности. М.: Агропромиздат, 1985, 270с.

235. Зорин Н.Н., Супрененко Н.Н. Пастеризатор молока // Техника в сельском хозяйстве, 1990, №7, с.61

236. Зорин Н.Н. Контрольное доение коров в переносные ведра // Техника в сельском хозяйстве. 1984, №7, с.25-26

237. Зорин Н.Н., Корнелев А.И. Передвижной доильный агрегат/Информационный листок. Смоленский, 1990, №132-90

238. Зубжицкий Ю.Н. Метод люминесцентной микроскопии. М.: 1964, 19 с.

239. Ибрагимов А.И. Исследование статистических и динамических характеристик малых пастеризационно-охлаждающих установок для молока и оптимизация их: Автореферат дисс...канд.техн.наук, Ленинград, 1973, 22 с.

240. Иванцов О.В., Рудаков В.В., Сеченов Ю.Н. Устройство для охлаждения молока. А.с.СССР, 1671204, 1989.

241. Ивашура А.И. Гигиена производства молока. М., Россельхозиздат, 1984, 88 с.

242. Идеальная дойка. В кн.: Маркетты Каипиа "Современные молочные технологии". [http://www.aqro.sakha.ru/consult/technology/tech-0034, htm](http://www.aqro.sakha.ru/consult/technology/tech-0034.htm). 2007

243. Ижболдина С., Попов А., Николаев В. Настройка доильных аппаратов // Сельский механизатор. Ижевск, 2004, №7,

[http://www.aqro.sakha.ru/consult/farages/for-04, htm](http://www.aqro.sakha.ru/consult/farages/for-04.htm)

244. Измерения массы плотности и вязкости / Под ред. д.т.н. Ю.В.Тарбеева, М.: Изд. Стандартов, 1988, 176 с.

245. Инструкция о мероприятиях по профилактике и ликвидации бруцеллеза животных, М.: Колос, 1984, 32 с.

246. Инструкция о мероприятиях по профилактике и ликвидации туберкулеза животных, М.: МСХ СССР, 1983, 30 с.

247. Инструкция по санитарной обработке оборудования на предприятиях молочной промышленности. М.:ЦНИИТЭИ, 1979, 36 с.

248. Инструкция по технологическому контролю на предприятиях молочной промышленности. М.: ЦНИИТЭИ, 1977, 48с.

249. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. М., Энергия, 1975, 118 с.

250. ИСО 15161:2001. Руководящие указания по применению ИСО 9001:2000 в пищевой промышленности и производстве напитков. Международный стандарт (перевод с английского), СПб: Ассоциация по сертификации "Русский регистр", 2006, 98 с.

251. ИСО 22000:2005. Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования к любым организациям в продуктовой цепи (перевод с английского), СПб: Ассоциация по сертификации "Русский регистр", 2005, 159 с.

252. Кавецкий Г.А., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии, М.: Колос, 2000, 551 с.

253. Кавецкий Г.А., Королев А.В. Процессы и аппараты пищевых производств, М.: Агропромиздат, 1991, 432 с.

254. Казимир А.П., Керпелева И.Е. Эксплуатация электротермических установок в сельскохозяйственном производстве, М.: Россельхозиздат, 1984, 208 с.

255. Калинина В.И., Панкин В.Ф. Математическая статистика, М.: Высшая школа, 1998, 336 с.

256. Калищуп В.П., Кедров В.С., Ласков Ю.М. Основы гидравлики, водоснабжения и канализации. М.: Стройиздат, 1972, 381 с.

257. Капустин И.В., Юрин А.Ф. Рекомендации по эксплуатации доильных аппаратов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1988, №5, с.24-25

258. Караваев Ю.С. Теоретические основы выведения молока исполнительным механизмом доильной машины // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1966, №3, с.21-23

259. Карташов А.П. Доильный стакан. Патент 2122785 РФ, Б.И., 1996, №9

260. Карташов А.П. Машинное доение коров. М.: Колос. 1982, 301 с.

261. Карташов А.П., Соловьев С.А., Бунин И.А. Инженерные методы расчета биологических параметров системы "Человек-машина-животное". Оренбург: Издательский центр ОГАУ. 1997, 36 с.

262. Кассандрова О.Н., Лебедев О.Н. Обработка результатов наблюдений. М.: Наука, 1970, 104 с.

263. Каталог-Пастеризаторы. http://www.izhmalpak.ru/pric_2_2.htm, 2010

264. Келпис Э.А., Лаурс А.Р., Дриго В.А., Гаранч Э.Г. Перспективы применения микропроцессорной техники в доильных установках // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1988, №12, с.18-19

265. Кемпбелл Н.Н., Маршалл Р.Т. Производство молока. М.: Колос, 1980, 670 с.

266. Керимов Н.Е., Еланская Н.И., Ларин В.П. Низковакуумная доильная система (Проспект). М., 1977, 10 с.

267. Кильвайн Г. Руководство по молочному делу и гигиене молока. М.: Россельхозиздат, 1980, 205с.

268. Кирсанов В.В., Симарев Ю.А., Филонов Р.Ф. Механизация и автоматизация животноводства, М.: Издательский центр "Академия", 2004, 400 с.

269. Кисель О.Б., Колобов Б.А. Расчет индукционного проточного пастеризатора молока // Техника в сельском хозяйстве, 1989, №5, с.35-36.

270. Коба В.Г., Брагинец Н.В., Мурусидзе Д.Н., Некрашевич В.Ф. Механизация и технология производства продукции животноводства, М.: Колос, 2000, 528 с.

271. Ковалев Ю.Н. Установки для пастеризации молока, М.: Россельхозиздат, 1981, 80 с.

272. Коваленко Л.М. Пластинчатые теплообменники для химической нефтяной промышленности, М., ЦИНТИ химнефтемаш, 1968, 52 с.

273. Кокорина Э.П. и др. Вызов полноценного рефлекса молокоотдачи – резерв повышения молочной продуктивности коров // Сельскохозяйственная биология. 1984, №12, с.20

274. Кокорина Э.П. Рефлекс молокоотдачи и физиологические основы машинного доения // Сельскохозяйственная биология. 1983, №3, с.19-20

275. Кокорина Э.П., Израилжанов С. Торможение молокоотдачи при нарушениях стереотипа машинного доения / Материалы IV Всесоюзного симпозиума по физиологическим основам машинного доения. Алма – Ата, 1975, с.119-122

276. Колончук В.М. Резервы повышения эффективности использования сельского хозяйства. 1989, №4, с.17-20

277. Комаров Б.А. Приоритетные направления механизации молочного животноводства // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1989, №1, с.22-24.

278. Коробейников А.Т. Выбор доильных аппаратов для оснащения молочно-товарных ферм // Техника и оборудование для села. 2001, №5, с.17-18

279. Королев В.Ф. Доильные машины. М.: Машиностроение. 1969, 280 с.

280. Краснов И.Н. Доильные аппараты. Ростов – на – Дону: Издательство Ростовского Университета. 1974, 288 с.

281. Краснов И.Н. Совершенствование системы промывки молокопровода доильной установки УД-3А // Техника в

сельском хозяйстве. 1992, №5-6, с.17-18

282. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. М.: Высшая школа. 1971, 630 с.

283. Краснова А.Ю. Анализ работы гидродинамических нагревателей жидкости / Совершенствование процессов и технических средств в АПК, Сборник научных трудов АЧГАА, зерноград, 2006, с.19-26

284. Краснова А.Ю. Повышение эффективности линии доения и обработки молока / Совершенствование процессов и технических средств в АПК, Сборник научных трудов АЧГАА, зерноград, 2006, с. 10-19

285. Краснова А.Ю. Совершенствование процесса пастеризации молока в установке с гидродинамическим нагревателем: Автореферат дисс. ... канд.техн.наук, зерноград, 2001, 20с.

286. Краснова А.Ю., Стальной В.П. Пути снижения мощности привода пастеризованной установки с гидродинамическим нагревателем // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2007, №12, с.39-40

287. Краснокутский Ю.В. Механизация первичной обработки молока. М.: Колос, 1979, 343 с.

288. Краснокутский Ю.В. Особенности эксплуатации водоохлаждающей установки УВ-10 // Техника в сельском хозяйстве, 1984, №8, с.28-30.

289. Краснокутский Ю.В., Урусмамбетов Х.Г., Чучков А.В., Эмир-шах В.А. Танки – охладители молока // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1979, №5, с.57-61.

290. Краснокутский Ю.В., Панченко Ю.Б., Лашутина Н.Г. Машины и оборудование для получения цельномолочной продукции, М.: Росагропромиздат, 1990, 254 с.

291. Крусъ Г.Н., Тиняков В.Г., Фофанов Ю.Ф. Технология молока и оборудование предприятий молочной промышленности. М: Агропромиздат, 1990, 280 с.

292. Кугенев П.В., Гриценко Т.Т. Контроль качества молока на фермах. М.: Россельхозиздат, 1977, 190 с.

293. Кудрявцев Е.М. Символьное и численное решение разнообразных задач. М: Наука, 2000, 318 с.

294. Кук Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности, М.: Пищевая промышленность, 1973, 768 с.

295. Кулиев Н.Д. Развитие молочной промышленности в Азербайджане. Баку: Азернешр, 1988, 200 с.

296. Курочкин А.А., Зимняков В.М. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств, М.: Колос, 2006, 320 с.

297. Курочкин А.А., Лященко В.В. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства / Под ред. В.М. Баутина. М: Колос, 2001. 440 с.

298. Лаенко В.Н. Свойства сфинктера соска и их влияние на процесс доения коров: Физиологические механизмы машинного доения. М.-Л.: Наука. 1964, 255 с.

299. Лакомкина Т., Полищук С. Патентная экспертиза заявок не основанных на ученых знаниях // Промышленная собственность, 2002, №3, с. 40-45

300. Левина Н.Н. Разработка технологии спредов для длительного хранения в системе государственного резервирования: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Углич, 2006, 19 с.

301. Липатов Н.Н. Проблемы качества молока и молочных продуктов. М.: ЦНИИТЭИ, Мясомолпром СССР, 1975, 17с.

302. Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств, М.: Экономика, 1987, 272 с.

303. Липатов Н.Н. Сепарирование в молочной промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1971, 400 с.

304. Липатов Н.Н. Сепарирование молока. М., 1960, 232с.

305. Липатов Н.Н., Марьин В.А., Фетисов Б.А. Мембранные методы разделения молока и молочных продуктов, М.: Пищевая промышленность, 1976, 169 с.

306. Лисовский В.В. Контроль влажности сельскохозяйственных материалов элементами физическими методами и пути повышения точности влагомеров // Известия НАН Бело-

руси сер.физ.-техн.наук, 2005, 40 с.

307. Лобинский Ю.П. Исследование динамики центробежных жидкостных сепараторов сельскохозяйственного назначения: Автореф.дисс. ...кан.тех.наук. М., 1966, 20 с.

308. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа, М.: Наука, 2003, 840 с.

309. Лонге К.Р. Поверхностно-активные вещества. Синтез, свойства, анализ, применение. Санкт-Петербург: Профессия, 2005, 195 с.

310. Майборода Ю.В. Как уменьшить затраты энергии на сбивание сливок в масляное зерно // Мясо та молоко, Киев, 2000, №6, с.1-4

311. Мамедов А.Т., Алишзаде С.С., Курбанов С.Ю., Сафарова И.А., Мурадова И.З. Распространение скрытого масла у коров в Азербайджане // Аграрная Наука Азербайджана, 2006, №9-10, с.47-49

312. Мамедов Г.Б. Методология обоснования механизации малых ферм. Баку: Маариф. 2001, 192 с.

313. Мамедов Г.Б. Механизация малых ферм и нормативы потребности к технике. Баку, Элм, 2001, 56 с.

314. Мамедов Г.Б. Перспектива развития малых животноводческих ферм в Азербайджане и прогнозирование их технической базы, Баку, Азербайджан, 1999, 174 с.

315. Мамедов Г.Б. Эффективность многоцелевых машин в животноводстве. Баку, Элм, 2001, 20 с.

316. Мамедов Г.Б., Аллахвердиева Г.М. Нормализация молока в условиях сельских молочных предприятий // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2004, № 1, с.15-16.

317. Мамедов Г.Б., Аллахвердиева Г.М., Аллахвердиева К.Ф. Обоснование критической скорости вала сепаратора при использовании давления для процесса отделения жировых шариков // Аграрная наука Азербайджана», Баку, 2008, № 6, с.82-83

318. Маслобойка: <http://www.protex.ru/equipment/butter/>

batterbayka.html. 2009

319. Маслов А.М. Инженерная реология в пищевой промышленности. Л., 1977, 87 с.

320. Маслоизготовители непрерывного действия- тип BUD: www.westfalia-separator.food-tec.com, 2011

321. Маслоизготовитель периодического действия: <http://www.izhmalpak.ru/catalog-2-16.htm>, 2009

322. Маслоизготовитель, производство масла: <http://www.protex.ru/equipment/butter/butterproduser.phtml>, 2011

323. Маслоизготовитель. Прайс листы: <http://www.belprice.by/word/22/3122/index.html>, 2009

324. Маслоизготовитель. Тип МПД: <http://www.8e.ru/print/29349.php>, 2011

325. Матисан Э.А. Изыскание возможностей улучшения основных параметров трехтактного доильного аппарата: Автореф. дисс. ... кан. тех. наук. Елгава. 1970, 20 с.

326. Махмудова В.Х., Саидов Р.А. Энергетические показатели электропастеризатора молока прямого действия // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2008, №12, с.27-28

327. Машиашвили И.Я. Причины задержки молока у коров при машинном доении // Ветеринария. 1995, №11, с.19

328. Машины и оборудование для цехов и предприятий малой мощности по переработке сельскохозяйственного сырья. М.: Информагромех, 1992, 257 с.

329. Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК, т. 1., ч. 3, М: АгроНИИТЭИИТО, 1990, 258 с.

330. Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК. М.: Информагротех, 1993, 354 с.

331. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рощин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Л.: Колос, 1980, 168 с.

332. Менжулин А.И. Доильный аппарат с золотниковым

переключателем (а.с. 743648) / Информационный листок. Воронеж, 1981, №242-81

333. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно – конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М., 1980, 53 с.

334. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники / Под ред. Н.С. Власова, М.: Колос, 1979, 399 с.

335. Методические рекомендации по биологической оценке продуктов питания. М., ЦНИИТЭИ Мясомолпром, 1973, 29 с.

336. Методы и технологические режимы производства сливочного масла: <http://www.saverkon.ru/metskvmas.html>, 2011

337. Механизация доения и первичной обработки молока, М.: ЦБТИ, 1957, 42 с.

338. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / Под редакцией Тарасенко А.П., Солнцев В.Н., Гребнев В.П. и др. М., Колос, 2002, 552 с.

339. Мехтиев М.П. Изменение параметров пульсатора применительно к доильному аппарату с разными режимами доения передних и задних долей вымени // Вестник сельскохозяйственной науки. 1990, №1, с.18-19

340. Мехтиев М.П. Разработка и конструктивно технологическое обоснование доильной машины, способствующей биотехнологическим принципам производства молока: Автореф. дисс....кан. тех. наук. Гянджа, 1992, 25 с.

341. Мировое производство молока: Auto swiat: www.honda.22g.pl/Swiat_samochodow, 2010

342. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. М.: Энергия, 1973, 319 с.

343. Молоко. Молочные продукты и консервы молочные. М.: Стандарты, 1983, 422 с.

344. Молочное оборудование животноводческих ферм и комплексов. Справочник, М.: Россельхозиздат, 1987, 367 с.

345. Морозов Н.М., Гриднев П.И. Перспективные технологии и средства механизации для животноводства // Зоотехния, 1998, №10, с.25-29.

346. Мурусидзе Д.Н., Левин А.Б. Технология производства продукции животноводства. М.:Агропромиздат, 1992,222с.

347. Мурусидзе Д.Н., Легеза В.Н., Филонова Р.Ф. Технология производства продукции животноводства, М.: Колос, 2005, 432 с.

348. Назаров В.В. Обоснование и разработка центробежного сепаратора с дополнительным механическим воздействием на поток молока в межтарелочных зазорах: Автореф. дисс. ...кан.тех.наук. Волгоград, 1989, 18 с.

349. Налимов В.В., Чернов Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М.:Наука, 1965, 340 с.

350. Научно-техническая фирма "Юсмар". Перечень выпускаемых продукции. Рекламный буклет, Кишинев, 1996, 4с.

351. Нечитайло Б.Ф. Опыт эксплуатации охладителей молока ООТ-М //Техника в сельском хозяйстве, 1985, №10, с.20.

352. Нормализация молока на молочных заводах. М., 1961, 26 с.

353. Оборудование для доения и переработки молока // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2001, №12, с.26-28.

354. Оборудование для производства сливочного масла: http://www.mproagregat.ru/01_mo/ochnya101_06.php, 2011

355. Оборудование технологическое для молочной промышленности. Отраслевой каталог/Составители: Ю.Н.Кузьмин, Л.М.Татушина, В.В.Липова, Э.Г.Шендер и др. М.: ЦНИИТЭИ Легпищемаш, 1984, 694 с.

356. Общая технология изготовления масла: <http://www.bestreferat.ru/referat-180285.html>, 2011

357. Огородников П.И., Попов А.А. Стимулирующий исполнительный механизм доильного аппарата // Техника в сельском хозяйстве. 2000, №4, с.23-24

358. Озолиньш Э.А. Некоторые вопросы производительности доильных аппаратов / Труды Латвийской СХА, вып 11. Елгава, 1964, с. 84-86

359. Оленев В.А. Руководство по машинному доению коров. М.: Колос.1981, 60 с.

360. Онисовец В.К. Учителю о новом в животноводстве. Пособие для учителей. М.: Просвещение. 1982, 192 с.

361. Оноприйко А.В., Воробьев Е.В., Антоненко С.П. Консистемер для сыра и масла / Сб. научных трудов Сер. Продовольствие. Северный Кавказский Государственный Технологический Университет, 2007, №3, с.52-55

362. Орлов А.Ф. Рефлекторные влияния молочной железы на гипоталамо-эндокринную систему: Автореф.дисс.... док.биол.наук. Л.: Ленинградский СХИ. 1970, 38 с.

363. ОСТ 70.20.2-74. Установки доильные. Программа и методы испытаний. М.:В/О "Союзсельхозтехника". 1976

364. Отопительные системы. Рекламный буклет "Юр Ле и Ко", Минск, 1999, 4 с.

365. Ошпенко С.Б. Гидродинамические (кавитационные) нагреватели: [http://www.energy-saving-technology.com/page-ru/stat-\[sipenko-ru.html](http://www.energy-saving-technology.com/page-ru/stat-[sipenko-ru.html), 2010

366. Панфилов В.А., Уланов О.А. Технологические линии пищевых производств, М.: Пищевая промышленность, 1996, 493 с.

367. Панченко Ю.Б. Влияние центробежной очистки молока на его качество // Молочная промышленность, 1997, №4, с.35.

368. Пастеризатор бытовой Щ 1-20-00, М.:ООО МедезАгро, 2004, 20 с.

369. Пастеризаторы проточные трубчатые: http://www.agromech.ryazan.ru/Pasterizator_Flowing.shtml, 2010

370. Пастеризация молочного сырья: Auto swiat: www.honda.22g.pl::Swiat_samochodow, 2010

371. Патратий А.П., Аристова В.П. Справочник для работников лабораторий предприятий молочной промышлен-

ности, М.: Пищевая промышленность, 1980, с.43-65

372. Пахомов В.А. Обоснование и совершенствование технических и технологических параметров процесса машинного доения новотельных коров: Автореф. дисс....кан.тех.наук. Рязань, 1984, 20 с.

373. Петухов Н.А., Литман Г.Е. Стенд для проверки доильных аппаратов СПДА-1 / Информационный листок. Новосибирск, 1981, №476, 4 с.

374. Петухов Н.А., Литман Г.Е. и др. Доильный аппарат, стимулирующий рефлекс молокоотдачи АДС-2М / Информационный листок. Новосибирск, 1981, №476, 4 с.

375. Плохотный В.Т. Установка для тепловой и механической обработки сливок // Молочная промышленность, 1987, №5, с.31-32

376. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. 2-е изд. Доп. Л.: Машиностроение. 1976, 504 с.

377. Полуляшная С. Управление процессами производства молока на ферме / Сборник научных трудов научно-практической конференции "Молочная индустрия 2006". М.: АПО "Молочная промышленность", 2006, с.43

378. Правила машинного доения коров. М.: Колос, 1976, 29 с.

379. Пред дойкой массаж // Животноводство. 1994, №5-6, с. 7

380. Продукты молочные и молокосодержащие: термины и определения. ГОСТ Р 51917-2002. Москва: Госстандарт России, 2002, 17 с.

381. Производства сливочного масла: Справочник / Андрианов Ю.П., Вышемирский Ф.А., Качераускис Д.В. и др. Москва: Агропромиздат, 1988, 303 с.

382. Производство молока в Великобритании // Международный агропромышленный журнал. 1991, №1, с.100-103.

383. Процессы и аппараты пищевых производств: Учебное пособие для студентов вузов / В.А. Кудрявцев. Курск: издательство КурГТУ, 2006, 270 с.

384. Прудов А. Технологические системы производства молока // Международный агропромышленный журнал, 1991, №2, с.85-86.

385. Радаева И.А. и др. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока: Справочник. М.: Агропромиздат, 1986, 351 с.

386. Радецкий В.И. Приспособление для проверки доильных аппаратов / Информационный листок. Кировград, 1975, №13

387. Радоманский В.М. Пути повышения технического уровня доильных установок // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1991, №5, с.28-31

388. Радоманский В.М. Совершенствование дозатора молока // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1991, №9, с.26-28

389. Радченко Г.Е. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий протекания процесса, Горьки, 1978, 69 с.

390. Разработка и внедрение системы собственного контроля основанной на принципах НАССР: Сборник лекций / Н.Борисовская, З.Н.Максимова, П.Бос, Е.Ю.Димитрева, Е.А.Бахвалова, СПб: ПГУ"Нацрыбкачество", 2004, 200 с.

391. Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств / С.М.Гребенюк, Н.С.Михеева, Ю.П.Грачев и др., М., Агропромиздат, 1987, 304 с.

392. Резибуа П., Деленер М. Классическая кинетическая теория жидкостей и газов. М.: Мир, 1980, 424 с.

393. Рейнер М. Реология. М.: Наука, 1965, 238 с.

394. Рогов И.А., Жуков Н.Н. Применение инфракрасного излучения в отраслях пищевой промышленности. М.: ЦНИИТЭИ, 1971, 59 с.

395. Родионов Г.В., Табакова Л.П., Табаков Г.П. Технология производства и переработки животноводческой продукции, М.: Колос, 2005, 512 с.

396. Романков А.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы химической технологии. М.: Химия, 1974, 228 с.

397. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. М.: Наука, 1971, 192 с.

398. Рунов Б. Графический анализ некоторых сельскохозяйственных показателей США // Международный сельскохозяйственный журнал, 1992, №1, с.2-5.

399. Рыбников А.П., Клячев В.М., Кокин В.С. Сравнительный анализ качества молока при доении коров в доильные ведра и молокопровод / Сборник научных трудов. Челябинск, 1991, с.50-54.

400. Рыжов С.В. Комплекты оборудования для животноводства. Справочник, М.: Агропромиздат, 1986, 352 с.

401. Савран В.П., Борщ А.В. Технология доения новотельных коров // Молочное и мясное скотоводство. 1978, №10, с. 22

402. Савченко Г.А., Хмелев А.Д. Увеличение производства и улучшение качества молока в Нечерноземной зоне. М.: Колос, 1996, 122 с.

403. Савченко Ю.Н., Семененко В.Н., Осипенко С.Б. Механизм взаимодействия каверны с пузырьковым потоком / Доклады НАН Украины, Сер. А., 1995, №9, с.115-117

404. Сапожников Г.Б., Сапожников Б.Г. Анализ процессов перемешивания в виброаппаратах непрерывного действия / Эффективная энергетика. Сб. научных трудов. Екатеринбург: УГТУ, 2002, с.44-49

405. Сванидзе Т.О. Разработка и исследование электрофицированного пастеризатора для термической обработки молока на фермах с малым поголовьем: Автореф. дисс. ... канд.техн.наук, Тбилиси, 1982, 22 с.

406. Свердлов Г.З., Явнель В.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и установок кондиционирования воздуха. М., Пищевая промышленность, 1972, 382 с.

407. Свириденко А.К., Березина А.Н. Технологическое

оборудование для переработки молока и молочных продуктов, Саратов: Саратовская Сельскохозяйственная Академия, 1996, 338 с.

408. Свириденко Ю.Я., Топникова Е.В. Маслодельная отрасль: состояние и перспективы // Сыроделие и маслоделие, 2007, №14, с.69-70

409. Сеа Ж. Оптимизация. Теория и алгоритмы, М.: Мир, 1973, 143 с.

410. Симарев Ю. Эффективность машинного доения // Сельский механизатор. 2004, №12, <http://www.agro.shaka.ru/consult/technology/tech-0058.htm>

411. Симарев Ю.А. Выбор машины и оборудования для прифермских молочных заводов // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1995, №8, с.17-20.

412. Симарев Ю.А. Принципиальный метод определения оптимального размера прифермского молочного завода при интеграции производства, переработке и реализации продукции // Достижения науки и техники АПК. 1996, №3, с.33-36.

413. Симарев Ю.А. Технические средства первичной обработки молока // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1991, № 5, с.25-28.

414. Симарев Ю.А. Экономическое обоснование оптимальных размеров реконструируемых молочных ферм// Международный агропромышленный журнал, 1991, №1, с.97-101

415. Симарев Ю.А. Энергосберегающая поточная первичная обработка молока на малых фермах // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1991, №8, с.33-37.

416. Симарев Ю.А. Эффективность внедрения современных технических средств первичной обработки молока // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1992, №3, с.25-27.

417. Сирота Н.Н. Кристаллизация и фазовые переходы / Сб. статей АН БССР, г. Минск, 1992, с.91-102

418. Скроманис А.А. Научные основы механизации процесса доения: Автореф. дисс....док.техн. Елгава, 1973, 34 с.

419. Смиригин В.Н., Зимняков В.М., Щербаков С.И. Уп-

ращенная схема доильной установки АДМ-8А-2 // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1991, №3, с.18-19

420. Соколова З.С. и др. Лабораторный практикум по технологии молока и молочных продуктов, М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984, 146 с.

421. Соколова З.С. Сборник задач по курсу «Технология молока и молочных продуктов» М.: Пищевая промышленность, 1975, 198 с.

422. Соловьев С.А. Доильный аппарат с автоматическим регулятором вакуума // Техника в сельском хозяйстве. 1991, №1, с.17-18

423. Спасов М., Банев Б. Развитие механизации в молочном животноводстве // Международный агропромышленный журнал, 1991, №1, с.83-86.

424. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 2. Масла коровье и комбинированные. Степанова Л.И. Санкт-Петербург:ГИОРД, 2002, 330с.

425.Стабников В.Н., Лисянский В.М., Попов В.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Агропромиздат, 1985, 194 с.

426. Статья о качестве молока. <http://www.user.cityline.ru/-ans/referat2.htm>, 2010

427. Стегаличев Ю.Г., Балюбаш В.Л. Замарашкина В.Н. Технологические процессы пищевых производств структурно-параметрический анализ объектов управления: Учебное пособие. Ростов-на-Дону, Санкт-Петербург: Феникс, 2006, 254 с.

428. Стребков С., Калмыков С., Прокопьева Н. Технологический процесс доения коров и качество молока-взаимосвязаны /2004-2006 компания ПЕПМАКС сервис СНГ. <http://www.permax.ru/view-news.php?id=11-08-2006>

429. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А.В.Горбатов, А.М.Маслов, Ю.А.Мачихин и др. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982, 296 с.

430. Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П. Техноло-

гическое оборудование предприятий молочной промышленности, М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983, 432 с.

431. Сыркин Г.П. Эффективности использования виброрупулсаторов при доении коров / Информационный листок. Куйбышев, 1986, №570-26

432. Сюсюкин А.А. Нервная регуляция молоковыведения у коров: Автореф.дисс....кан.биол.наук. М.: ТСХА, 1964, 20 с.

433. Тарасов Ф.М. Гидродинамика и теплообмен в аппаратах молочной промышленности. М., Пищевая промышленность, 1970, 168 с.

434. Твердохлебов Г.В. и др. Технология молока и молочных продуктов, М.: Агропромиздат, 1991, 463 с.

435. Тенденция развития доильного оборудования за рубежом / Ю.А.Цой, Н.П.Мишуров, В.В.Кирсанов, А.И.Зеленцов. М.: Росинформатех. 2000, 192 с.

436. Тепел А. Химия и физика молока. М.: Пищевая промышленность, 1979, 623 с.

437. Тердохлеб Г.В., Романаускас Р.И. Химия и физика молока и молочных продуктов. М.: Дели принт, 2006, 360 с.

438. Терюшков В.П. Повышение использования молочного жира за счет оптимизации параметров маслоизготовителя: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Пенза, 2003, 20 с.

439. Техника и технология пищевых производств / Сборник научных работ / Под ред. В.П.Юстратова. Кемерово: КемТИПП, 2006, 156 с.

440. Технология доения. [http: // www.delaval.ru/Dairy-Knolege/efficient_milking/default.htm?wbc-purpose=Basic>About-Delaval](http://www.delaval.ru/Dairy-Knolege/efficient_milking/default.htm?wbc-purpose=Basic>About-Delaval). 2007

441. Технология молока и молочных продуктов, М.: Пищевая промышленность, 1974, 447 с.

442. Технология молока и молочных продуктов / П.Ф.Дяченко, М.С.Коваленко, А.И.Чеботарев, А.Д.Грищенко. М.: Пищевая промышленность, 1974, 447 с.

443. Тихомирова Н.А. Молочные продукты для дошкольников и школьников / Материалы I Всероссийского конгресса

с международным участием "Питание детей: XXI век". М., 2000, с.89-90

444. Гомбаев И.И. Справочник по оборудованию предприятий молочной промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1972, 543 с.

445. Туваев В.Н., Сердунов В.А. Охлаждение молока в процессе доения // Достижение науки и техники АПК, 1991, №4, с.32.

446. Тютюнников Б.Н. Химия жиров. М.: Пищевая промышленность, 1974, 448 с.

447. Уитлстоун У.Г. Принципы машинного доения. М.: Колос. 1964, 264 с.

448. Украинец А.И. Математическая модель процесса маготно-импульсной обработки жидких пищевых продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья, 1997, №12, с.54-56.

449. Ультразвуковой переносной анализатор молока // Переработка молока, 2006, №8, с.8

450. Урьев Н.Б. Динамика структурированных дисперсных систем // Коллоидный журнал, 1998, №5, с. 662-683

451. Установка двухведерная MANCHA. <http://www.agro.tek.ru/index.php?main-page=product-info&path=77-86&product-id=2248 zenid=3040 ad 1112 e 3 s 7d5s1d22do db 2943 e 31. 2007>

452. Установки пастеризованные. http://avangardm.ru/index.php?option=com_content&task=view&itemid=46, 2010

453. Устинов В.П. К вопросу снижения энергозатрат на охлаждение молока на животноводческих комплексах / Научно-технический бюллетень ВАСХНИЛ. Сиб.отд., Новосибирск, 1982, вып.4, с.22-33.

454. Факторы влияющие на процесс сбивания сливок: <http://www.booksite.ru/sfulltext/old/aco/tova/6.htm, 2011>

455. Фарзалиев С.Г. Использование низковакуумной системы доения коров / Информационный листок. М., 1986, №52-86

456. Фененко А.И. Рациональное использование доильно-

го оборудования // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1978, №5, с.29-31

457. Фененко А.И., Лищинский С.П., Миропольский А.М. Доильный аппарат с пулкоколлектором // Техника в сельском хозяйстве. 1987, №2, с.13-14

458. Физическая энциклопедия Т2, М.: Советская Энциклопедия, 1990, 290 с.

459. Фокин М. Современные технологии и оборудование для пастеризации: <http://www.ecomash.ru/publication/7.html>, 2010

460. Фокина Н.З., Степанова Б.Н. Нормы расхода сырья при выработке масла сливочного при бесцелевой и целевой структурах производства // Молочная промышленность, 2007, №9, с.15-17

461. Фокина Н.З., Степанова Б.Н. О нормировании сырья // Молочная промышленность, 2005, №10, с.38-40

462. Фоминский Л.П. Сверхединичные теплогенераторы против Римского клуба, Черкассы, 2003, 210 с.

463. Хаманн энд Додд. Машинное доение и лактация. Бремли, 1992, 22 с.

464. Хозяев И.А. Определение давления сосковой резины исполнительного органа доильного аппарата / В сб.: Проектирование рабочих органов сельскохозяйственных машин. Ростов – на Дону: Издательство Ростовского Университета. 1967, с.180

465. Цой Ю.А., Зеленцов А.И., Гущин Ю.В. и др. Установка для охлаждения молока. А.С.СССР, 1671205, 1989.

466. Чапаев Б.Н. Технологические параметры пастеризационной ванны // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1994, №11, с.30-31

467. Черкашин Г.М., Кармашов Л.П., Коробко Л.П. Контроль доения коров в индивидуальных станках // Техника в сельском хозяйстве. 1984, №6, с.20-21

468. Чизар В. Новые цеделки для фильтрования молока и их экспериментальная проверка / Материалы XIV Международного конгресса по молочному делу. М., 1968, с.34.

469. Чумаченко В.А. и др. «Холодная» пастеризация молока // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1989, №5, с.29-30.

470. Шалыгина А.М., Калинина Л.В. Общая технология молока и молочных продуктов, М.: Колос, 2004, 199 с.

471. Шаролез А. Кристаллизация полимеров. М.: Мир, 1998, 177 с.

472. Шахвердиева И.Ю. Исследование экспериментального вибрационного маслоизготовителя // Аграрная наука, 2010, №8, с.28-30

473. Шевелева С.А. Современные требования безопасности молочных продуктов в России // Переработка молока, 2007, №5, с.10-12

474. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. М.: Мир, 1972, 381 с.

475. Шепелева Е.В. Подтверждение соответствия молочной продукции в современных условиях / Сборник научных трудов научно-практической конференции "Молочная индустрия-2006". М.: АНО "Молочная промышленность", 2006, с.114-118

476. Шеррингтон Ч. Интегральная деятельность нервной системы. М.: Наука, 1969, 96 с.

477. Шершавина А.А. Физическая и коллоидная химия. Методы физико-химического анализа, М.: Новое знание, 2005, 112 с.

478. Шидловская В.П., Аристова В.П. Влияние липолиза на вкус молока и молочных продуктов // Молочная промышленность, 1981, №12, с. 26-27

479. Шурчкова Ю.А. Экологически чистый способ снижения кислотности и повышения качества молочного сыря // Молочное дело, 2005, №7, с.18-19

480. Электронагревательные установки в сельскохозяйст-

венном производстве / Под общ. ред. Расстигина В.Н., М.: Агропромиздат, 1985, 304с.

481. Эфендиев Р.Р. Исследование стимуляторов и факторов влияющих на рефлекс молокоотдачи коров // Вестник сельскохозяйственной науки. 1989, №2, с.16-18

482. Эфендиев Р.Р., Халилов Р.Т. Подготовка вымени коров к машинному доению // Вестник сельскохозяйственной науки. 1988, №3, с.80-81

483. Юдаев Б.Н. Теплопередача, М.: Высшая школа, 1973, 369 с.

484. Юсиров Ф.М. Результаты исследования охлаждения пастеризованного молока / Интенсификация агропромышленного производства на современном этапе. Тезисы докладов IV республиканской конференции молодых ученых, II часть, Баку, 1988, с.71

485. Юсиров Ф.М., Вердиев Э.А. Машинное доение коров и сохранение качества молока / Материалы Закавказской конференции молодых ученых и специалистов сельского хозяйства. Баку, 1988, с.95

486. Юсиров Н.М. Кормовые ресурсы и пути улучшения их питательности. Баку: Азернешр, 1988, 208 с.

487. Яшин А.В. Снижение энергоемкого производства сливочного масла с обоснованием конструктивно-кинематических параметров маслоизготовителя: Автореф.дисс.... канд. техн. наук. Пенза, 2007, 19 с.

488. Agleren statt reagleren // Ernahrungsindustrie, 2006, №7-8, p.25-29

489. Beitrag zur Weiterentwicklung der Maschinellen Milchgewinnung // Agrotechnik/ 1977. №4;5, p. 166-169

490. Blans Michel. Le million faible du controle de la qualite sanitaire des productions agricoles // Ind. Cereal, 2005, №144, p.13-21

491. Brooks L.A. Proper vacuum-ney to good milking // Elektr. Farm. 1984, №1, p. 37

492. Cougher T/K/ Hula-Hoop: An Example of

Heteroparameters of Excitation // American Journal of Physics, 1990, vol. 28, №2, p. 28-30

493. Cwiertniewski K., Polak E., Egierski K. Aktiw nosc wody parameter trwalosci produktow spozywczych // Przemspoz, 2005, 59, №11, p.16-19

494. De Noni., Resmini P. Identification of rennet-whey sollds in "troditional butter" by means of HPLC/ESI-MS of non-glycosylated caseinomacropeptide A // Food Chem, 2005, 93, №1, p. 65-72

495. Delkeiu N. Delfhy Method: on Experimental Study of Group Opinion RAND Memo EM-5889-PR, A, 1999.

496. Dijkstra E.A. Note on Two Problems in Connection with Grafhs. Num.Mathematical, I, 1995.

497. Dysowska Brygida E. Natural and model O/W emulsions compazison of physicochemical properties // Michwissenschaft, 2006, 61, №3, p.249-252

498. Fischer I.C., Fru R.H. Simpl Substitution Model of Technological Chando. General Electric Report. 70-C-215, 1970.

499. Goulden D.S. Analysis of milk by infrared arbsorbtion // J. Dairy Res., 1994, v. 31, p.273

500. Guo S., Xu M., Feng K. (School of science, Annul Agricultural University Hefei 230036). An hue nongyedaxue xuebao // J. Anhue Arg. Univ., 2006, 33, №1, p.138-140

501. Gustavsson Manias, Gustavsson Silas E. Thermal conductivity as on indicator of fat content in milk / 32 Conference of North American Thermal Analisis Society, Williamsburg, va, 4-6 oct. 2004 // Thermochim, octo. 2006, 442, №1-2, p.1-5

502. Hansen G. Use of the Bactofuge Unit /14-th Annual national Dairy Enging Cont. East Lamsin, 1968, s.1, p.53-56.

503. Heidrich H.J., RenkW. Krankheiten der Milchdruse bei Haustieren. Berlin, 1983, 202 p.

504. Helmer O. Propectus forms an Institut for the Future. Sants Monica. California, 1996.

505. Hesselbach J.der Einfluss neuzeitlicher Produktion sver fahren auf die Milchleitung // Tierzucht. 1967, №17, jg.19

506. Huppertz T., Grosman S., Foz P.F., Kelly A.L. Heat and ethanol stabilities of high-pressure-treated bovine milk // Int. Dairy J., 2004, 14, №2, p.125-133
507. Isengard H.D., Kling R., Rich C.T. Proporsal of a new reference method to determine the water content of dried dairy products // Food chem 2006, 96, №3, p.418-422
508. ISO 9001:2000 Quality management systems // Requierements international standard, ISO, 2000, 32 p
509. Jovanović V. Efect primarne abrade mleka // Mlyekarstvo, 1968, №4, s.77-86.
510. Jurco V., Fruts J. Vplyv rozdielney dlzky pripravy vemena dojnice na ejakciu a zlolenia mileka krav // Ziva-cisna Vyraba. 1975, №2, r.20
511. Kielwern D. Milchqualität international Zahlung die Reinwahl, 1983, №8, S. R6-R7, 1133
512. Kind Thomos. Alles in Butter // Pharma+Food, 2006, 9, №5-6, p.8-10
513. King N. Milchwirtschaft Foresh, 15, 103, 1953
514. Knappe E., Deutschan S., Mild K. Pulsator prof geraft Fur Melkanlagen // Agrartechnik. 1992, №2, p. 22
515. Kolar K. Vhodnost typu dojiren a jeich zhodnoceni technika. Praha, 1994, 20 (9): 541-558
516. Kratochvil L., Merg B.M. Produkce prednostniho mlekawe svele prumysi potravin // Mlekarska listy, 1980, v. Q №4, s. 446, 78-447, 79
517. Litz Bernadett, Obert G., Szily B. Examination of the correlation of butter spreadability and its fat conformation by DSC // Therm. Anal. And Colorim, 2006, 84, №2, p.425-428
518. Marchart H., Hoffer H. Erfahrungen mit einem infrarotspektrophotometer in der Milchanalyse // Milchwirtschaftliche Berichte, 1975, №4, 44
519. Moris R., Stray J., Dewell A., Dolby R. The chrmical composition and phisical properties of fractions of milk fot obtained by a cammercial fraction-ation process. J. Dairy Research, 1971, 38, №2

520. Mulder H., Walstra P. The milk fat globule Emulsion science as applied to milk products and comparable foods-Commonwealth Agric. Bureau Forman Royal Bucks, England, 1974, 294 p.

521. On farm pasteurisation for less than 8000 // Tarnus Weekly, 1984, v. 101, №12, p.18, n.30054

522. Pint sized pasteurisation packages for smaller dairies // Food Trade Rev, 2006, 76, Jan. p.12

523. Popov-Raljić Javanka, Radovanović Radomir // Ujarski, 2003, 34, №1-2, p.29-33

524. Rahn O., Sharp R. Physik der Milchwirtschaft, Parey, Berlin, 1998

525. Riner Leopold Milch produkt international: Wo steht Österreich? Teil 1: Produktion und Milchkonsum // Fortschritt. Landwirt, 2007, №6, p. 12-13

526. Robe K. Umprave flourord of pasteurized products, food-process // Packaging, 37, pp.84-86, March, 1966

527. Ross S.A. Milking moves in New Zealand // Dairy Farmer. 1972, №1, vol.19

528. Schön M. Mit weniger Arbeit mehr kuhe melken // Prakt landtechnik. 1972, №3, vg. 62

529. Schönder W. Leitfaden der Milchuntersuchung. Leipzig, 1996, 116 p.

530. Seckin A.K., Metin Y. The effect of process temperature and time on the occurrence of the products cholesterol oxidation in butter // International Journal of Food Science & Technology, 2005, vol. 40, №8, p.903-906

531. Singh Hariinder. A biophysical system for food applications // Current Colloid and Interface Sci., 2006, 11, №2-3, p.154-163

532. Software und system technik // Fleisch wirtschaft, 2005, 86, №3, p.44

533. Sommer P., Stanek J. Mezinárodní konference a strojním dojení // Vestn. CS Akad. Zemed. 1974, r. 21, c.6

534. Staniewski B. Czytanniki decydujące o jakości masła //

Przem. Spoz., 2005, 59, №11, p.31-34

535. Swoope F.C., Brunner J.R. Characteristics of the Fat Globule Membran of Cow's Milk. J. Dairy Sci. 1970, v.63, № 6, p.691-699.

536. Todt Harold, Guthausen Gisela, Burg Wolfgang, Schmalbien Dieter. Water lmoisture and fat analysis by time-domain NMR // Food Chem., 2006, 96, №3, p.436-440

537. Water-an important parameter for the preparation and proper use of certified reference materials /Yazoan S., Bemereuther A., Ulbert F., Isengard H. // Food Chem., 2006, 96, №3, p.411-417

538. Whittlestone W.G., Phillips D.S. Size of pipe lines in milking machines // N.Z.J.Agr. 1967, №3, 114

539. William B., Cherry Ph. D., Morris Goldman Sc. D., Theodore R., Carski M.D. Fluorecent antibody techniques in the Diagnosis of Communicable Diseases. U.S. Department of Health. 1990, 144 p.

540. Yang H.X., Wiegand J.H. Elektric pasteurization of wine // Truit Pood J. Am. Food M. 26, 1997

ƏLAVƏLƏR

Əlavə 1

Yelindaxili təzyiq və birdəfəlik məhsuldarlıq arasındakı
korrelyasiyanın qiymətləndirilməsi

Yelindaxili təzyiq, kPa	Birdəfəlik süd səğımı, <i>l</i>	x^2	y^2	xy
3,7	3,1	13,69	9,6	11,5
1,7	3,0	2,89	9,0	5,1
7,9	4,1	62,41	16,8	32,4
1,2	1,5	1,44	2,3	1,8
1,8	4,0	3,24	15,0	7,2
1,4	3,0	1,96	9,0	4,2
3,9	4,1	15,21	16,8	16,0
2,5	4,0	6,25	16,0	10,0
2,4	2,5	5,76	6,3	6,0
2,2	3,0	4,84	9,0	6,6
28,7	32,3	117,69	110,8	100,8

Cədvələ görə

$$\bar{x} = 2,9; \quad \bar{y} = 3,2; \quad H_{\bar{x}\bar{y}} = 9,3; \quad H_{\bar{x}^2} = 8,41; \quad H_{\bar{y}^2} = 10,24;$$

$$\sum x\check{y} = 100,8; \quad \sum x^2 = 117,69; \quad \sum \check{y}^2 = 110,8.$$

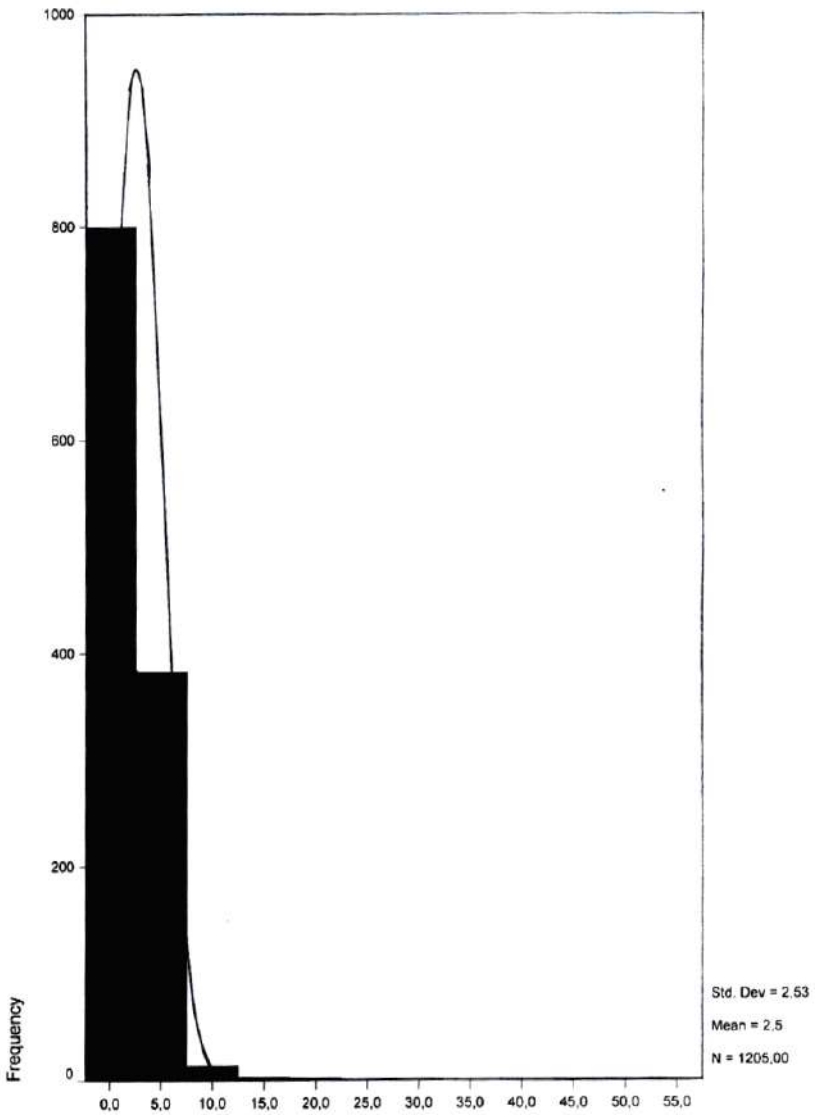
Bu qiymətlərdən istifadə edərək korrelyasiya əmsalını hesablayırıq:

$$r = \frac{\sum x\check{y} - H_{\bar{x}\bar{y}}}{\sqrt{(\sum x^2 - H_{\bar{x}^2}) \cdot (\sum \check{y}^2 - H_{\bar{y}^2})}} = \frac{100,8 - 9,3}{\sqrt{(117,69 - 8,41) \cdot (110,8 - 10,24)}} = 0,87$$

Tapılmış korrelyasiya əmsalının xətası aşağıdakı kimidir:

$$M_2 = \pm \frac{1 - r^2}{\sqrt{H}} = \frac{1 - 0,87^2}{\sqrt{10}} = \pm 0,08, \text{ yəni } 8 \%$$

İnəklərin sayı



Frequency Table

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,0	1886	26,0	32,5	32,5
	2,0	2114	29,4	36,9	69,4
	3,0	789	11,0	13,8	83,2
	4,0	569	7,9	9,9	93,1
	5,0	193	2,7	3,4	96,5
	6,0	111	1,5	1,9	98,4
	7,0	9	,1	,2	98,6
	8,0	25	,3	,4	99,0
	9,0	6	,1	,1	99,1
	10,0	32	,4	,6	99,7
	12,0	3	,0	,1	99,7
	15,0	6	,1	,1	99,8
	20,0	5	,1	,1	99,9
	26,0	2	,0	,0	99,9
	30,0	2	,0	,0	100,0
	96,0	2	,0	,0	100,0
	Total		5734	79,8	100,0
Missing	System	1452	20,2		
Total		7186	100,0		
	1960,0	30	,4	,5	47,4
	2000,0	1145	15,9	20,0	67,4
	2050,0	5	,1	,1	67,5
	2100,0	457	6,4	8,0	75,5
	2150,0	9	,1	,2	75,7
	2160,0	45	,6	,8	76,4
	2200,0	542	7,5	9,5	85,9
	2225,0	2	,0	,0	85,9
	2240,0	120	1,7	2,1	88,0
	2250,0	7	,1	,1	88,2
	2300,0	69	1,0	1,2	89,4
	2350,0	4	,1	,1	89,4
	2400,0	111	1,5	1,9	91,4
	2470,0	2	,0	,0	91,4
	2500,0	179	2,5	3,1	94,5
Valid	2516,0	2	,0	,0	94,6
	2550,0	2	,0	,0	94,6
	2600,0	21	,3	,4	95,0
	2650,0	2	,0	,0	95,0
	2700,0	12	,2	,2	95,2
	2750,0	8	,1	,1	95,4
	2800,0	38	,5	,7	96,0
	2850,0	8	,1	,1	96,2
	2870,0	2	,0	,0	96,2
	2900,0	6	,1	,1	96,3
	2950,0	4	,1	,1	96,4
	3000,0	32	,4	,6	96,9
	3050,0	2	,0	,0	97,0
	3100,0	6	,1	,1	97,1
	3200,0	36	,5	,6	97,7
	3300,0	6	,1	,1	97,8
	3500,0	7	,1	,1	97,9
	3600,0	8	,1	,1	98,1
	4000,0	20	,3	,3	98,4
	4200,0	12	,2	,2	98,6
	4300,0	6	,1	,1	98,7
	4400,0	12	,2	,2	98,9
	4500,0	7	,1	,1	99,1

MƏRKƏZİ KOMPOZİSİYA PLANININ MATRİSASI

İşrələr		Südün soyudulma tem-ru, °K	Soyutma səthi, dm ²	Soyudulacaq südün miqdarı, kq	Südün köpüklənmə dərəcəsi, %	Optimallaşdırma kriterisi
		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	
Yuxarı səviyyə	+1	293	80	100	75	
Əsas	0	288	60	75	50	
Aşağı səviyyə	-1	283	40	50	25	
Faktorların variasiya intervalı, ε		5	20	25	25	
Planın nüvəsi	Təcrübə 2 ⁴					
	1	-1	-1	-1	-1	3,77
	2	1	-1	-1	-1	9,62
	3	-1	1	-1	-1	5,17
	4	1	1	-1	-1	6,76
	5	-1	-1	1	-1	2,93
	6	1	-1	1	-1	7,71
	7	-1	1	1	-1	3,67
	8	1	1	1	-1	8,67
	9	-1	-1	-1	1	4,07
	10	1	-1	-1	1	12,37
	11	-1	1	-1	1	6,92
	12	1	1	-1	1	14,69
	13	-1	-1	1	1	4,20
	14	1	-1	1	1	8,84
	15	-1	1	1	1	3,50
	16	1	1	1	1	12,75
Ulduz nöqtələr						
	17	-2	0	0	0	2,33
	18	2	0	0	0	11,03
	19	0	-2	0	0	1,53
	20	0	2	0	0	4,77
	21	0	0	-2	0	6,16
	22	0	0	2	0	4,29
	23	0	0	0	-2	5,39
	24	0	0	0	2	7,94
Sifir nöqtələr						
	25	0	0	0	0	3,93
	26	0	0	0	0	4,38
	27	0	0	0	0	4,10
	28	0	0	0	0	4,05
	29	0	0	0	0	4,88
	30	0	0	0	0	4,86
	31	0	0	0	0	4,44

«k»-nın müxtəlif qiymətlərində müxtəlif möhkəmlikdə
vallar üçün Δ hesabat qiymətləri

$k \cdot 10 \frac{1}{sm}$	Δ -nın qiymətləri			
	EI=276•10 ⁷ N sm ² val üçün		EI=21•10 ⁶ N sm ² val üçün	
	Eksper. variantda	Adi variantda	Eksper. variantda	Adi variantda
2	3272•10 ⁻⁶	3271•10 ⁻⁶	3271•10 ⁻⁶	3271•10 ⁻⁶
4	1272•10 ⁻⁵	1266•10 ⁻⁵	1304•10 ⁻⁵	1302•10 ⁻⁵
6	2525•10 ⁻⁵	2459•10 ⁻⁵	2898•10 ⁻⁵	2875•10 ⁻⁵
8	2887•10 ⁻⁵	2533•10 ⁻⁵	4928•10 ⁻⁵	4804•10 ⁻⁵
9	1921•10 ⁻⁵	124•10 ⁻⁵	6159•10 ⁻⁵	5907•10 ⁻⁵
10	726•10 ⁻⁵	-1919•10 ⁻⁵	7296•10 ⁻⁵	6632•10 ⁻⁵
11	-579•10 ⁻⁴	-769•10 ⁻⁴	8337•10 ⁻⁵	7532•10 ⁻⁵
13	-2765•10 ⁻⁴	-312•10 ⁻³	9449•10 ⁻⁵	8052•10 ⁻⁵
15	-8186•10 ⁻⁴	-8338•10 ⁻⁴	836•10 ⁻⁴	412•10 ⁻⁴
17	-1,907	-1,731	217•10 ⁻⁴	-5114•10 ⁻⁵
20	-5,316	-3,601	-2323•10 ⁻⁴	-3201•10 ⁻⁴
22	-9,608	-4,39	-5942•10 ⁻⁴	-57•10 ⁻²
24	-16,59	-2,91	-1,213	-7675•10 ⁻²
25	-21,02	-0,11	-1,616	-7468•10 ⁻⁴
27	-32,86	14,67	-2,792	6•10 ⁻²
33	-112,6	259,5	-10,32	16,04
40	-353,6	2252	-33,81	168
50	-1293	21290	-129,1	1760
60	-3425	121740	-355,5	10288
63	-4258	186288	-447,5	15448
67	-5521	317796	-606	26600
70	-6153	456780	-714,9	38836
72	-6357	563900	-780	48270
75	-6316	757820	-859,2	65794
80	-2455	1077•10 ³	-750,2	96626
82	1180	1191•10 ³	-598,6	111340
86	6817	1458•10 ³	-190,2	125340

MÜNDƏRİCAT

Giriş.....	3
1. Laktasiya dövrünün bütün mərhələlərini nəzərə almaqla sağım aparatlarının təkmilləşdirilməsi.....	5
1.1. Maşınli sağımın öyrənilmə vəziyyəti.....	9
1.1.1. Maşınli sağım baxımından inəyin südvermə prosesinin öyrənilmə vəziyyəti.....	9
1.1.2. Maşınla yelinin qarşılıqlı təsirinin təhlili.....	13
1.1.3. Sağım maşınlarının təkmilləşmə dinamikası və onun müasir vəziyyəti.....	17
1.2. Südvermə və sağım aparatının rejim parametrləri arasındakı əlaqənin nəzəri təhlili.....	33
1.2.1. Sağım sürətini şərtləndirən mexaniki təsirlərin təhlili.....	33
1.2.2. Sürətli sağım prosesinin riyazi modelinin qurulması.....	36
1.2.3. Dördkameralı pulsatorla taktların dəyişmə xarakterinin təhlili.....	45
1.2.4. Pulsatorun idarəedici kamerasına əlavə həcm qoşulması ilə onun işinin təhlili.....	49
1.2.5. Əlavə həcmə qoşulmuş idarəetmə kameralı pulsatorla taktlar nisbəti.....	57
1.2.6. Rejimdəyişmə faktorunun əsaslandırılması.....	61
1.2.7. Rejimdəyişmə tərtibatının parametrlərinin əsaslandırılması.....	66
1.3. Sağım aparatları üçün eksperimental tədqiqatların proqram və metodikası.....	71
1.3.1. Sağım aparatları üçün eksperimental tədqiqatın proqramı.....	71
1.3.2. Sağım aparatları üçün eksperimental tədqiqatın metodikası.....	71
1.3.2.1. Eksperiment üçün seçilmiş konstruksiya və onun iş prinsipi.....	71
1.3.2.2. Yelin və əmcəklərin anatom-fizioloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi.....	74
1.3.2.3. Sağım aparatlarının məhsuldarlıqlarının, pulsator, kollektor və sağım stəkanlarının kameralarında təzyiqlərin ölçülməsi.....	77
1.3.2.4. Sağım aparatları üçün eksperimental nəticələrin işlənməsi.....	79
1.4. Sağımda eksperimental tədqiqatların təhlili.....	81
1.4.1. İnəklərdə bir sağımda südvermənin xarakterinin tədqiqi.....	81
1.4.2. İnəyin müxtəlif laktasiyalarında laktasiyanın müxtəlif mərhələlərində yelinin anatom-fizioloji xüsusiyyətinin tədqiqi.....	83

1.4.3. Rejimdəyişici tərtibatla təkmilləşdirilmiş eksperimental pulsatorun işinin tədqiqi.....	89
1.4.4. Eksperimental sağım aparatının işçi prosesinin tədqiqi.....	91
1.4.5. Sağım aparatının təkmilləşdirilməsi ilə onun rejim parametrlərinin optimal sahəsinin təyin edilməsi.....	96
1.4.6. Eksperimental sağım aparatının təsərrüfat şəraitində yoxlanması.....	102

2. Fermer təsərrüfatlarında birinci növ süd alınmasının texnoloji və texniki təminatının işlənməsi.....

2.1. Südün mexaniki qarışıqlardan təmizlənməsinin və soyudulmasının öyrənilmə vəziyyəti.....

2.1.1. Südün ilkin emalının vəziyyəti və başlıca problem.....	105
2.1.2. Südün mexaniki qarışıqlardan təmizlənməsi və soyudulmasının ilkin emal texnologiyasında yeri və qiymətləndirilməsi.....	107
2.1.3. Südün mexaniki qarışıqlardan təmizlənməsində istifadə olunan üsul və vasitələrin tənqidi təhlili.....	111
2.1.4. Süd soyutma üsul və texniki vasitələrinin müasir inkişaf səviyyəsi və təkmilləşdirilmə meyilləri.....	113
2.1.4.1. Südün vannalarda soyudulması.....	114
2.1.4.2. Süd tanklarında südün soyudulması.....	121
2.1.4.3. Təbii soyuqluqla südün soyudulmasının öyrənilmə səviyyəsi.....	125

2.2. Südün soyudulmasında təbii soyuqluqdan istifadənin nəzəri tədqiqi.....

2.2.1. Soyutma sisteminin seçilməsi üçün faydalılıq kriterisinin əsaslandırılması.....	131
2.2.2. Təbii soyuqluqdan südün soyudulmasında istifadə sxeminin əsaslandırılması.....	134
2.2.3. Südün qablarda soyudulmasının səmərəli parametrlərinin əsaslandırılması.....	139
2.2.4. Suvarma tipli soyuducular üçün soyutma səthinin əsaslandırılması.....	142
2.2.5. Suvarıcı aralıq çəninin işinin əsaslandırılması.....	147
2.2.6. Hava axını təbiiq ilə suvarma tipli eksperimental soyuducunun nəzəri tədqiqi.....	155

2.3. Südün təmizlənməsi və soyudulması üçün eksperimental tədqiqatların proqram və metodikası.....

2.3.1. Südün təmizlənməsi və soyudulmasında eksperimental tədqiqatların proqramı.....	161
2.3.2. Südün təmizlənməsi və soyudulmasında eksperimental tədqiqatların metodikası.....	161

2.3.2.1. Eksperimental süd soyuducu qurğunun konstruktiv və texnoloji xüsusiyyətləri.....	161
2.3.2.2. Ərazidə süd istehsal sıxlığı və daşınma vəziyyəti barədə məlumatların toplanması və işlənməsi.....	163
2.3.2.3. Südün istilikverməsinin və hidravlik müqavimətlərin müəyyən edilməsi.....	164
2.3.2.4. Südün keyfiyyət göstəricilərinin müəyyən edilməsi.....	165
2.3.2.5. Eksperimental qurğuda soyutma prosesinin əsas parametrlərinin optimallaşdırılması.....	168
2.3.2.6. Südün təmizlənməsi və soyudulmasında təcrübə qiymətlərinin yoxlanması.....	170
2.4. Südün təmizlənməsində və soyudulmasında təcrübə tədqiqatların təhlili.....	171
2.4.1. Ərazidə süd istehsal sıxlığı və daşınma məsafələrinin tədqiqi.....	171
2.4.2. Məntəqəyə daşınan südün başlanğıc temperaturunun onun keyfiyyət göstəricilərinə təsiri.....	173
2.4.3. Süzgəclərin müqayisəli tədqiqi.....	174
2.4.4. Suvarma tipli soyutmada südün istilik-mexaniki xassələrinin tədqiqi....	176
2.4.5. Südün qablarda təbii soyuqluq mənbəyindən istifadə etməklə soyudulmasının tədqiqi.....	179
2.4.6. Soyutma rejimi və soyutma səthinin əsaslandırılması.....	186
3. Ferma şəraitində südün pasterizasiyası üçün səmərəli texnologiya və konstruksiyanın işlənməsi.....	189
3.1. Südün termiki işlənməsinin müasir vəziyyəti.....	193
3.1.1. Süd sənayesinin inkişafında müasir vəziyyət.....	193
3.1.2. Südün bakterioloji təmizliyi üzrə araşdırmaların qısa təhlili.....	196
3.1.3. İstiliklə işlənmə prinsipinin və istilik dəyişdiricilərin formalaşma xüsusiyyətləri.....	199
3.1.4. Pasterizasiya prosesinin öyrənilmə səviyyəsi və tələblərin inkişaf etdirilməsi.....	201
3.1.5. Pasterizasiya üsul və qurğularının tənqidi təhlili.....	204
3.2. Pasterizasiya prosesinin elektropasterizasiya qurğularında nəzəri tədqiqi.....	215
3.2.1. Axınlı pasterizasiyanın optimallaşdırılması.....	215
3.2.2. Birbaşa təsirli elektropasterizasiya prosesinin tədqiqi.....	223
3.2.2.1. Konstruktiv sxemin seçilməsi.....	223
3.2.2.2. Birbaşa təsir şəraitinin tədqiqi.....	225
3.2.2.3. Elektrik sahəsinin təsiri.....	233

3.2.2.4. İstilik sahəsinin təsiri.....	240
3.2.3. Qızdırıcı elementlərin tədqiqi.....	244
3.2.3.1. Konstruktiv xüsusiyyətin əsaslandırılması.....	244
3.2.3.2. Parametrlərin əsaslandırılması.....	248
3.3. Sütün termiki emalında eksperimental tədqiqatların proqram və metodikası.....	253
3.3.1. Sütün termiki emalı üçün tədqiqatın proqramı.....	253
3.3.2. Sütün termiki emalı üçün tədqiqatın metodikası.....	253
3.3.2.1. Tədqiqat obyektı-eksperimental borulu pasterizasiya qurğusunun konstruktiv xüsusiyyətləri.....	253
3.3.2.2. Sütün fiziki, fiziki-kimyəvi, bakterioloji, elektrofiziki xassələrinin öyrənilmə metodikası.....	254
3.3.2.3. Tədqiqat nəticələrinin riyazi işlənmə metodu.....	267
3.4. Birbaşa təsirli axımlı pasterizatorun eksperimental tədqiqatlarının nəticələri.....	271
3.4.1. Sütün fiziki və elektrofiziki xassələrinin tədqiqi.....	271
3.4.2. Pasterizasiya üsullarının bakterisid təsirinin tədqiqi.....	276
3.4.3. Prosesin keyfiyyət göstəricilərinin tədqiqi.....	278
4. Ferma şəraitində sütün normallaşdırılmasının tədqiqi.....	285
4.1. Sütün normallaşdırılmasının müasir vəziyyəti.....	289
4.1.1. Süd istehsalının hazırkı vəziyyəti və onun inkişafına kömək edən amillər.....	289
4.1.2. Sütün normallaşdırılmasının müasir öyrənilmə vəziyyəti.....	297
4.1.3. Sütün normallaşdırılmasında xamaayıran separatorların tətbiqinin xüsusiyyətləri.....	301
4.1.4. Sütün ilkin emalı texnoloji xəttinin pasterizasiya tətbiqi ilə təkmilləşdirilməsi yolları.....	305
4.2. Xamaayıran separatorların sütün normallaşdırılma prosesi baxımından nəzəri tədqiqi.....	311
4.2.1. Sütün mərkəzdənqaçma prinsipi ilə işlənməsində xamaayıran məhdudlaşdırıcı faktorların öyrənilməsi.....	311
4.2.2. Yağ kürəciklərinin ayrılma qabiliyyətinə təsir faktorlarını tətbiq etməklə separatorun məhsuldarlığının müəyyən edilməsi.....	315
4.2.3. Sütün normallaşdırma prosesi üçün separatorun məhsuldarlığının təyini.....	319
4.2.4. İşçi orqanda yağ kürəciklərinin ayrılma prosesinə əlavə qüvvə tətbiqi ilə separator valının böhran sürətinin əsaslandırılması.....	322

4.2.5. Normallaşdırma ilə pasterizə əməliyyatlarını bir texnoloji prosesdə əlaqələndirən konstruksiyada istilikötürmə prosesinin təhlili.....	332
4.3. Sütün normallaşdırılması və pasterizə edilməsi üçün eksperimental tədqiqatların proqram və metodikası.....	337
4.3.1. Sütün normallaşdırılması və pasterizə edilməsi üçün tədqiqatın proqramı.....	337
4.3.2. Sütün normallaşdırılması və pasterizə edilməsi üçün tədqiqatın metodikası.....	337
4.3.2.1. Sütün normallaşdırılması və pasterizə edilməsi üçün eksperimental qurğu.....	337
4.3.2.2. Süt normallaşdırıcı və pasterizə edən eksperimental qurğunun tədqiqat üçün hazırlanması.....	339
4.3.2.3. Süt normallaşdırıcı və pasterizə edən eksperimental qurğuda sütün temperaturunun ölçülməsi.....	340
4.3.2.4. Sütün fiziki-mexaniki xassələrinin öyrənilməsi.....	345
4.3.2.5. Sütün keyfiyyət göstəricilərinin müəyyən edilməsi.....	350
4.3.2.6. Sütün normallaşdırılması və pasterizə edilməsində tədqiqat nəticələrinin riyazi işlənməsi və xətlərin qiymətləndirilməsi.....	351
4.4. Sütün normallaşdırılması və pasterizə edilməsində eksperimental tədqiqatların təhlili.....	355
4.4.1. Sütün mərkəzdənqaçma prinsipi ilə normallaşdırılması baxımından fiziki-mexaniki xassələrinin tədqiqi.....	355
4.4.2. Eksperimental normalizator-pasterizator qurğusunun işçi rejim xüsusiyyətlərinin tədqiqi.....	357
4.4.3. Məhsuldarlığın tədqiqi.....	365
4.4.4. Eksperimental qurğuda işlənməmiş sütün keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi.....	366
5. Kəndli-fermer təsərrüfatı şəraitində yağ alınma texnologiyasının tədqiqi.....	371
5.1. Yağ alınma texnologiyasının müasir vəziyyəti.....	375
5.1.1. Ərzaq məhsulları arasında kərə yağının yeri.....	375
5.1.2. Kərə yaranma prosesinin nəzəri mülahizələri.....	376
5.1.3. Kərə alınma texnologiyasının müasir öyrənilmə səviyyəsi.....	380
5.1.4. Kərə hazırlama qurğularının təkmilləşmə baxımından qiymətləndirilməsi.....	388
5.1.5. Yağ hazırlamada titrəyiş tətbiqi və bu baxımdan titrəyiş törədənlərin tənqidi təhlili.....	396

5.2. Titrəyiş təsiri ilə xamadan yağ ayrılma prosesinin nəzəri tədqiqi.....	403
5.2.1. Xamada yağ kürəciklərinin bərkimə kinetikasının təhlili.....	404
5.2.2. Məcburi titrəyişlərin xamaya təsirinin nəzəri təhlili.....	408
5.2.3. Titrəyişli mühitdə yağ danəciklərinin hərəkət xüsusiyyətləri.....	420
5.2.4. Titrəyişli təsirin tətbiq formasının tədqiqi.....	427
5.2.5. Titrəyiş intiqalının əsaslandırılması.....	430
5.2.6. Konstruktiv sxemin seçilməsi və tədqiqi.....	438
5.3. Yağın hazırlanmasında eksperimental tədqiqatların proqram və metodikası.....	443
5.3.1. Yağın hazırlanmasında tədqiqatların proqramı.....	443
5.3.2. Yağın hazırlanmasında tədqiqatların metodikası.....	443
5.3.2.1. Xamanın axımlılıq səciyyəsinin öyrənilmə metodu.....	443
5.3.2.2. Xama və yağ nümunələrinin götürülmə metodu.....	445
5.3.2.3. Tədqiqat materialının texnoloji parametrlərinin öyrənilmə metodları.....	445
5.3.2.4. Titrəyiş təsirinin tədqiq metodu.....	450
5.3.2.5. Son məhsulun keyfiyyətinin qiymətləndirilmə metodu.....	451
5.3.2.6. Yağın hazırlanmasında eksperiment qiymətlərinin işlənmə metodu....	454
5.4. Yağın hazırlanmasında eksperimental tədqiqatların təhlili.....	455
5.4.1. Xama və kərənin bəzi fiziki-mexaniki xassələrinin tədqiqi.....	455
5.4.2. Titrəyiş rejiminin xamada yağ əmələ gətirmə prosesinə təsirinin tədqiqi.....	458
5.4.3. Nəmlik formalaşdırıcı parametrlərin tədqiqi.....	461
5.4.4. Xama çalxalama prosesinə təsir edən faktorların tədqiqi.....	466
5.4.5. Prosesin intensivliyinin və enerji tutumunun tədqiqi.....	471
5.4.6. Eksperimental tirəyişli yağ hazırlayan qurğunun istehsalat şəraitində sınağı və tövsiyələr.....	472
Ədəbiyyat.....	479
Əlavələr.....	522

Мамедов Габиль Балакиши оглы
доктор технических наук, профессор

**ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ ПРИ ДОЕНИИ И
ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКЕ МОЛОКА**
(монография)

Баку – «Элм» - 2015