



Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ОХ  
Вітенько Т.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« 4 » березня 2021 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Савчук Тарас Петрович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення масловиготовлювача періодичної дії Я5-ОМС-0,4  
з дослідженням впливу технологічних і конструктивних факторів на його роботу

Керівник роботи Шинкарик Марія Миколаївна, к.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 4 » березня 2021 року № 4/7-175.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 травня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та технічного обслуговування і ремонту масловиготовлювача періодичної дії Я5-ОМС-0,4. Існуюча технологія виготовлення масла.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
Анотація. Вступ. 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження. 2. Методи та методика досліджень. 3. Розроблення нових технічних вирішень для модернізованого масловиготовлювача Я5-ОМС-0,4. 4. Теоретичні дослідження виробництва масла шляхом збивання вершків. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5.1 Заходи з охорони праці. 5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Масловиготовлювач періодичної дії Я5-ОМС-0,4 (1л.ф.А1)
2. Вузол маслообробної бочки масловиготовлювача періодичної дії Я5-ОМС-0,4 (1л.ф.А1)
3. Теоретичні дослідження виробництва масла шляхом збивання вершків (6л.ф.А1)

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Кравець О.І. – к.т.н., доц. Стадник І.Я. – д.т.н., проф.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Ворощук В.Я. – к.т.н., доц.</i>		

7. Дата видачі завдання 10 березня 2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація		
2	Вступ		
3	1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження		
4	2. Методи та методика досліджень		
5	3. Розроблення нових технічних вирішень для модернізованого масловиготовлювача Я5-ОМС-0,4.		
6	4. Теоретичні дослідження виробництва масла шляхом збивання вершків		
7	5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
8	5.1 Заходи з охорони праці		
9	5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях		
10	Висновки		
11	Додатки		
12			
13	Графічна частина		
14			
15	Масловиготовлювач періодичної дії Я5-ОМС-0,4		
16	Вузол маслообробної бочки масловиготовлювача періодичної дії Я5-ОМС-0,4		
17	Теоретичні дослідження виробництва масла шляхом збивання вершків		
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Савчук Т. П.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Шинкарик М.М.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## Анотація

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «магістр» – Савчук Тарас Петрович.

Тема кваліфікаційної роботи: Удосконалення масловиготовлювача періодичної дії Я5-ОМЄ-0,4 з дослідженням впливу технологічних і конструктивних факторів на його роботу.

Кваліфікаційну роботу виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2021 році

Кваліфікаційна дипломна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки розміру 85 сторінок (20 рисунків, таблиць) та графічної частини 8 листів формату А1.

В кваліфікаційній роботі пропонуються заходи з удосконалення конструкції бочки масловиготовлювача періодичної дії Я5-ОМЄ-0,4 з дослідженням впливу технологічних і конструктивних факторів на його роботу.

Основними науково-технічними завданнями, які вирішуються в даній кваліфікаційній роботі магістра, є:

аналіз конструкцій технологічного обладнання для виготовлення вершкового масла;

технологічні, конструктивні, і міцністі розрахунки масловиготовлювача періодичної дії Я5-ОМЄ-0,4 та його елементів;

висновки щодо проведених досліджень і рекомендації щодо їх впровадження;

розробка заходів з охорони праці та безпеки і надзвичайних ситуаціях при виробництві масла.

Ключові слова: масло, масловиготовлювач, збивання, дослідження.

## Abstract

Savchuk T.P. Improvement of YA5-OMYE-0,4 butter maker of batch action including the study of technological and design factors impact on its operation. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2021.

Measures for the improvement of the drum design for the batch butter making machine Ya5-OME-0.4 with the investigation of influence of technological and constructive factors on its operation are proposed in this qualifying work.

The main scientific and technical tasks that are solved in this Master’s qualifying work are:

- analysis of technological equipment constructions for butter production;
- technological, constructive, and strength calculations of the batch butter making machine Ya5-OME-0.4 and its elements;
- mathematical modeling of butter production process;
- conclusions concerning the carried out investigations and recommendations for their implementation;
- development of measures for labor protection and safety and emergencies in butter production.

Key words: butter, butter making machine, whipping, investigation.

## Зміст

Анотація .....	4
Abstract.....	5
Зміст .....	6
Вступ.....	8
1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.....	12
1.1. Теоретичні основи виготовлення масла способом збивання.....	12
1.2.1 Вимоги до сировини при виробництві масла. ....	15
1.2.2.Особливості підготовки вершків при виробництві масла способом збивання.....	15
1.2.3.Стадії збивання вершків. ....	16
1.3. Основне обладнання для виготовлення масла збиванням. ....	18
1.4. Техіко – економічне обґрунтування.....	22
1.5. Мета та задачі кваліфікаційної роботи .....	26
2. Методи та методика досліджень.....	27
2.1. Методи підготовки вершків до збивання і визначення фізико – хімічних і реологічних параметрів. ....	27
2.2. Математична обробка результатів.....	30
3. Розроблення нових технічних вирішень для модернізованого масловиготовлювача Я5-ОМЄ-0,4.....	31
3.1. Будова і принцип роботи масловиготовлювача Я5-ОМЄ-0,4 .....	31
3.2. Вплив конструктивних параметрів МПД на процес збивання.....	32
3.3. Технологічний розрахунок масловиготовлювача .....	34
3.4. Кінематичний розрахунок масловиготовлювача.....	36
3.5. Розрахунок пасової передачі приводу масловиготовлювача.....	37
3.6. Розрахунок і підбір пальцевої муфти приводу бочки .....	40
3.7. Визначення реакцій в опорах і підбір підшипників .....	40
4.Теоретичні дослідження виробництва масла шляхом збивання вершків. ...	43

4.1. Технологічні параметри, які впливають на процес збивання.....	43
4.2. Дослідження зміни потужності в процесі збивання вершків. ....	44
4.3. Вплив температури вершків на енергозатрати .....	46
4.4. Витрати енергоресурсів на сколочування вершків при різній ступені дисперсності фази молочного жиру .....	51
4.5. Впливу режимів дозрівання на енергозатрати. ....	56
4.6. Вплив концентрації жирової фази на енерговитрати .....	60
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. ....	67
5.1 Заходи з охорони праці. ....	67
5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	71
Висновки .....	78
Перелік посилань.....	80
Додатки.....	86
Специфікації	

## Вступ

Вершкове масло є цінним харчовим продуктом, який виготовляють з молочного жиру. В тій чи іншій мірі вершкове масло виробляють всі молокопереробні підприємства, яких на даний час нараховується біля 192. У загальному в Україні за 2020 рік було вироблено до 6,5 млн. тон масла, що менше чим в попередні роки. Вершкове масло, до свого складу включає молочний жир, білки, лактозу та інші складники молока, що характеризуються високою харчовою цінністю, мають високу засвоюваність – 98% та 94% відповідно для молочного жиру та для СР плазми. Вершкове масло багате на вітаміни А, Е, В і С, що надає йому хороших споживчих властивостей. По технології виготовлення та складу виділяють наступні види масла:

солодковершкове – виготовляють зі свіжоотриманих спастеризованих молочних вершків з масовим вмістом частки молочного жиру (МЧЖ) 82.5% або більше і вмістом вологи – меншим від 16%;

кисловершкове – одержують при сквашуванні молочнокислими бактеріями свіжоотриманих спастеризованих молочних вершків; МЧЖ і вологи відповідно 82,5 та 16%; вологодське – з молочних вершків, спастеризованих при вищому рівні температур робочих середовищ; що надає йому характерного «горіхового» присмаку та запаху МЧЖ – 82,5% або більше, вологи – менше від 16%;

любительське має підвищену вологість (до 20%); МЧЖ – 78% або більше;

селянське масло мыстить вологу у кількості, меншій від 25%, а МЧЖ – понад 72,5%.

Виготовляють масло з різними наповнювачами з додаванням продуктів какао, цукрової пудри, ваніліну, ягідних соків, смузі та ягідних добавок, натурального меду. Підсирне масло виготовляють з молочних вершків, отриманих в процесі сепарування сироватки. Таке масло нестійке при зберіганні, має кислий сирний присмак тому його переробляють шляхом перетоплювання.



**Актуальність теми.** Молочна промисловість в цілому і виробництво масла зокрема характеризується високими енергетичними затратами на виробництво продукції. На даний час в промисловості використовується два методи виробництва масла : перетворення високожирних вершків і збивання (сколочування). В Україні основна частина масла виготовляється способом перетворення високожирних вершків (ВЖВ). Цей спосіб включає ряд операцій, які передбачають високі затрати енергоресурсів. Так для одержання ВЖВ передбачене двократне сепарування аж до вмісту масової частки жиру 60 -82%. Оброблення масла на апаратах маслоутворювачах вимагає великих енергетичних затрат на проведення термомеханічної обробки вершків . Крім цього, на виході із апарату кристалізація молочного жиру не завершена і таке масло не можна фасувати у дрібну тару, деякий час масло залишають в холодильних камерах для завершення процесу кристалізації, що вимагає додаткових затрат енергетичних ресурсів і ручної праці.

У світовій практиці масло виготовляють методом збивання (сколочування) вершків. Аналіз енергоспоживання апаратів ліній виробництва масла методом збивання показує, що приблизно 80% енергії витрачається на одержання масляного зерна і визначається конструкційними параметрами апарату та технологічних параметрів визрівання вершків і проведення процесу. Затрати енергії на збивання досліджувались В.Н.Шуваловим, А.Д Грищенко, Д.В.Качераускисом. Проте, автори досліджували вплив в основному конструктивних параметрів. Дослідження технологічних параметрів та фізико-хімічних характеристик молочних вершків представлені в роботах Ю.В.Майбороди. Проте ці дослідження стосуються апаратів неперервної дії.

Розвиток фермерських господарств та підприємств невеликої продуктивності створив умови для використання апаратів періодичної дії, для яких мало вивчені технологічні аспекти збивання масла і конструктивні особливості апарату та їх вплив на енергоспоживання. Тому дослідження процесу збивання масла на апаратах періодичної є актуальним і дозволить

вибрати оптимальні параметри процесів з точки зору підвищення енергоефективності виробництва.

**Мета роботи.** Метою роботи є зменшення витрат в процесі виготовлення масла на апаратах періодичної дії.

У відповідності з метою сформульовані наступні задачі:

- провести аналіз конструкцій апаратів для виготовлення масла періодичної дії;
- дослідити вплив на процес збивання технологічних параметрів роботи масловиготовлювача;
- дослідити вплив на енерговитрати при збиванні вершнів попередньої обробки вершків.
- дослідити вплив на процес збивання конструктивних параметрів масловиготовлювача періодичної дії;
- удосконалити конструкцію масловиготовлювача, провести розрахунок вузлів і деталей масловиготовлювача періодичної дії;
- розробити заходи з охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях.

**Об'єкт досліджень.** Об'єктом досліджень були енергетичні витрати у процесі збивання масла у апаратах періодичної дії.

**Предмет досліджень.** Предметом досліджень були конструктивні параметри та режими роботи масловиготовлювача та вплив фізико – хімічного стану вершків на процес збивання.

**Методи досліджень.** У дослідженнях використані сучасні фізико- хімічні і реологічні методи, а також стандартні методи визначення жирності вершків за ДСТУ ISO 2450:2007 «Вершки.Визначення масової частки жиру», дисперсійні характеристики молочних вершків визначали шляхом мікроскопічного аналізу, температуру за допомогою хромель-копелевих термопар та рідинного термометра. У дослідженнях використовувалась спеціально розроблена установка.

**Наукова новизна.** Визначена залежність затрат енергії на збивання молочних вершків від вмісту молочного жиру масловиготовлювачах періодичної дії.

- встановлені дисперсні властивості жирової фази молочних вершків для західного регіону;

- встановлений залежність часу сколочування молочних вершків від степені дисперсності та інтенсивності механічної обробки

**Практична цінність.** Практичну цінність мають встановлені режими роботи масловиготовлювача періодичної дії. Удосконалена конструкція масловиготовлювача дозволить збільшити термін його експлуатації.

**Апробація роботи.** Матеріали досліджень доповідались на наукових семінарах кафедри та на засіданнях кафедри та на конференціях

Результати магістерської роботи доповідались на IX Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 25-26 листопада 2020 року.

Дипломна робота магіста містить п'ять частин з додатками та графічну частину обсягом 8 листів формату А1.

# 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.

## 1.1. Теоретичні основи виготовлення масла способом збивання.

Виділяють наступні два методи виробництва масла із молочних вершків: збиванням вершків і перетворенням високожирних молочних вершків. Спосіб перетворення високожирних молочних вершків полягає в термомеханічному впливі на високожирні вершки у апаратах безперервної дії (маслоутворювачах) і термостатуванні в спокої для завершення кристалізації.

При способі збивання використовують вершки середньої жирності 30 – 40 % з наступною механічною обробкою. Застосовують при цьому апарати періодичної і неперервної дії.

Весь процес маслоутворення включає три стадії: початкова стадія - руйнування оболонки жирових кульок, друга стадія злипання жирових кульок та формування зерен, на третій стадії окремі зерна утворюють пласт.

До цього часу не має єдиної теорії маслоутворення, яка би повністю пояснювала процес маслоутворення.

Згідно **теорії перетворення фаз** емульсія руйнується тоді, коли дисперсна фаза перевищує дисперсійну. В такому випадку середовище стає фазою, а фаза середовищем, займає стан з меншою поверхнею розділу фаз. Окремі жирові кульки агрегують і утворюються грудки масла, вміст жиру в яких становить 75%. Потоки плазми затягують білкові оболонки жирових кульок і, так утворюється структура – плазма в жирі.

У відповідності з **пінною теорією О.Рана** процес маслоутворення складає три стадії: Початкова стадія характеризується утворенням піни. Жирові шарики в піні контактують один з одним і, за рахунок білка, що має властивості поверхнево – активної речовини склеюються. На другій стадії процесу проходить руйнування піни. На третій стадії формується масляне зерно.

За **колоїдно – хімічною теорією М.М.Казанського** в процесі дозрівання вершків проходить зниження негативного заряду, в результаті цього жирові

кульки об'єднуються. При утворенні піни створюються умови для переходу білкової оболонки жирових кульок в плазму. При кристалізації жиру жирові кульки деформуються і на них появляються тріщини. Рідкий жир проходить через тріщини, викликаючи злипання жирових кульок.

**Гідро – динамічна теорія** пояснює утворення масляних зерен за рахунок дії «вихревих шнурів». В потоці вершків, що обертаються, плазма, як більш важка, відкидається до периферії вихору, жирові кульки рухаються до центру. В результаті проходить концентрація жирових кульок, оболонки руйнуються і проходить їх концентрація.

З рухом рідини пов'язано утворення масляних зерен за **кавітаційною теорією Суркова В.Д.** При русі вершків з великою швидкістю проходить розрив потоку, утворюються нові поверхні розділення вершки – повітря, на яких концентруються жирові кульки. В результаті попадання жирових кульок в такі пустоти виникають гідравлічні удари, підвищується тиск і температура, в результаті чого проходить оплавлення поверхності жирової кульки і утворення грудок жиру.

Автори **флотаційної теорії** важливе значення в утворенні масляного зерна надають наявності піни. При контакті жирової кульки з повітряною частиною білкової оболонки переходить на поверхню піни. Жирові кульки флотуються на поверхні бульбашки піни і витісняють білкову фазу. Частина жирових кульок будуть потрапляти в середину повітряної кульки і втрачати свою оболонку.

Частина жирових кульок буде зберігати свою оболонку. При контакті жирові кульки з'єднуються одна з другою за рахунок рідкого жиру, що виділяється через тріщини. Далі в процесі руху бульбашки піни будуть руйнуватися під вагою прилиплих бульбашок жиру.

## **1.2 Особливість технологічних процесів вироблення вершкового масла методом збивання на апаратах періодичної дії.**

Технологічні операції вироблення масла способом збивання вершків представлено на рис 1.1.

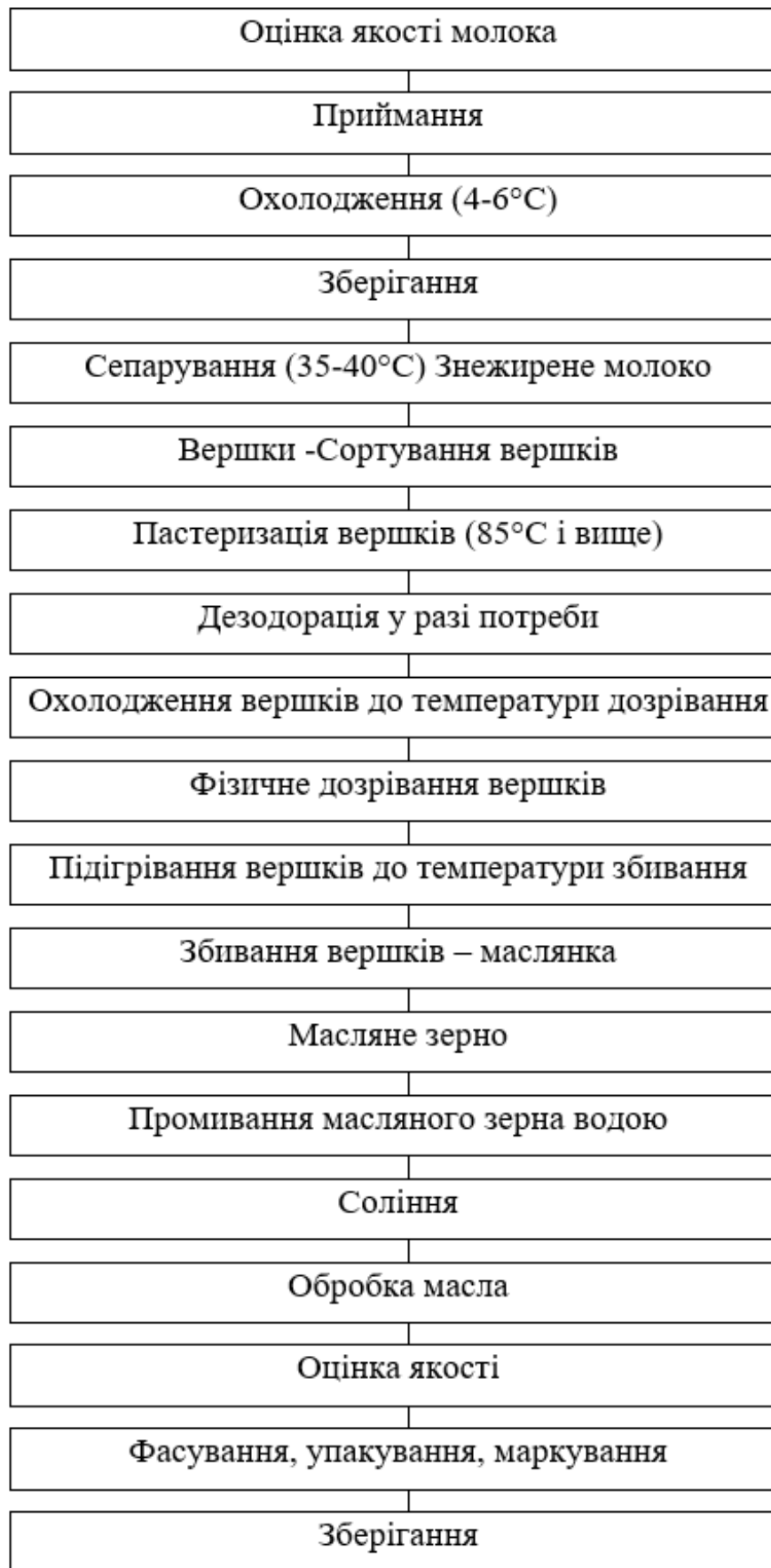


Рис. 1.1. Схема вироблення вершкового масла методом збивання вершків

### 1.2.1 Вимоги до сировини при виробництві масла.

Якісні показники вершкового масла і його стійкість при зберіганні суттєво залежні від якісних показників сировини - молока і вершків, які надходять на його виробництво. В загальному вимоги нормуються чинним стандартом (ДСТУ) на молоко коров'яче заготовне. Особливу увагу надається стану жирової фази молока – наявності молочного жиру, порядку дисперсності жирових кульок, структурі хімічному складу наявного молочного жиру. Геометричні розміри жирових кульок молока знаходиться в межах від 0.1 до 5 мікрметрів, а діаметр – до 10 мікрметрів. Дрібні жирові кульки у молоці можуть відходити у перегін при сепаруванні, зменшуючи таким чином вихід вершків. У вершках середній розмір жирових кульок більший, чим в молоці і, чим більший розмір жирових кульок тим кращі умови створюються для виробництва масла і зменшується відхід жиру в маслянку.

Жирність вершків, що надходять на переробку залежить від методу вироблення масла. В масловиготовлювачах, які працюють за періодичним принципом, збивають вершки жирністю 32 – 37%.

### 1.2.2. Особливості підготовки вершків при виробництві масла способом збивання.

Операції з прийманням молока і його первинною обробкою, сепаруванням молока при виробництві масла методом збивання аналогічні як для інших видів молочної продукції.

Пастеризацію вершків проводять при температурі 85° С і більшій. Після пастеризації проводять визрівня вершків. Вершки охолоджують до температури 5 -7° С, нижчої ніж точка затвердіння молочного жиру, витримують при цій температурі 2-3 години, та повільно нагрівають до температури 13-16° С .° В літній період часу температура охолодження 4-6° С і залишають для повільного нагрівання. У цей період проходить часткове затвердіння жиру, зміна фізико-колоїдних властивостей оболонок жирових кульок та зміна властивостей плазми.

У результаті затвердіння жирові кульки стискаються і набувають кутову форму і змінюють свої фізичні властивості. При цьому, як показують дослідження ряду авторів процес залежить в більшій мірі від глибини охолодження, чим від тривалості витримки при цій температурі. Оболонки жирових кульок стають більш тонкими, приблизно на 20%, і більш крихкими, що створює умови для їх швидшого руйнування при механічній дії в масловиготовлювачах. При фізичному визріванні проходить також зміна електрзаряду жирових кульок в сторону зменшення. Тобто зменшується здатність до відштовхування однойменно заряджених частинок і проходить агрегація жирових кульок.

### 1.2.3. Стадії збивання вершків.

У масловиготовлювачах періодичної дії (МПД) в процесі збивання можна виділити три стадії:

Перша стадія пов'язана з Під час механічної обробки вершків паралельно проходять два явища – формування і руйнування повітряних бульбашок. Для отримання величини критичної товщини оболонки. У випадку, коли до кінця першого етапу збивання вершки повністю перетворюються на рухому піну. Бульбашки піни руйнуються на поверхні вершків, яка має безпосередній контакт з повітрям. Розкладання повітряної бульбашки пов'язане з руйнуванням її оболочки, коли регенерація структури оболочки бульбашки при розтягу відстає за часом. Бульбашка руйнується у випадку, коли тривалість перебування її на поверхні вершків достатня для досягнення критичної товщини оболонки. Якщо час для цього недостатній, повітряна бульбашка знову рухається до середини вершків. Інтенсивність процесу руйнування бульбашок повітря при збиванні вершків визначається багатьма факторами – швидкістю, розміром бульбашок, ступенем затвердіння жиру, фізичними властивостями вершків. При збільшенні швидкості перемішування збільшується кінетична енергія повітряних бульбашок і вони швидше опиняться біля поверхні вершків, збільшується швидкість розтягу - стискання оболонки. В результаті збільшення швидкості



перемішування оболонка повітряної бульбашки швидше буде мати критичну товщину і одночасно зменшується необхідний час контакту повітряної бульбашки з зовнішнім сорбуючим шаром піни. Рівень наповнення масловиготовлювача сировиною має бути таким, при якому час контакту бульбашок повітря на межі із зовнішнім повітрям був достатнім для їх розпадання. Якщо тривалість перебування повітряної бульбашки на поверхні вершків у масловиготовлювачі може бути замалим щоб її зруйнувати при великому заповнюванні масловиготовлювача молочними вершками чи помітному спінненні вершків необхідно вживати певні заходи для руйнування піни.

Другою стадією процесу є руйнування піни. При збиванні швидко скорочується кількість неспіненої маси вершків і вільного повітря, що призводить до зменшення кількості бульбашок, що формуються за одиницю часу. Після проходження певного часу з початку процесу кількість бульбашок, які утворюються буде нижчою від кількості таких, які руйнуються. В результаті й загальний обсяг спінених вершків і починається друга стадія процесу збивання. Руйнується піна і утворюються дрібні грудочки молочного жиру з окремих жирових кульок, які зліпилися у масляні зерна.

На третій стадії утворюються масляні зерна. Окремі грудочки жиру при багаторазовому їх стиканні злипаються у більші і формується зерно вершкового масла. Зерна можуть мати різну величину та форму - гладеньку або шорстку поверхню, залежно від перебігу процесу збивання.

Після завершення сколочування, із масловиготовлювача зливають маслянку, і масляне зерно два рази промивають водою. У масловиготовлювач наливають воду на 40 – 50% об'єму масляного зерна та залишають на 3 – 5 хв для кращого переходу залишків маслянки, яка адсорбована на поверхні масляних зерен, у воду. Протягом відповідного часу 4 – 5 раз виконують обертання бочки (із швидкістю, якою збивали), після чого воду відводять. Потім знову подають воду у кількості 30% – 40% загального об'єму та повторно виконують 4–5 кратне обертання бочки. Не рекомендується промивати масляне

зерно більше 2 разів, оскільки погіршуються його органоліптичні показники внаслідок видалення ароматичних речовин з водою. Температура води при промиванні має бути в межах 7–15 °С.

Обробка масляного зерна полягає у з'єднанні його окремих зерен в один пласт, відведення поверхневої вологи, регулювання її концентрації, подрібнення і рівномірного розподілу води у масі масла. Обробляють пласт шляхом пропускання через віджимні вальці, а у випадку безвальцевих масловиготовлювачів – механічною дією, коли масло падає на стінку апарата внаслідок обертання. В результаті утворюється пласт із структурою зручною для пакування.

### 1.3. Основне обладнання для виготовлення масла збиванням.

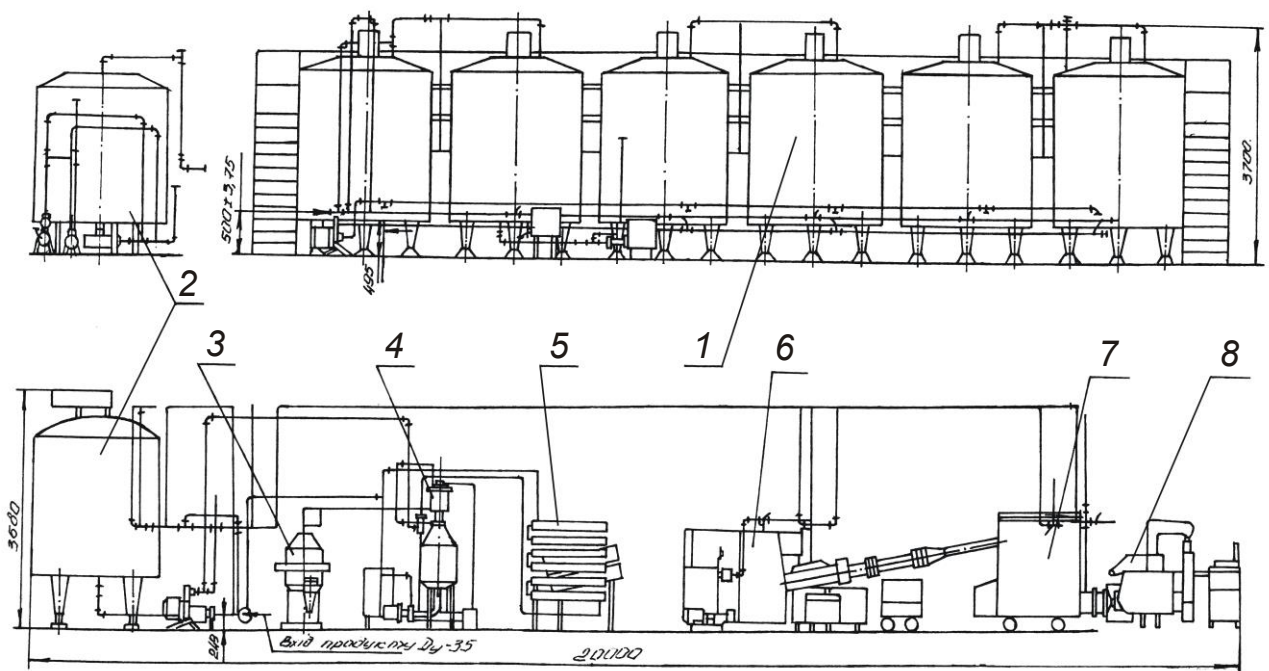


Рис. 1.1. Лінія виробництва масла збиванням вершків:

- 1 – місткості для дозрівання вершків, 2 – мсісткості, 3 – сепаратр нормалізатор, 4 – установка для дезодорування, 5 – пастериційна установка, 6 – масловиготовлювач, 7 – резервувальна установка, 8 – фасувально-пакувальний автомат.

Вершкодозрівальні резервуари Л5-ОАВ-6.3. У вершкодозрівальних резервуарах проходить підготовка вершків до збивання. Резервуар представляє собою циліндричну ємність з блоком нагрівання води, пультом керування та набором трубопроводів.

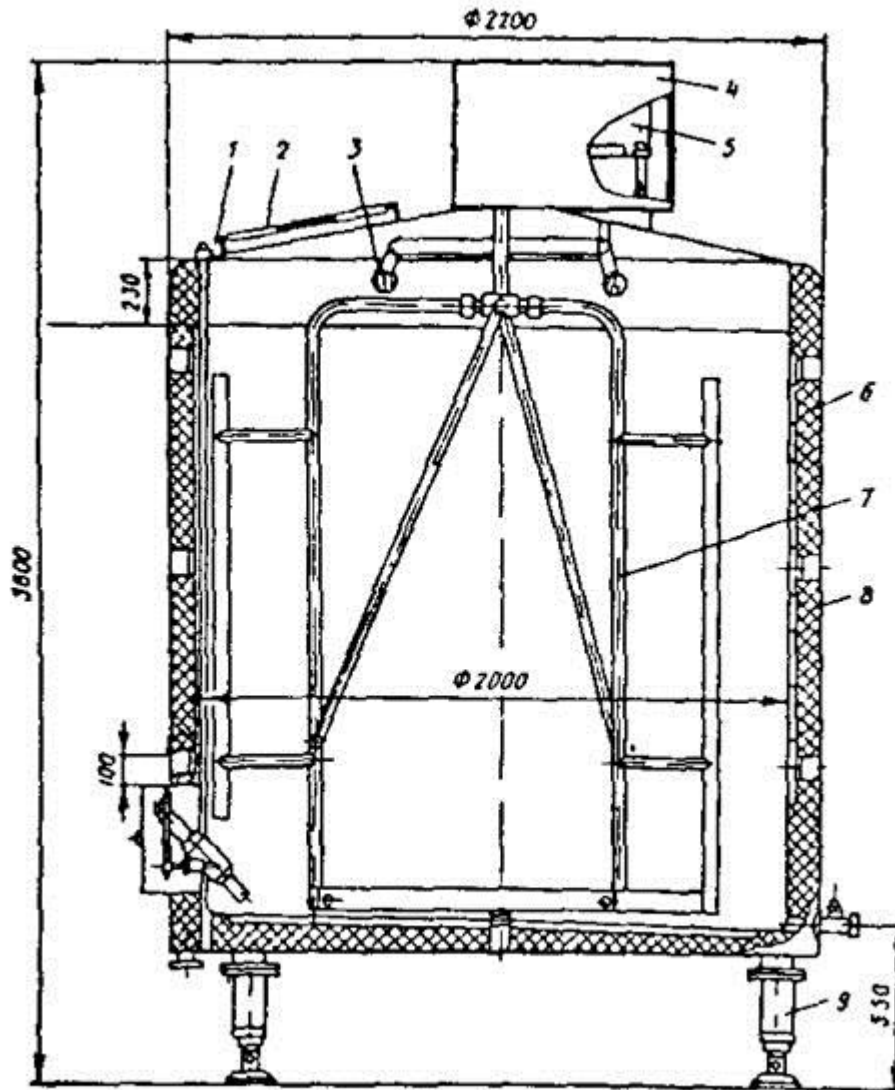


Рис. 1.2. Резервуар для дозрівання вершків:

1 – давач обсягу продукту; 2 – вікно для контролю резервуара; 3 – миюча приспособа ; 4 – кожух; 5 – привод; 6 – змійовиковий елемент; 7 - мішалка; 8 – зовнішня термоізоляція; 9 – ніжка.

Резервуар оснащений сорочкою для підігріву або вистужування стінок внутрішнього циліндра, мішалкою зі скребковим робочим елементом,

приводом та елементами промислової автоматики для управління процесом дозрівання молочних вершків та козюхом.

Порожнина між середньою перегородкою та козюхом містить теплоізоляцію для підтримки необхідної температури вершків. Внутрішній циліндр, і дно оснащені змієвиком для подачі теплоагенту. На кришці міститься привод з огорожуючим елементом, вікно для контролю резервуара, освітлювальний елемент, мийна головка, трубопровід наповнення резервуара та устрій для візуального стеження за рівнем молочних вершків. Такі резервуари (Я1-ОСВ) виготовляють із робочим об'ємом 1, 2.5, 4.0, 6.3 та 10.0 м<sup>3</sup>. Вибір того чи іншого резервуару залежить від можливих об'ємів виробництва масла.

Резервуар вершкодозрівальний (ОТН-1000 і 3000) виготовлений у вигляді трьох стінних циліндрів з конічним дном. Резервуар обладнаний пристроєм підігрівання і охолодження внутрішнього циліндра та вертикальною мішалкою із скребком, головкою для миття ємкості, приладами автоматичного регулювання процесу дозрівання. Зовнішня стінка внутрішнього циліндра орошається холодною або теплою водою через перфоровану трубу, розміщену у верхній частині резервуару. Привід мішалки складається з двигуна і черв'ячного редуктора. Частота обертання мішалки - 15 хв<sup>-1</sup>, потужність електродвигуна - 0,8кВт (для ОТН-1000).

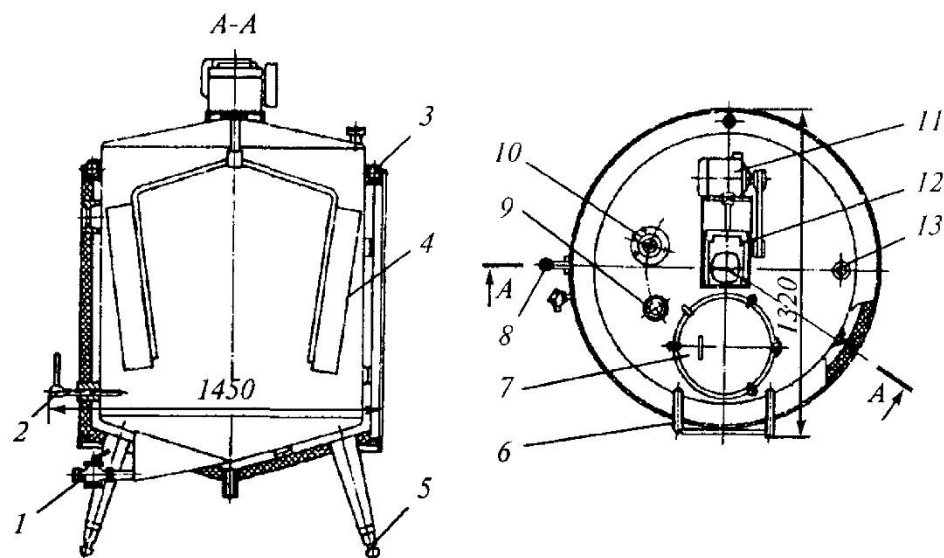


Рис. 1.3. Резервуар вершкодозрівальний ОТН-1000

1 – триходовий кран; 2 – термометр; 3 – труба; 4 – лопатева мішалка; 5 – опора;  
6 – драбина; 7 – кришка; 8 – давач температури; 9 – мийна головка; 10 –  
світильник; 11 – двигун; 12 – редуктор черв'ячний; 13 – патрубков;

В МПД проходить комплекс операцій :формування масляного зерна і  
пласту, обробка пласту: промивка посолка масла.

У загальному МПД- це пустотіла місткість, що обертається. При обертанні  
бочки, заповненої 40÷50% створюються умови для утворення масляних зерен і  
подальшого їх злипання у пласт.

Обробка вершкового пласту здійснюється шляхом механічного  
оброблення. в інтенсивній механічній дії.

У безвальцевих масловиготовлювачах типу Л5-ОМП масло спочатку  
піднімається на певну висоту і в процесі виконання обертового руху бочкою  
падає.

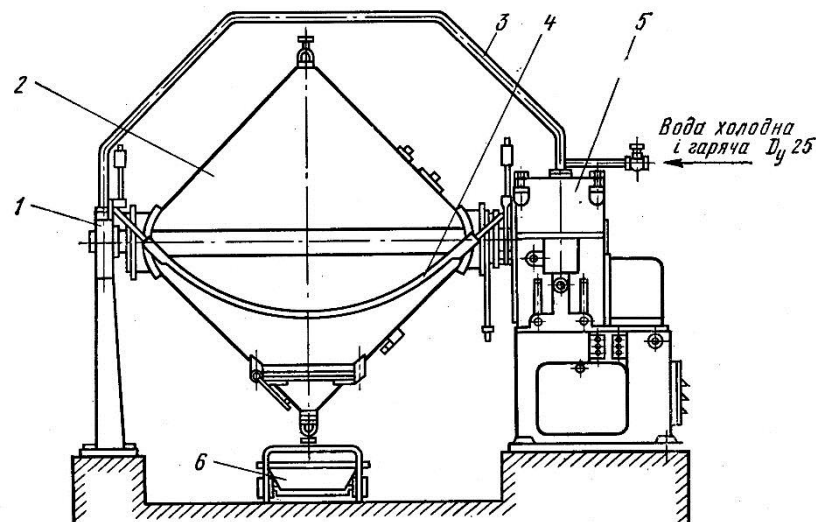


Рис. 1.4. Безвальцевий масловиготовлювач з кінечною місткістю:

1 – стойка задня; 2 – місткість; 3 – устрій для зрошування; 4 – захисний каркас; 5  
– станина з приводом; 6 – возик для прийому масла;

Цьому сприяють лопаті, розміщені у середині циліндричного резервуару.  
В резервуарі також є кран для випуску маслянки і промивних вод, повітряний  
клапан, люк для вивантаження масла, передбачене зовнішнє зрошення бочки  
водою для забезпечення температурного режиму.

Масловиготовлювач Я5-ОМС-0,4 (рис. 3.1) має основні елементи: місткість, станину з приводом та пультом управління, стійку, захисний каркас, устрій зрошування, возик для масла. Місткість конструктивно виконана у формі двох конічних елементів з листової легованої сталі, сполучених вузькою циліндричною частиною. Місткість має люк для завантажування вершків та вивантажування готового масла. Також вона має спеціальне вікно для огляду та арматуру для спускання повітря та маслянки. З одного боку вона сполучена зі стійкою, з іншого – муфтою з приводом. Обертання ємності здійснюється від двошвидкісного електричного двигуна за допомогою клинопасової передачі. Зупинка місткості у необхідному положенні виконується стрічковим гальміним пристроєм. Керування положенням гальма здійснюється ручкою. Натяг паса регулюється шляхом переміщення двигуна на поворотній плиті. На корпусі коробки передач закріплена труба, вигнута по формі масловиготовлювача з важелем для противаг. Огорожа виконує роль захисного пристрою і при піднятій огорожі не дозволяє включити електродвигун.

Для підтримання температурних режимів роботи використовується зрошувальний пристрій у вигляді перфорованої труби. За необхідності у зрошувальний пристрій подають гарячу або холодну воду. Місткість масловиготовлювача заповнюють на 40 -50%. В процесі роботи масловиготовлювач періодично зупиняють для випуску повітря. Місткість масловиготовлювача  $2\text{м}^3$ , частота обертання 0,4 і 0,6  $\text{с}^{-1}$ , потужність електродвигуна 6кВт.

#### 1.4. Техіко – економічне обґрунтування

Споживання масла населенням в останні роки зменшилось на фоні загального зменшення споживання молочної продукції. Тут є взаємозв'язані два фактори: зменшення загальної кількості молока, яке поступає на переробку; висока ціна на молочні продукти, яка на даний час відповідає європейському рівню при низькому рівні зарплат та пенсій. Очевидно, що зменшення собівартості виробництва, а відповідно ціни на продукцію, буде стимулювати споживання, а відповідно виробництво молока і його переробку.

На даний час масло в Україні виробляється двома способами – перетворенням високожирних вершків і традиційним – збиванням вершків жирністю 38 -40%. На даний час способом збивання високожирних вершків виготовляють біля 48% масла від загального виробництва, в той час як в країнах Європейського союзу та інших зарубіжних країнах цей спосіб є єдиним. Очевидно нашим підприємствам потрібно орієнтуватись на виробництво масла способом збивання щоб бути конкуренто спроможними.

Можливості наших підприємств в даному питанні є різними і залежать від об'єму виробництва масла – для одних підприємств оптимальними є лінії періодичного виготовлення масла, для інших неперервного, проте в кожному випадку стоїть питання зменшення собівартості виробництва.

Таблиця 1.1.

Питомі затрати енергії на збивання в апаратах періодичної дії.

Марка маслов.	Ємкість,кг	Потужність приводу	ККД приводу	Питома енергія на збивання,Кдж/кг
Л5-ОМП	400	2,8	0,83	15,69
ММ-1000	440	3,0	0,83	15,28
ММ-2000	928	4,0	0,83	9,66
ММ-3000	1350	5,5	0,83	9,13

Основною складовою у собівартості продукції , окрім сировини, є енергозатрати. Аналіз енергетичних витрат, за окремими операціями показує, що основні енергозатрати йдуть на пастеризацію вершків і на виробництво масляного зерна. При цьому 80% затрат у масловичоварнях витрачається на одержання масляного зерна і 20% на його оброблення. Зменшити енергозатрати на виробництво масла можна шляхом удосконалення технологічних параметрів підготовки вершків і проведення процесу збивання та конструктивним удосконаленням конструкції апарату для збивання масла.

Для аналізу ефективності використання різних конструкцій масловиготовлювачів необхідно провести аналіз енергозатрат на одиницю перероблених вершків. Затрати енергії на 1 кг вершків у МПД визначають за формулою

$$E_M = \frac{3,6 N_{\text{п}} \eta_{\text{п}} \frac{\tau}{3600}}{m_{\text{в}}}, \text{ Дж/кг},$$

де  $N_{\text{п}}$ - потужність електродвигуна, Вт;

$\eta_{\text{п}}$  – ККД приводу, що включає ККД редуктора, клинопасової передачі, опори підшипника. Загальний ККД приводу  $\eta = 0,83$  ;

$\tau$  – тривалість процесу збивання, с;

$m_{\text{в}}$ - маса вершків, кг.

Таблиця 1.2

Питомі затрати енергії на збивання в апаратах неперервної дії.



Марка масловиготовл.	Продуктивність по маслу, кг/г	Потужність приводу	КПД приводу	Питома енергія на збивання кДж/ кг
Contimab senior	700	9,2	0,85	17,4
FBFB/10.1	800	10,0	0,85	16,5
Contimab senior MC5	900	14,7	0,85	21,5
A1-ОЛО /1	1000	18,5	0,85	24,4
Contimab senior MC7	1650	18,74	0,85	14,7
Contimab senior MC9	2250	22,0	0,85	12,9
FBFB/1	2400	22,0	0,85	12,1
Contimab major MC20	3250	29,5	0,85	12,0
Contimab major MC30	4250	44,2	0,85	13,7

Питому енергію на збивання в МНД можна визначити за формулою

$$E_m = 3,6 N_{\Pi} \eta_{\Pi} \frac{B(J_m - J_c)}{(J_b - J_c)} \text{кДж/кг},$$

де КПД приводу - можна прийняти за даними [1]0,85;

Жм, Жв, Жс – відповідно жирність масла, вершків і маслянки, %.

Як свідчать дані [14,15,16 ] затрати енергоресурсів на збивання залежать в основному від конструкції апарату. Навіть при меншій продуктивності в апаратах А1 - ОЛО порівняно з апаратами Contimab senior MC7 більшої продуктивності витрати енергоресурсів більші. В загальному із збільшенням продуктивності витрати енергії зменшуються , проте у апаратах періодичної дії

затрати енергії на перероблення 1 кг вершків менші, чим в апаратах неперервної дії табл. 1 і 2 що свідчить про перспективу їх використання.

### 1.5. Мета та задачі кваліфікаційної роботи

Метою роботи є зменшення витрат енергії в процесі виготовлення масла на апаратах періодичної дії.

У відповідності з метою сформульовані наступні завдання:

- провести аналіз конструкцій апаратів для виготовлення масла періодичної дії;
- дослідити вплив на процес збивання технологічних параметрів роботи масловиготовлювача;
- дослідити вплив на енерговитрати при збиванні вершків попередньої обробки.
- дослідити вплив на процес збивання конструктивних параметрів масловиготовлювача періодичної дії;
- удосконалити конструкцію масловиготовлювача, провести розрахунок вузлів і деталей масловиготовлювача періодичної дії;
- розробити заходи з охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях.

## 2. Методи та методика досліджень

### 2.1. Методи підготовки вершків до збивання і визначення фізико – хімічних і реологічних параметрів.

У роботі застосовували фізико-хімічні та реологічні методи досліджень фізичних і хімічних показників, що впливають, згідно літературними даними на процес визрівання вершків та маслоутворення, таких як вміст жиру, дестабілізацію жиру, та інш. В експериментах використовували вершки з масовою часткою жиру 15-45%. Для визрівання вершків використовували рекомендовані режими і проводили шляхом тривалого дозрівання з використанням багатоступеневих режимів. Такі режими враховують зміну фізичного складу вершків у залежності від сезону. Зимовий режим визрівання у скороченому вигляді можна записати як 2-8→16-21→13-15 °С, літний -21-16→2-8→9-12 °С. Також при дослідженні впливу температури дозрівання на процес збивання температуру встановлювали постійну. Для підтримування температури використовували два термостати. Тривалість процесу становила 8 -20 год. Перших два етапи використовували для підготовки вершків до збивання, другий для збивання вершків. При дослідженні впливу температури збивання температуру змінювали в більш широкі межі. При прискореному методі визрівання вершків, що використовується в промисловості, механічна обробка при температурі 5 – 7 °С протягом 4-5 хв частково заміняє довготривалий режим визрівання.

Для визначення маси використовували метод зважування на вазі марки ВК-300 за ДСТУ EN 45501:2007 «Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань». Для вимірювання температури використовували термометр спиртовий ТТЖ з межами 0 -100° С., термопару ХА (хромель –алюмель), мілівольтметр МВЦ-108МП . Для забезпечення постійності температури використовували термостат ТВЛ – К50. Вміст жиру у вершках та маслянці визначали за ДСТУ ISO 2450:2007 «Вершки.Визначення масової частки жиру» з використанням вершкового жироміру. Такий метод простіший і є

арбітражним, порівняно з відомими методами за авторськими свідоцтвами А.С СССР №1661642 кл G01N33/04, 07.07.91 та А.С СССР №1797708А3кл G01N33/02, 23.02.93.

Дисперсні параметри молочних вершків визначали методом мікроскопії. Для визначення розмірів використовували методику [5]. Для цього відбирали 4 проби і розбавляли водою у співвідношенні 1:7 при збільшенні мікроскопа у 1200 раз. Середній об'єм жирової кульки у відповідності формули:

$$V_{cp} = \frac{V_1 d_1 + V_2 d_2 + \dots + V_i d_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i}$$

Де  $V_{cp}, d_{cp}$  – відповідно середній об'єм і діаметр жирової кульки;

$V_1, V_2, \dots, V_i$  – об'єм жирової кульки у кожному розмірному масиві, мкм;

$d_1, d_2, \dots, d_i$  – діаметр жирової в кожному масиві, мкм;

$n_1, n_2, \dots, n_i$  – число жирових кульок у даному розмірі, шт.

Середній радіус жирової кульки розраховували за формулою

$$d_{cp} = \sqrt[3]{\frac{6V_{cp}}{\pi}};$$

Зміну дисперсності вершків визначали впродовж визрівання вершків і під час сколочування молочних вершків. В процесі формування зерна змінюється дисперсність в результаті зіткнень кульок молочного жиру між собою. Тоді число таких зіткнень можна розрахувати за формулою

$$J = \frac{2}{3} d_{cp}^3 N^2 E,$$

де  $J$  – кількість контактів на одиницю об'єму, шт;

$N$  – кількість частинок в одиниці об'єму, шт;

$E$  – градієнт швидкості зсуву,  $c^{-1}$ .

Для дослідження в'язкості вершків використовували ротаційні віскозиметри. Прилади оснащені двома циліндрами – внутрішній і зовнішній, один з яких змінний, що дозволяє змінювати зазор між ними. Зазор заповнюється досліджуванним продуктом і один з циліндрів може обертатися. Структурно – механічні властивості, які вимірюються при напругах, що

перевищують граничні, мають відхилення в межах 5 -10 % і можна використовувати як для оцінки технологічного процесу так і для розрахунків руху продуктів в робочих органах машин. В даних дослідженнях використовувався прилад Реотест -2. Межі вимірювання приладу від  $10^{-2}$  до  $10^4$  Па·с при швидкості зсуву вір 0,1667 до  $1458 \text{ с}^{-1}$ , напруги зсуву змінюються в межах від 12 до 3000 Па; температури від  $-30$  до  $+150^\circ \text{C}$ . Похибка вимірювань  $\pm 3\%$ .

Для вимірювання потужності використовували ватметр UNI-T UT230B-EU.

Для оцінки реологічних властивостей масла використовували пенетрометр «Stanhope – Seta». Принцип його роботи ґрунтується на зануренні у масло конуса. За даними пенетрації за рівнянням розраховували граничну напругу зсуву:

$$P_m = 37,3 \cdot 10^4 \cdot h^{-1,26},$$

де  $P_m$  – граничне напруження зсуву, Па;  $h$  – глибина проникнення в масло конусу пенетрометра.

Схема експериментальної установки. Для вимірювання потужності в процесі збивання масла була розроблена експериментальна установка рис 2.1. Установка складається з ємності 1 з теплообмінною сорочкою 3, ємності з водою заданої температури 4, кранів подачі і відведення води 5,6, лопатевої мішалки 2, двигуна постійного струму 7 з регульованим числом обертів, пасової передачі – 8, ватметра -10, термopара 11, мілівольтметр 12, секундомір 13.

Експериментальна установка працює наступним чином. В ємність завантажували 250 мл наперед підготовлених вершків при заданій температурі. З ємності 4 через кран 5 подавали воду при цій же температурі щоб підтримувати стабільність температури збивання. Через кран 6 вода постійно витікала, за рахунок чого температура збивання підтримувалась постійною. При включенні мішалки за допомогою ватметра 10 і секундоміра 13 фіксували зміну в часі потужності на збивання масла. Потужність фіксували через кожні 5хв. В кожному досліді змінювали тільки один параметр, експерименти проводили в 3-х кратній повторюваності. При включенні двигуна збивання проводили до появи

масляного зерна. Після появи зерна двигун виключали, вимірювали температуру маслянки, і подальше завершення процесу проводили при ручному обертанні мішалки.

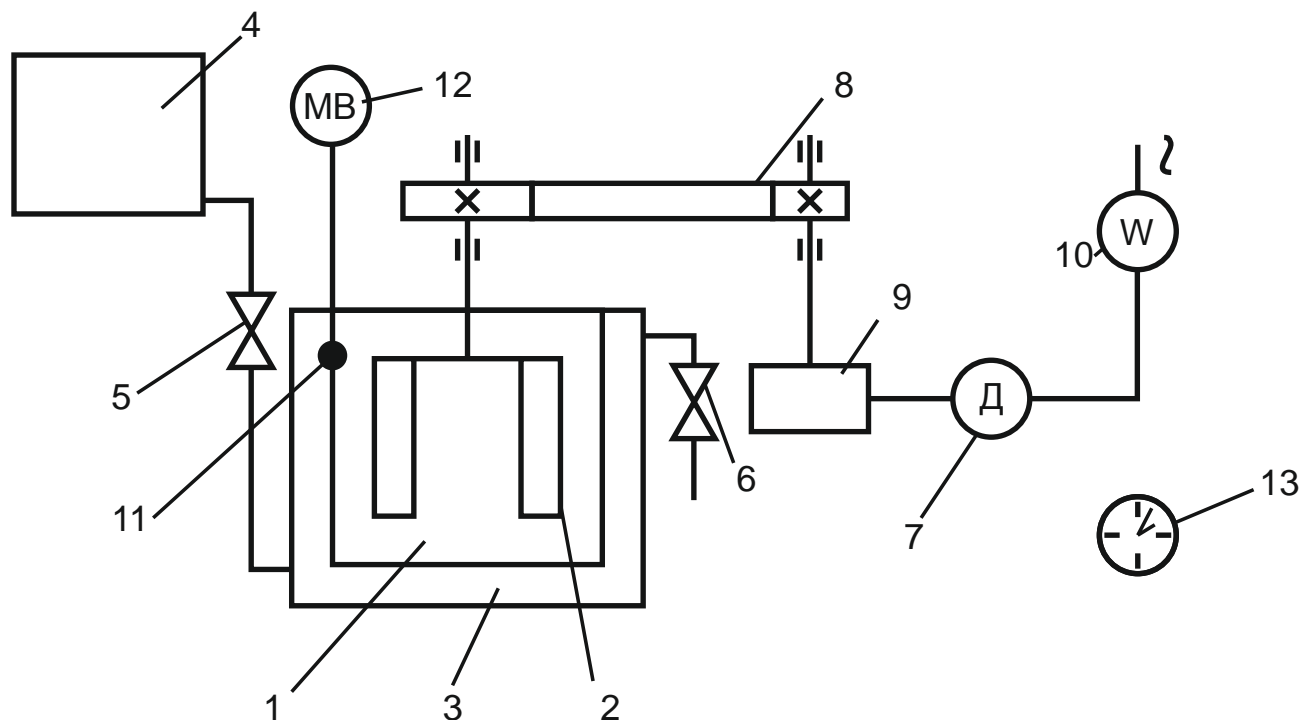


Рис. 2.1. Схема експериментальної установки

1 - ємність для збивання, 2 – мішалка, 3 – сорочка, 4 – ємність з водою, 5,6 – відповідно кран подачі і відведення води, 7 – двигун, 8 – пасова передача, 9 – редуктор, 10 – ватметр, 11 – секундомір, 12 – мілівольтметр, 13-термопара.

## 2.2. Математична обробка результатів.

Потужність, яка використовується в процесі на всіх етапах виробництва масла змінюється. Для визначення загальної потужності використовували графічний метод. Загальну потужність визначали як площу трапецій побудованих в координатах потужність – час. У комп'ютерній програмі «Autocad – 14» ця площа визначається автоматично. Похибка порівняно з математичним методом розрахунку становила біля двох 2 %.

Для визначення коефіцієнтів в емпіричних залежностях використовували методи математичної статистики.

### 3. Розроблення нових технічних вирішень для модернізованого масловиготовлювача Я5-ОМС-0,4

#### 3.1. Будова і принцип роботи масловиготовлювача Я5-ОМС-0,4

Масловиготовлювач Я5-ОМС-0,4 (рис. 3.1) представляє собою місткість циліндроконічної форми, яка здійснює обертовий рух.

Всередині місткості встановлено нерухомі лопаті, які призначені для інтенсифікації обробки пласту сколочуваних вершків. Вершків у місткість завантажують до рівня 40%-50%, тому що це дає змогу інтенсивно здійснювати процес перемішування завантажених молочних вершків в процесі обертання бочки таким чином, що утворюється піна. В результаті кульки молочного жиру схоплюються у невеликі зерна, які згодом формують пласт.

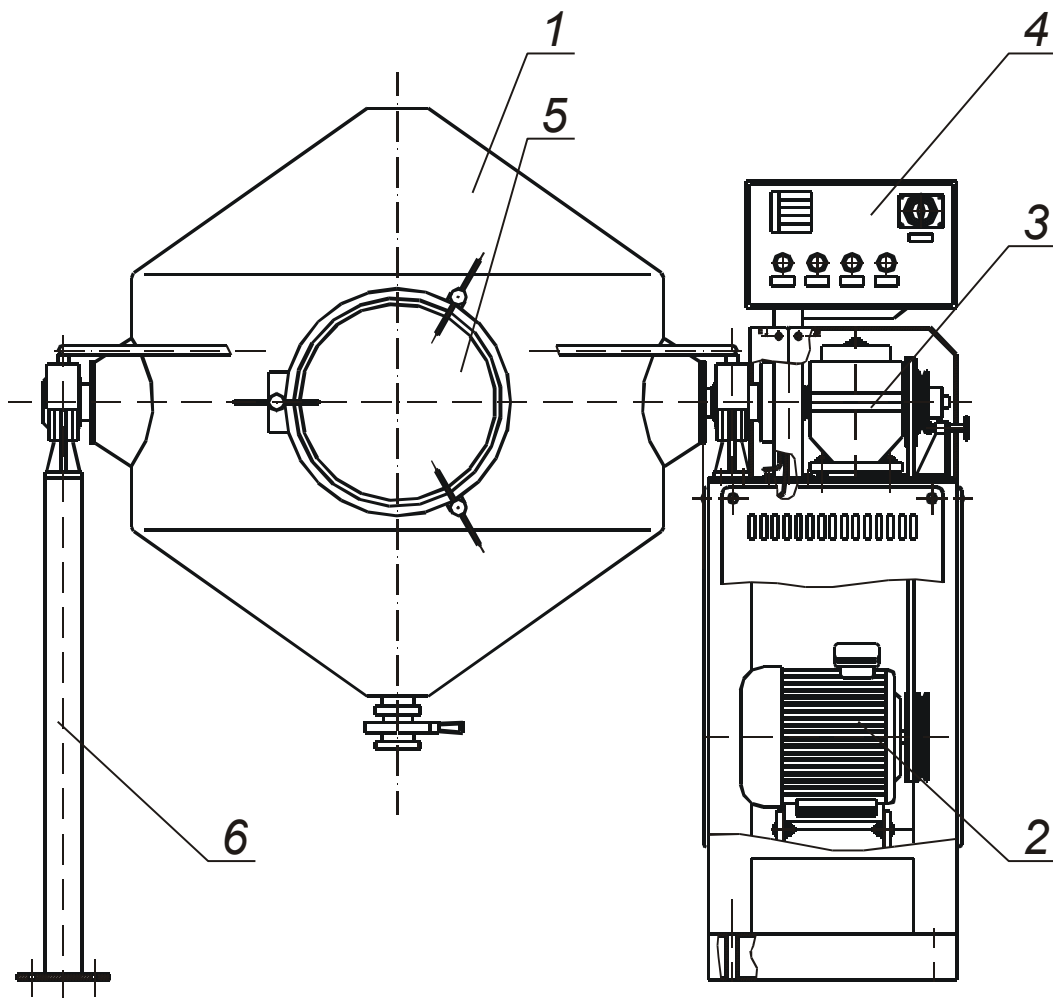


Рис. 3.1 – Масловиготовлювач типу Я5-ОМС-0,4:

1 – місткість; 2 – двигун; 3 – редуктор приводу; 4 – пульт; 5 – вікно; 6 – стойка.

## Технічні характеристики масловиготовача Я5-ОМЄ-0,4:

1. Місткість геометрична, л 400
2. Об'єм оброблюваних вершків, л 160
3. Частота обертання містосі, об/хв 38, 30, 25, 20
4. Потужність електродвигуна, кВт 2,5
5. Частота обертання вала двигуна, об/хв 740
6. Габарити, мм 1335x1630x1090
7. Маса, кг 540

Як вже було зазначено в роботі масловиготовача можна виділити два періоди: утворення масляного зерна та обробка пласту масла. При обробці пласт масла або його окремі частини піднімаються разом з бочкою і падають вниз. Кут підйому масла приблизно становить 57 град. При різному радіусу ємності ці буде створювати значну вбрацю і навантаження на опори бочки.

Запропоновано змінити геометрію бочки зменшивши висоту циліндричної частини при збільшенні її діаметру та зменшити висоту зрізаного конуса. Тоді форма ємності більш приближається до циліндричної, зберігаючи перевали інтенсивного перемішування при утворенні масляного зерна .

### 3.2. Вплив конструктивних параметрів МПД на процес збивання.

При обертанні бочки в процесі збивання вершки повинні інтенсивно перемішуватись. Тобто з одного боку бочка повинна інтесивно обертатися , але швидкість обертання бочки повинна бути така, щоб відцентрова сила чим не притискала вершки до стінки і вони обертались разом з бочкою

Тобто відцентрове прискорення  $a$  повинно мати меншу величину, ніж прискорення сили земного тяжіння.

$$\text{Тобто} \quad a = 4\pi^2 R \cdot n_1^2 \leq g ,$$



де  $a$  – відцентрове прискорення,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $g$  – прискорення земного тяжіння,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $R$  – радіус ємкості,  $\text{м}$ ;  $n_1$  – число обертів,  $\text{с}^{-1}$ .

Радіус ємкості визначається необхідною продуктивністю установки, і основною величиною в даному випадку є число обертів бочки.

Із рівняння 
$$n_1 \leq \frac{0,5}{\sqrt{R}}, \text{с}^{-1}$$

Величину мінімальної швидкості, необхідної для процесу збивання можна визначити за рівнянням:

$$n_2 = 0,35 \sqrt{\frac{\eta}{R}}, \text{с}^{-1} \quad (3.1)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт навантаження, який рівний залежить від заповнення бочки ( $\eta = 0,4 \div 0,5$ ).

Обробка масляного пласту забезпечується механічною дією при підніманні і падінні пласту. Це сприяє утворенню однорідності пласта та виділенню вологи. За рахунок сир тертя та лопатей максимальна висота підйому забезпечується при куті підйому пласту  $\alpha = 54,40^\circ$ .

Частоту обертання ємкості в безвальцевих масловиготовлювачах з робочою місткістю циліндричної форми визначають з залежності:

$$n = \frac{15}{\sqrt{R}}.$$

### 3.3. Технологічний розрахунок масловиготовлювача

Для розрахунку споживаної потужності визначимо еквівалентний діаметр бочки, який буде рівним  $2/3$  її висоти:

$$d_{\text{екв}} := 1 \cdot \frac{2}{3} = 0.667 \quad (\text{м})$$

Робоче число обертання бочки при збиванні вершків і виробленні масла буде однаковим.

$$n_{\text{роб}} := \frac{0.5}{\sqrt{d_{\text{екв}}}} = 0.612 \quad (\text{об/с})$$

або  $n_{\text{роб}} := n_{\text{роб}} \cdot 60 = 36.742 \quad (\text{об/хв})$

Визначим необхідну потужність електродвигуна на вироблення масла у безвальцевому масловиготовлювачі.

Геометрична місткість масловиготовлювача:

$$V_{\text{геом}} := 0.4 \quad (\text{м}^3)$$

Коефіцієнт заповнення:

$$\psi_{\text{зап}} := 0.45$$

Робочий об'єм вершків:

$$V_{\text{роб}} := V_{\text{геом}} \cdot \psi_{\text{зап}} = 0.18 \quad (\text{м}^3)$$

Привід будем здійснювати за допомогою електричного двигуна через клино-пасову передачу і редуктор.

Розрахункова потужність електродвигуна на збивання масла визначається за формулою:

$$N_{\text{зд}} = \frac{N_{\text{пит}} \cdot V_{\text{роб}} \cdot \rho_{\text{мс}}}{\eta_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{ед}}}$$

Де  $N_{\text{пит}}$  - питомі затрати потужності на вироблення масла;

$$N_{\text{пит}} := 5 \quad (\text{Вт/кг})$$

$\eta_{\text{пр}}$  - коефіцієнт корисної дії приводу.

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_{\text{пп}} \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{підш}}^2$$

$\eta_{\text{пп}}$  - коефіцієнт корисної дії пасової передачі  $\eta_{\text{пп}} := 0.85$

$\eta_{\text{ред}}$  - коефіцієнт корисної дії редуктора  $\eta_{\text{ред}} := 0.9$

$\eta_{\text{підш}}$  - коефіцієнт корисної дії підшипникових опор  $\eta_{\text{підш}} := 0.99$

$$\eta_{\text{пр}} := \eta_{\text{пп}} \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{підш}}^2 = 0.75$$

$\eta_{\text{ед}}$  - коефіцієнт корисної дії електродвигуна  $\eta_{\text{ед}} := 0.95$

$\rho_{\text{мс}}$  - густина вершкового масла  $\rho_{\text{мс}} := 1000.6 \text{ (кг/м}^3\text{)}$

$$N_{\text{зд}} := \frac{N_{\text{пит}} \cdot V_{\text{роб}} \cdot \rho_{\text{мс}}}{\eta_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{ед}}} = 1.264 \times 10^3 \text{ (Вт)}$$

Привід масловиготовлювача будемо здійснювати від асинхронного електродвигуна марки 4A100M2P2 з наступними характеристиками:

робоча потужність  $N_{\text{дв}} := 1.46 \text{ (кВт)}$

частота обертання вала  $n_{\text{дв}} := 740 \text{ (об/хв)}$

коефіцієнт корисної дії  $\eta_{\text{дв}} := 0.95$

крутний момент на виході:  $T_{\text{др}} := 250 \text{ (Н*м)}$

маса:  $m_{\text{др}} := 15 \text{ (кг)}$

### 3.4. Кінематичний розріхунок масловичотвлювача

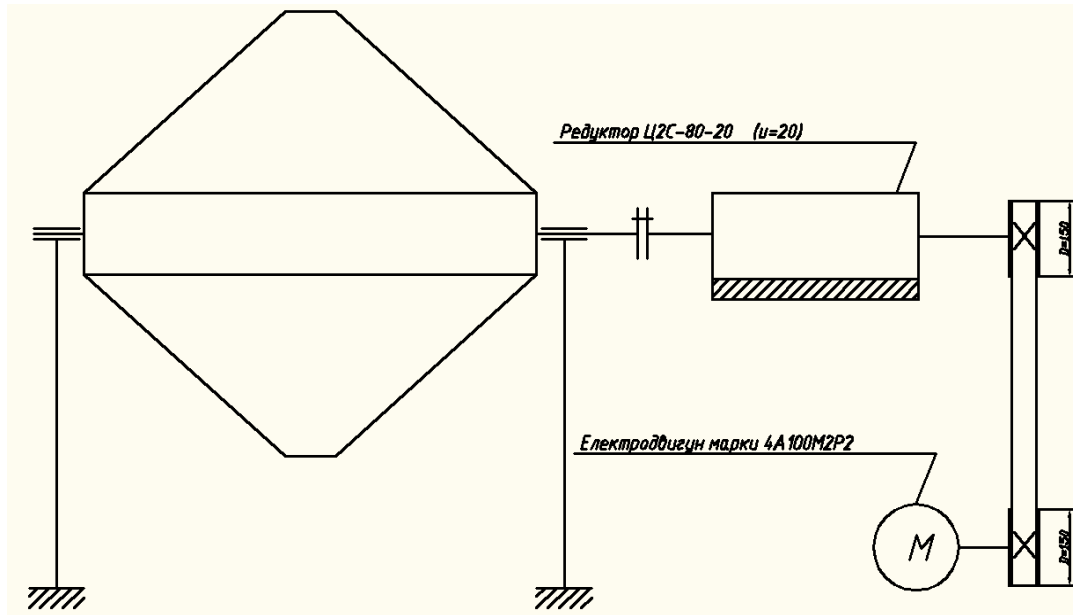


Рис. 2.5.– Кінематична схема масловичотвлювача масловичотвлювача Я5-ОМС-0,4.

Кінематична схема масловичотвлювача Я5-ОМС-0,4. складається з електродвигуна, від якого рух передається клинопасовою передачею на вал з муфтою і далі через редуктор на вертикальний вал з барабаном.

Для передачі крутного моменту на циліндри використаєм пасову передачу і редуктор. Розрахуєм необхідне передаточне число.

Частота обертання бочки:  $n := n_{роб} = 36 \cdot n = 36.742 \text{ об/хв}$

Необхідне передаточне число:

$$u_{необх} := \frac{n_{дв}}{n} = 20.14$$

Виберем діаметри шківів пасової передачі:

$$D_{п2} := 0.152 \text{ (м)}$$

$$D_{п1} := 0.152 \text{ (м)}$$

Передаточне число пасової передачі:

$$u_{п} := \frac{D_{п2}}{D_{п1}} = 1$$

Необхідне передаточне число редуктора:

$$u_{ред} := \frac{u_{необх}}{u_{II}} = 20.14$$

Приймаєм редуктор Ц2С-80-20 з наступними характеристиками:

Передаточне число:  $u_{ред} := 20$

Коефіцієнт корисної дії:  $\eta_{ред} := 0.9$

Маса редуктора:  $m_{ред} := 45$  (кг)

Приймаєм ділильний діаметр веденого шківa:  $D_{л1\_2} := 0.147$  (м)

Необхідний ділильний діаметр ведучого колеса:  $D_{л1\_1} := \frac{D_{л1\_2}}{u_{II}} = 0.147$  (м)

Попередньо кутові швидкості обертання валів:

-вала електродвигуна:

$$\omega_{дв} := n_{дв} \cdot 360 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{1}{60} = 77.493 \text{ (рад/с)}$$

-веденого вала пасової передачі:

$$\omega_{пв} := \frac{n_{дв}}{u_{II}} \cdot 360 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{1}{60} = 77.493 \text{ (рад/с)}$$

-веденого вала редуктора:

$$\omega_{рнв} := \frac{n_{дв}}{u_{II} \cdot u_{ред}} \cdot 360 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{1}{60} \text{ (рад/с)}$$

### 3.5. Розрахунок пасової передачі приводу масловичотвлювача

Постановка задачі. Розрахувати клинопасову передачу від електродвигуна до вала редуктора приводу масловичотвлювача за такими даними:

потужність, яку передає передача  $N_1 := N_{дв} = 1.46$  (кВт) при кутовій швидкості ведучого шківa  $\omega_1 := \omega_{дв} = 77.493$  (рад/с); кутова швидкість веденого вала  $\omega_2 := \omega_{пв} = 77.493$  (рад/с); передача працює в одну зміну при постійному навантаженні.

Передаточне число передачі

$$u := \frac{\omega_1}{\omega_2} = 1$$

На ведучому шківі обертовий момент:

$$T_1 := \frac{N_1 \cdot 1000}{\omega_1} = 18.841 \quad (\text{Н*М})$$

Відповідно до рекомендацій [61] будемо орієнтуватись на клинові паси нормального перерізу Б. Для тихих пасів за [61] маємо площу поперечного перерізу  $A := 138 \quad (\text{мм}^2)$ , базову довжину  $l_0 := 2240 \quad (\text{мм})$  і назначимо розрахунковий діаметр меншого шківів  $D_{\text{п1}} := 150 \quad (\text{мм})$   
Діаметр веденого шківів

$$D_{\text{п2}} := u_{\text{п}} \cdot D_{\text{п1}} = 150 \quad (\text{мм})$$

За стандартом беремо розрахунковий діаметр веденого шківів рівним

$$D_{\text{п2}} := 150 \quad (\text{мм})$$

Фактичне передаточне число передачі:

$$u_{\text{пас}} := \frac{D_{\text{п2}}}{D_{\text{п1}}} = 1$$

Швидкість паса

$$v := \omega_1 \cdot \frac{D_{\text{п1}} \cdot 0.001}{2} = 5.812 \quad (\text{м/с})$$

Орієнтовно беремо міжосьову віддаль:

$$a' := 1.5 \cdot (D_{\text{п1}} + D_{\text{п2}}) = 450 \quad (\text{мм})$$

Потрібна довжина паса:

$$l' := 2 \cdot a' + \pi \frac{(D_{\text{п1}} + D_{\text{п2}})}{2} + \frac{(D_{\text{п2}} - D_{\text{п1}})^2}{4 \cdot a'} = 1.371 \times 10^3 \quad (\text{мм})$$

За стандартом вибираємо розрахункову довжину паса  $l := 1620 \quad (\text{мм})$   
Дійсна міжосьова відстань, яка відповідає довжині паса:

$$a := \frac{\left[ 2 \cdot l - \pi \cdot (D_{\text{п1}} + D_{\text{п2}}) + \sqrt{\left[ 2 \cdot l - \pi \cdot (D_{\text{п1}} + D_{\text{п2}}) \right]^2 - 8 \cdot (D_{\text{п2}} - D_{\text{п1}})^2} \right]}{8}$$

$$a = 574.381 \quad (\text{мм})$$

Оцінка довговічності паса за числом його пробігів

$$i := \frac{v}{l} = 3.588 \times 10^{-3} \quad (\text{с}^{-1})$$

що менше від  $[i] = 12 \text{ (с}^{-1}\text{)}$ .

Кут обхвату меншого шківa

$$\alpha_1 := 180 - 57 \cdot \frac{(D_{\text{п2}} - D_{\text{п1}})}{a} = 180^\circ$$

Допустиму потужність  $[P]$  для даного перерізу паса Б визначаємо за [61].

$$3 [61]: P_0 := 2.7 \quad (\text{кВт})$$

Коефіцієнт

$$C_\alpha := 1 - 0.003 \cdot (180 - \alpha_1) = 1$$

$$C_l := \sqrt[6]{\frac{l}{l_0}} = 0.947$$

Коефіцієнт  $C_p := 1$ , а коефіцієнт  $C_z := 0.95$  при орієнтовному  $z := 1$

$$IPI := P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_l \cdot C_p \cdot C_z = 2.43 \quad (\text{кВт})$$

Необхідне число пасів, що працюють паралельно на шківaх передачі:

$$z_{\text{н}} := \frac{N_1}{IPI} = 0.601$$

Приймаємо  $z_{\text{н}} := 1$

Силу попереднього натягу віток комплекту клинових пасів визначаємо за формулою:

$$F_0 := \frac{0.85 \cdot N_1 \cdot 1000 \cdot C_l}{v \cdot C_\alpha \cdot C_p} = 202.299 \quad (\text{Н})$$

Тоді навантаження на вали пасової передачі:

$$\underline{R} := 2 \cdot F_0 \cdot \sin\left(\frac{\alpha_1 \cdot \pi}{2 \cdot 180}\right) = 404.599 \quad (\text{Н})$$

### 3.6. Розрахунок і підбір пальцевої муфти приводу бочки

Розрахунок виконаємо для умов роботи в літній період часу, оскільки тоді швидкість обертання бочки буде меншою, а значить крутний момент і відповідно навантаження на пальці муфти зростуть.

Виберемо конструктивний варіант муфти із кількістю пальців  $z_M := 8$  які розміщені по діаметру  $D := 0.1 \text{ м}$ .

Момент, який передається:  $T_M := T_1 \cdot u_{\text{ред}} \cdot u_{\text{пас}} = 376.81 \quad (\text{Н*м})$

Навантаження, яке припадає на один палець:

$$F_{\Pi} := \frac{2 \cdot T_M}{D \cdot z_M} = 942.025 \quad (\text{Н})$$

Вибираємо конструктивні розміри елементів муфти [61]:

довжина втулки:  $l_B := 0.028 \quad (\text{м})$

діаметр пальця:  $d_{\Pi} := 0.014 \quad (\text{м})$

осьовий зазор між півмуфтами:  $\underline{c} := 0.003 \quad (\text{м})$

Умова міцності для втулок муфти:

$$p := \frac{F_{\Pi}}{d_{\Pi} \cdot l_B} = 2.403 \times 10^6 < [p] = 2.5 \text{ МПа}$$

Умова міцності для пальців муфти при роботі на згин:

$$\sigma := \frac{32 \cdot F_{\Pi} \cdot (0.5 \cdot l_B + c)}{\pi \cdot d_{\Pi}^3} = 5.945 \times 10^7 < [\sigma] = 70 \text{ МПа}$$

### 3.7. Визначення реакцій в опорах і підбір підшипників

Оскільки маємо справу з симетричним розподіленням навантаження, реакції в лівій і правій опорах будуть однаковими і рівними половині ваги бочки з вершками.

Масу бочки розрахуємо з умови площі її поверхні із введенням поправки на рель'єфні елементи.

менший радіус конічної частини:  $r_1 := 0.053 \quad (\text{м})$



більший радіус конічної і циліндричної частини:  $r_2 := 0.924$  (м)

висота конічної частини:  $s_1 := 0.288$  (м)

висота циліндричної частини:  $s_2 := 0.440$  (м)

коефіцієнт, який враховує наявність додаткових елементів:  $k_D := 1.2$

густина матеріалу бочки:  $\rho_{CT} := 7850$  (кг/м<sup>3</sup>)

товщина стінок бочки:  $\delta_{CT} := 0.003$  (м)

$$M_G := 2 \cdot \pi \cdot \left[ r_1^2 + (r_1 + r_2) \cdot s_1 + r_2 \cdot s_2 \right] \cdot k_D \cdot \rho_{CT} \cdot \delta_{CT} + V_{роб} \cdot \rho_{мс} = 302.8 \quad (\text{кг})$$

Відстань між опорами:  $L := 1.16$  (м)

Визначимо згинні моменти.

$$M_{зг.А} := \frac{M_G \cdot 9.81}{2} \cdot \frac{L}{2} = 861.318 \quad (\text{Н*м})$$

$$M_{зг.В} := M_{зг.А} = 861.318 \quad (\text{Н*м})$$

Величину осьового навантаження прийmemo  $Q := 100$  (Н)

Підберемо для опор А і В підшипники. Оскільки схема навантаження симетрична, то виберем два однакових підшипники. Відповідно до розрахованого навантаження виберемо підшипник №20007111, геометричні розміри якого  $d \cdot D \cdot B = 55 \cdot 90 \cdot 22$  мм.

$$C := 9600 \quad (\text{Н}) \quad C_0 := 4910 \quad (\text{Н})$$

Коефіцієнт обертового руху (обертається внутрішнє кільце підшипника)

$$y := 1$$

Коефіцієнт безпеки  $K_\delta := 1$

Температурний коефіцієнт умов роботи опори (для діапазону 0...100 С)  $K_t := 1$

Відношенню  $\frac{Q}{C_0} = 0.02$  відповідає значення коефіцієнта навантаження

$$e := 0.32$$

$$\text{Реакції на опорах: } R_{yА} := \frac{M_G \cdot 9.81}{2} = 1.485 \times 10^3 \quad (\text{Н})$$

Відношення  $\frac{Q}{R_{yA}} = 0.067$  є меншим від коефіцієнта навантаження,  
тому:  $X := 1$   $Y := 0$

Еквівалентне навантаження підшипника:

$$P_e := (X \cdot v \cdot R_{yA} + Y \cdot Q) \cdot K_\delta \cdot K_t = 1.485 \times 10^3 \text{ (Н)}$$

Розрахункова довговічність:

$$L_{\text{під}} := \left( \frac{C}{P_e} \right)^3 = 270.151 \text{ (млн.об)}$$

Розрахункова довговічність (із врахуванням того, що підшипників 2):

$$L_{\text{п.р}} := \frac{2L_{\text{під}} \cdot 10^6}{60 \cdot n_{\text{роб}}} = 2.451 \times 10^5 \text{ (год)}$$

що цілком задовільняє умови роботи.

#### 4. Теоретичні дослідження виробництва масла шляхом збивання вершків.

##### 4.1. Технологічні параметри, які впливають на процес збивання

**Вплив температурних чинників на процес збивання молочних вершків.** Регулювати процес збивання масла можна шляхом зміни температури. Температура, при якій проходить процес впливає на тривалість збивання, вміст молочного жиру в сколотинах, консистенцію та величину масляного зерна. У процесі збивання за рахунок трансформування механічної енергії у теплову температура вершків може змінитися на 1,5 – 2 °С. Температура збивання визначається хімічним складом жиру, який залежить від пори року і кормів, а також конструкції масловиготовлювача, попередньої теплового оброблення вершків, жирності вершків. При температурі вершків нижче 5 – 7 °С масляне зерно при збиванні у МПД не утворюється.

**Вплив швидкості обертання робочих органів масловиготовлювачів.** В результаті обертання ємкості масловиготовлювача молочні вершки, під впливом відцентрових сил та сил тертя піднімаються на деяку висоту, після чого падають униз, якщо прискорення сили земного тяжіння буде більшим, чим відцентрове прискорення. Тоді вершки перемішуються з потоками іншого шару вершків, які почали підніматися вгору і захоплюють за собою повітря. Створюється повітряно – вершкова суспензія, в якій при руйнуванні і утворенні пухирців повітря виникають градієнти швидкості, що призводить до утворення масляних зерен. Якщо швидкості обертання масловиготовлювача високі, то прискорення відцентрових сил є більшим від прискорення сили земного тяжіння й молочні вершки притискаються відцентровою силою до робочих бочки МПД. В результаті цього вони обертаються разом з ємкістю і масляні зерна не утворюються.

**Вплив ступеня заповнення робочої місткості масловиготовлювача .** Оптимальне заповнення ємкості масловиготовлювача залежить від вмісту у вершках жирової фази. При збільшені жирності заповнення ємкості

масловиготовлювача має зменшуватися. При жирності вершків до 37% рекомендують заповнювати ємкість на 40 – 50%, а при збільшені жирності вершків – 35%. Мінімальний вміст вершків – 25% ємності масловиготовлювача. При недостатньому вмісту вершків формування масляного зерна пришвидшується, але при цьому частина кульок молочного жиру не має достатньо часу для агрегування й залишається в сколотинах. При мінімальному заповненні масловиготовлювача вершки, які падають не досягають центральної частини, перемішування менш інтенсивне і процес агрегації всіх жирових кульок більш тривалий. При великому заповненні ємкості масловиготовлювача зменшується повітряний простір, в якому проходить формування та руйнування пухирців і процес сповільнюється

**Вплив жирності вершків.** При високій жирності вершків жирові кульки розміщені близько одна до одної тим більше жирових кульок дотикаються і агрегують і скорочується тривалість процесу їх збивання. Проте у МПД при збільшені концентрації молочного жиру зростає жирність вершків і їх адгезійні властивості і вони можуть прилипати до поверхні і відриватися від стінки ємкості, що призведе до припинення формування масляного зерна. При збільшенні жирності вершків підвищується вміст молочного жиру у сколотинах.

#### 4.2. Дослідження зміни потужності в процесі збивання вершків.

Зміна потужності в процесі виготовлення масла відповідає зміні властивостей вершків в процесі оброблення і протіканню мікропроцесів при виробництві масла. Особливість зміни споживаної потужності має як теоретичне так і прикладне значення. Так за зміною потужності ми можемо судити про хід процесу, а максимальне значення розрахованої потужності може бути основою для вибору двигуна при розробленні конструкції масловиготовлювача.

Рядом авторів В.Н. Шуваловим [12], В. Мором и Х. Дитманом [29], В. Клейтоном [30], Майбороною Ю.В. [], що вивчали процеси маслоутворення

встановлено, що характер зміни кривої затрат потужності для експериментів, проведених з вершками різної жирності, ступені визрівання і при різних температурах майже однаковий (рис.4.1). Одержані криві відповідають фізико – хімічним процесам, що відбуваються на різних етапах і відповідає зміні в'язкості вершків. Зміна потужності в процесі виготовлення масла відповідає зміні фізичного стану вершків.

На графіку зміни потужності при збиванні молочних вершків помітно три участки (стадії процесу): на першій стадії (1- 2) проходить значне збільшення потужності 2-2,5 рази, на другій - (2-3) потужність не змінюється і майже постійна, на третій - (3-4) різко, зростає порівняно із другою ще в 2-3 рази.

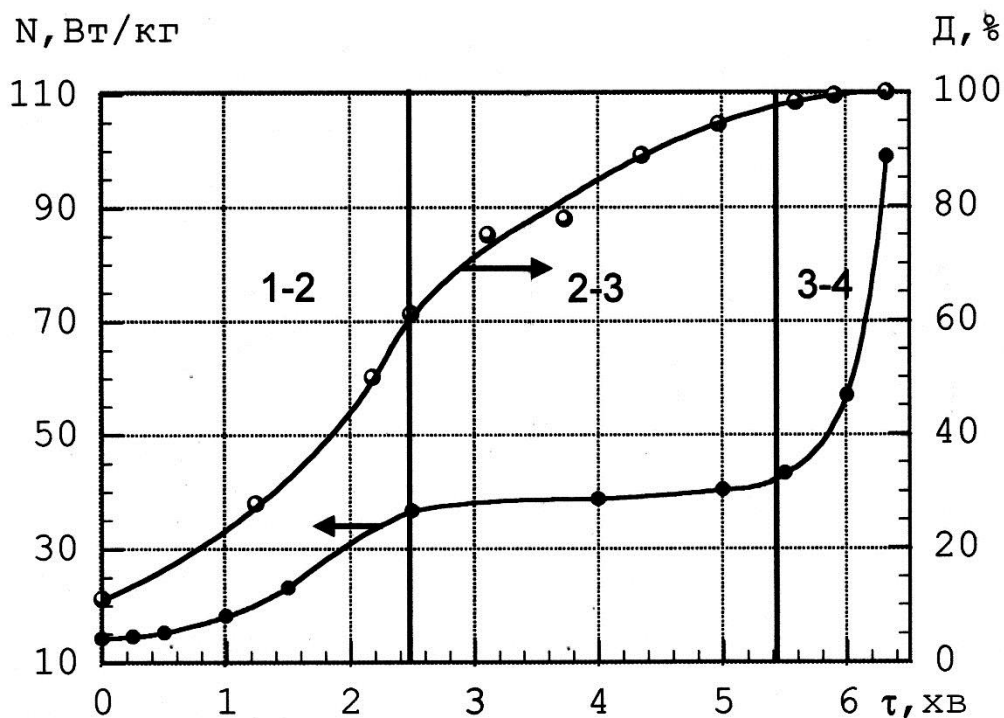


Рис. 4.1. Зміна потужності маслоготовлювача в процесі виготовлення масла та зміна дистабілізації вершків.

Грунтуючись на флотаційній теорії збивання [1,13,34] криву зміни потужності можна інтерпретувати так:

На першій стадії (1-2) происходит інтенсивное насичення вершків повітрям (піноутворення). Вершки з однофазної системи переходять у двофазну, повітряні бульбашки подрібнюються і збільшується поверхня розділу фаз. На утворену поверхню флотують жирові кульки. Проходить часткове

руйнування дисперсії, що видно на кривій зміни степені дестабілізації (рис.3.1). Одночасно проходить збільшення в'язкості системи і потужності, необхідної для її оброблення. На збільшення потужності також впливає зміна загального об'єму емульсії, збільшується площа контакту мішалки і утвореної двофазної системи майже в 1,5 рази. До другої стадії в системі утворюється агрегатна піна: бульбашки повітря охоплені шаром агрегованих жирових кульок, які мають тверді гліцеринові ядра; т.з. "броньовані" бульбашками повітря і контактують між собою. В цей час практично завершується дестабілізація жирової емульсії. На цій стадії реологічні властивості (в'язкість) практично залишається постійною, про що свідчить крива зміни потужності. Тривалість цієї стадії визначається процесом захоплення всіх жирових кульок у поверхню розділу фаз. На третій стадії проходить руйнування агрегатної піни в результаті лопання повітряних бульбашок. Проходить ріст агрегатів жирових кульок и формування мікро-, а затем и макромасляних зерен. Емульсія руйнується і система розпадається на масляне зерно і рідку фазу - маслянку. В період формування масляного зерна зерна потужність значно зростає.

На суто біологічні процеси формування масляного зерна впливає також зміна гідро-механічних процесів. Так на першому етапі в результаті насичення вершків повітрям, об'єм маси збільшується до 1,5 рази і, відповідно зростає площа контакту мішалки з продуктом. Крім цього піхурці періодично руйнуються, що також може створювати тормозний ефект. Другий період характеризується стабільною кількістю продукту і, фактично, біологічні процеси не впливають на затрати енергії. На третьому етапі змінюється сама структура продукту. Якщо на першому етапі це емульсія, на другому дисперсія з дрібними частинками твердої фази, які в значній степені не впливають на в'язкість, то на третьому це рідина з твердими частинками.

#### 4.3. Вплив температури вершків на енергозатрати

Температура є важливим технологічним параметром в процесі збивання вершків, оскільки віднеї залежить в'язкість вершків, тривалість процесу

збивання, енерговитрати та жирність маслянки (сколотини). Для проведення досліджень використовувались вершки з містом жиру 25, 35, 45% в межах температур 8-22° С. У загальному форма кривих, що відображають зміну потужності в процесі збивання вершнів аналогічна попереднім. Потужність на початку процесу зростає у 2-2,5 рази, далі залишається постійною і в при утворенні масляного зерна набуває максимальних значень.

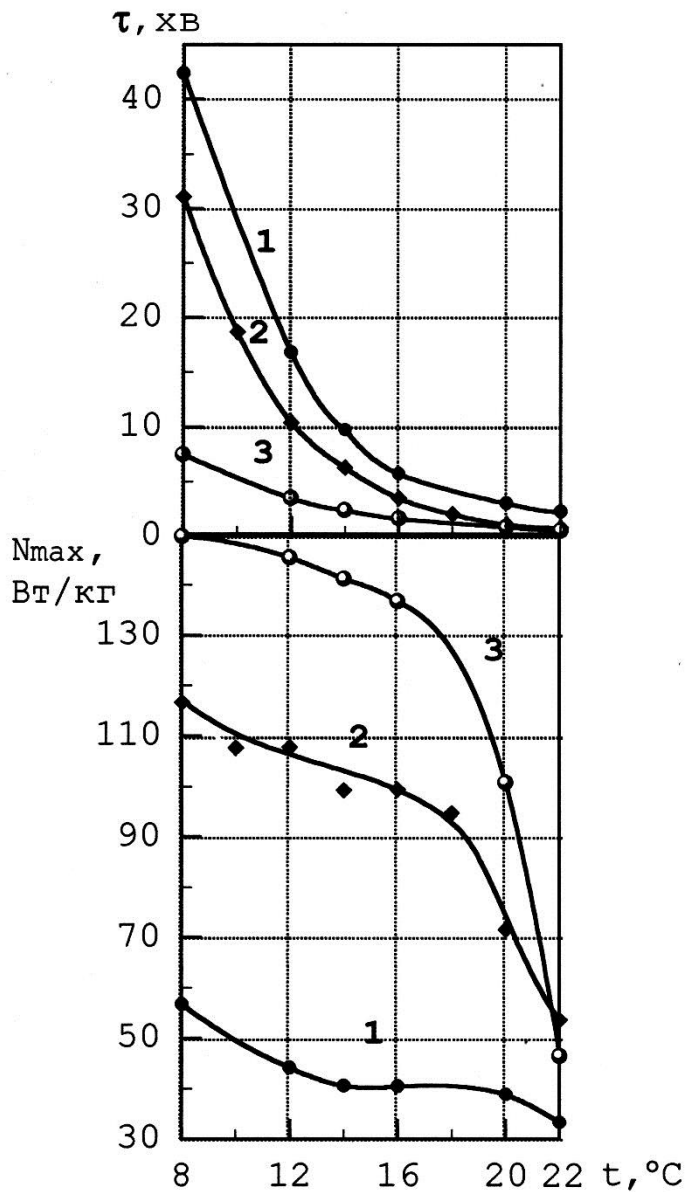


Рис.4.2. Залежність тривалості( $\tau$ ) збивання і максимальної потужності ( $N_{max}$ ) від температури збивання. Жирність вершків, %: 1- 25; 2- 35; 3- 45

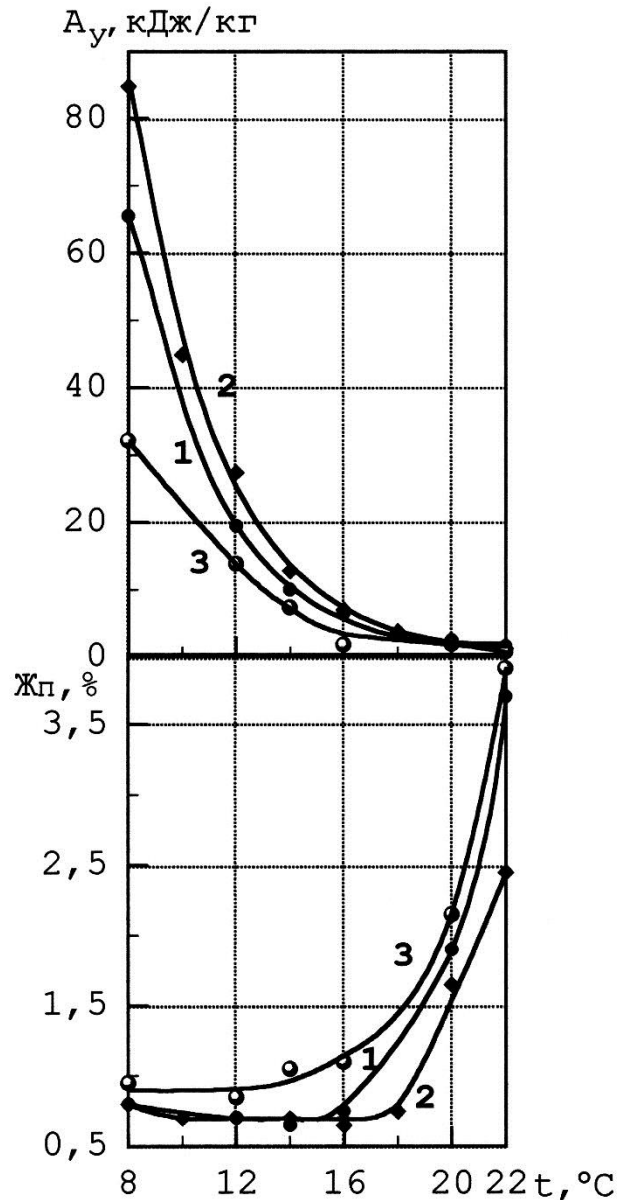


Рис.4.3. Залежність енергії на збивання ( $A_y$ ) і жирності маслянки( $Ж_{п}$ ) від температури. Жирність вершків, %: 1- 25; 2- 35; 3-

Загальні енергетичні витрати на збивання вершків залежатимуть від потужності в кожний період часу і від тривалості окремих періодів. Для загальної оцінки процесу варто використовувати максимальні енерговитрати, рис. 4.2 і 4.4.

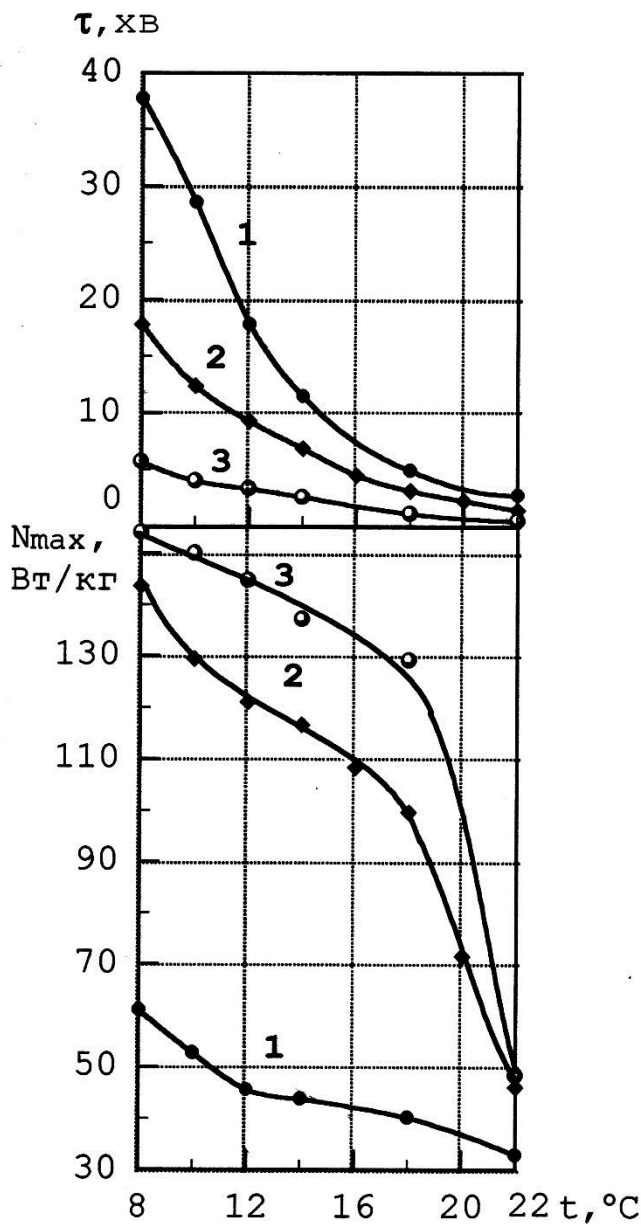


Рис.4.4. Залежність тривалості ( $\tau$ )збивання і максимальної потужності ( $N_{max}$ ) від температури збивання. Жирність вершків, %: 1 25; 2-35; 3 45.

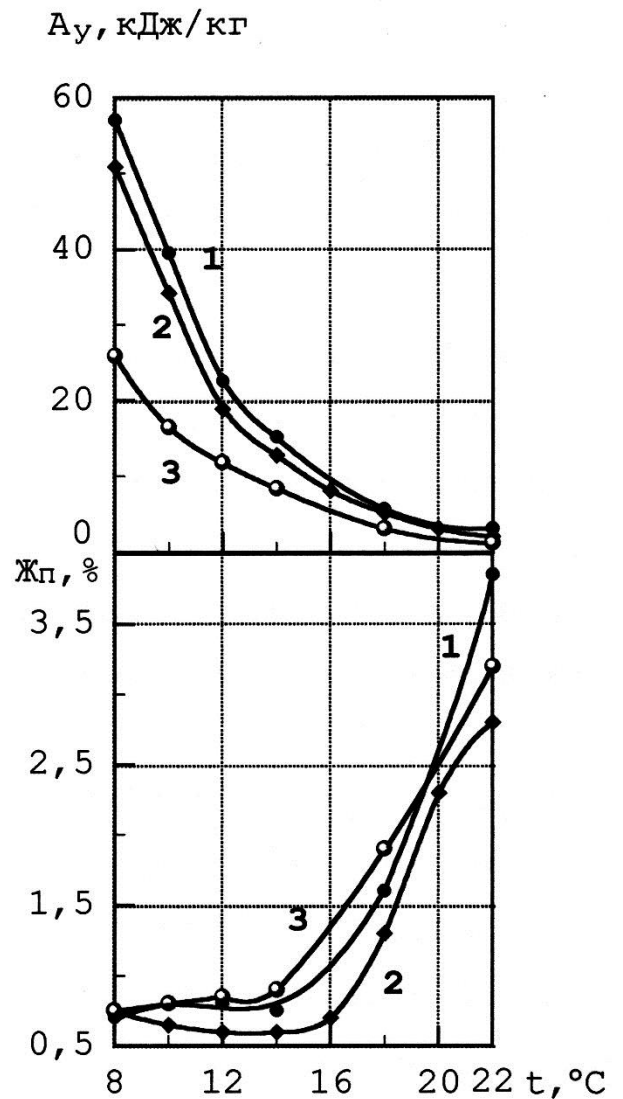


Рис.4.5. Залежність загальної енергії на збивання ( $A_y$ ) і жирності скотин ( $Ж_p$ ) від температури збивання. Жирність вершків, %: 1 25; 2 35; 3 45.



При підвищенні температури збивання з 8 до 22 °С знижується тривалість збивання для молочних вершків довільної жирності. Так, при збиванні зимових вершків 25% жирності в вказаному діапазоні температур тривалість процесу знижується більше, ніж десятикратно: від 42 до 2 хв. Проте з підвищенням жирності вершків ця різниця зменшується. Значне скорочення тривалості збивання відбувається при температурах 8-16 °С, а далі тривалість збивання знижується повільніше. Максимальна питома потужність також залежить від температури збивання рис. 4.2 і 4.4. Це обумовлено зміною в'язкості вершків при підвищенні температури і зниженням у жирі концентрації кристалічної фази, а також зміною властивостей піни. Особливо суттєва зміна максимальної в'язкості для вершків з високою жирністю 35 і 45% в межах температур 16-18 °С.

При підвищенні температури швидкість зниження максимальної потужності в міру підвищення температури вершків жирністю 35 і 45% особливо висока в області вище 16-18 °С. Вершки високої жирності мають високу в'язкість і відповідно утворюють більш міцну і концентровану піну. Тому питома потужність на обробку таких вершків значно більша.

Іншим важливим параметром процесу збивання є жирність сколотин (маслянки). Низька жирність сколотин свідчить про завершення процесу агрегації жирових кульок. При температурі збивання 8-16 °С вершків жирністю 35% жирність сколотин залишається майже постійна - 0,65- 0,7%, але при подальшому підвищенні температури значно зростає. Тобто з точки зору мінімального відходу жиру у сколотини температура процесу повинна бути в межах 15-16 °С. Загальним параметром збивання вершків може виступати питома енергія. Як видно графіку рис. 4.3 і 4.5, зміна витрати енергії при зміні температури дуже істотна. При підвищенні жирності вершків енерговитрати на збивання знижуються про що ілюструє рис. 4.6. Так при збиванні 35% молочних вершків при робочій температурі процесу збивання 16 °С при її на 2 °С є витрати енергії збільшуються на 40-45%, а при зниженні на 4 °С енергія затрачена на збивання зростає на 60-75%. Проте при зниженні температури ростуть відходи жиру в сколотини.

При збиванні літніх вершків витрати енергоресурсів на сколочування при відповідних температурах значно нижчі, чим на збивання зимових вершків, а також температурна область, де забезпечується мінімальна жирність склотин, зсувається у бік більш низьких значень температур .

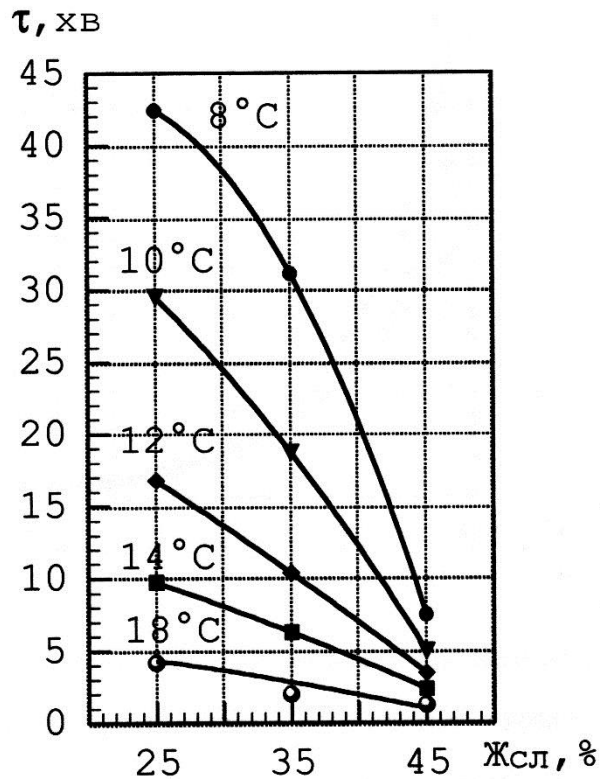


Рис. 4.6. Залежність тривалості збивання від жирності молочних вершків, температури збивання вказані на графіку.

Температура збивання впливає не тільки на хід процесу збивання, але також впливає на властивості і структуру масляного зерна і, відповідно, на консистенцію і структурно-механічні характеристики масла. Для визначення характеристик масла, масляне зерно обробляли на лабораторному екструдері, що моделює шнековий обробник МЗС. В процесі екструзії підтримували температуру обробки 14 °C.

Методом пенетрометрії визначали і розраховували за рівнянням (3.1) максимальне напруження зсуву при різних температурах. Результати показані в табл. 4.1. Проведена також оцінка масла відповідно до вимог ДСТУ.

Отримане масло мало наступний склад: вміст води - 14,4-16,0%, СОМО - 1,3-1,6%, жиру - 82,5-84,3%.

Максимальне напруження зсуву масла в осінньо-зимового періоду.

Температура, °С	Максимальне напруження зсуву, P <sub>m</sub> , 10 <sup>3</sup> Па
5	11,3
8	
12	7,4
16	6,1
20	5,3
23	2,9

За консистенцією, органолептиці і реологічними показниками масло відповідало вимогам ДСТУ 4399:2005.

#### 4.4. Витрати енергоресурсів на сколочування вершків при різній ступені дисперсності фази молочного жиру

Відносна стійкість жирової емульсії молочних вершків може спричинятися декількома чинниками. Наприклад, степінь дисперсності молочного жиру у вершках. Відомо, що при збиванні вершків з дрібними жировими кульками збільшується тривалість збивання, знижується ймовірність злипання жирових кульок [3]. Так, гомогенізовані вершки збити практично неможливо. Ряд авторів [54] пояснюють тривалість процесу збивання в часі (при періодичному збиванні) полідисперсністю жирової емульсії - більші ЖК першими агрегують і сприяють прискоренню процесу, дрібні, навпаки, руйнуються дуже повільно.

В літературі подаються досить суперечливі дані відносно дисперсності жиру в молоці літнього і зимового періодів. Так за роботами Ініхова Г.С. при переході від стійлового утримання корів до пасовищного спостерігається зменшення діаметра ЖК [56]. Проте інші автори, навпаки, відзначають укрупнення жирових кульок молока при утриманні тварин на зеленому кормі -

"більшу кількість жирових кульок великих розмірів спостерігається в середині лактаційного періоду та при годуванні тварин зеленими кормами в літній пасовищний період. У кінці терміну лактації і в молозиві зростає кількість дрібних жирових кульок" [57 ].

Для в'яснення даного питання були досліджені дисперсні характеристики жиру вершків, отриманих в Тернопільській області зі збірного молока одних і тих же молочно товарних ферм в літній і зимовий періоди, а також енергетичні витрати на збивання вершків. На рис. 4.15. графічно показує розподіл долі фази молочного жиру (ЖФ) у кульках жиру різного діаметра стосовно вершків різного періоду року. Крива гранулометричного складу для вершків літнього періоду зміщена в бік менших діаметрів ЖК в порівнянні з вершками зимового періоду року.

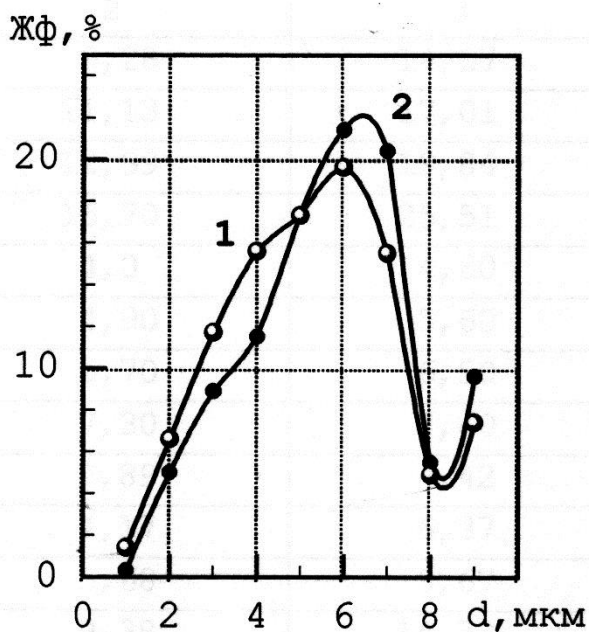


Рис. 4.15. Гранулометричний склад вершків (частки ЖФ в ЖК різного діаметру):  
1 -вершки 46% річного періоду року; 2 –вершки 45% зимового періоду року.

Далі були визначені середні розміри ЖК за формулою (2.3) для вершків різних періодів року. Підраховані також дисперсні параметри ЖФ для молочних вершків жирністю 25-45% на основі розрахованих середніх діаметрів жирових кульок. Результати досліджень представлені в табл. 4.2.

Із таблиці видно, що дисперсні параметри ЖФ молочних вершків не є постійні і залежать від сезону виробництва молока.

Таблиця 4.2.

Дисперсні параметри молочних вершків у різних періодів року

Найменування показників		Значення дисперсних характеристик жиру вершків	
		Зимовий період (грудень-лютий) ЙЧ МЗ 28-32	Літній період (червень-серпень) ЙЧ МЗ 36-38
		Середній діаметр жирових кульок (ЖШ), мкм	3,71
Середній об'єм ЖШ, мкм <sup>3</sup>	26,95	17,64	
Площа поверхні ЖШ, мкм <sup>2</sup>	43,47	32,78	
Кількість частинок в 1 см <sup>3</sup> , N * 10 <sup>9</sup> , шт., <u>В</u> вершках жирністю:	25%	9,28	14,17
	30%	11,13	17,01
	35%	12,99	19,84
	45%	16,70	25,51
Загальна площа поверхні частинок в 1 см <sup>3</sup> , Fоб · 10 <sup>5</sup> , мм <sup>2</sup> , в вершках жирністю:	25%	4,0	4,60
	30%	4,90	5,60
	35%	5,70	6,50
	45%	7,30	8,40
кількість зіткнень ЖШ в 1 з в 1 см <sup>3</sup> , J * 10 <sup>12</sup> , в вершках жирністю:	25%	2,89	4,42
	30%	4,17	6,37
	35%	5,68	8,67
	45%	9,38	14,33

У вершках літнього періоду нижче значення середнього діаметра кульок молочного жиру, та в 1,5 рази менший обсяг таких частинок, а їх число в 1 см<sup>3</sup> дисперсії приблизно в 1,5 більша, ніж у вершках зимового періоду року. Графічно дана залежність представлена на рис. 4.16.

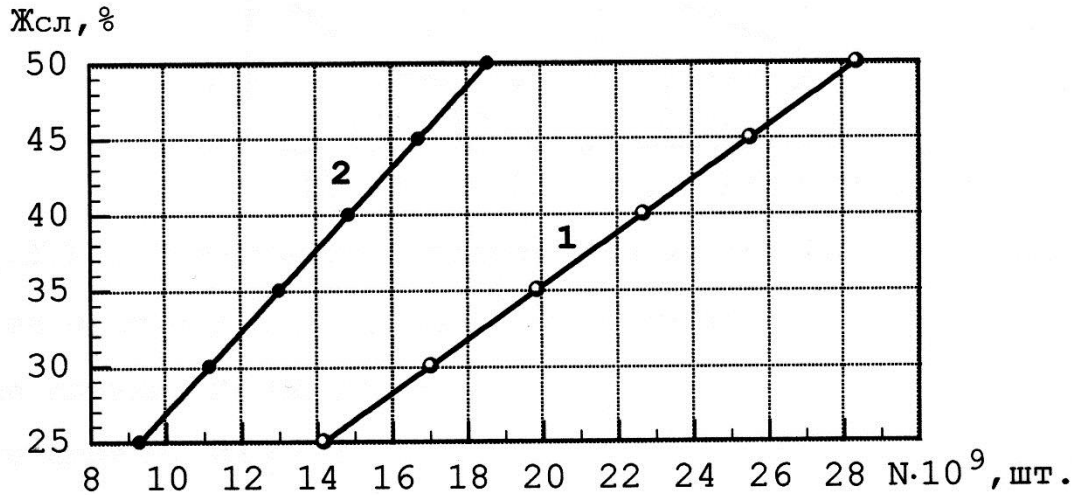


Рис. 4.16. Залежність кількості жирових кульок середнього діаметра в одиниці об'єму (1 см<sup>3</sup> молочних вершків) від їх жирності:

1 - літні вершки, 2 зимові вершки.

Також необхідно відзначити, що середня потужність при збиванні вершків зимового періоду року вища, ніж для літніх вершків, при умові рівності кількості жирових кульок в 1 см<sup>3</sup> (але не однакою концентрації фази молочного жиру). Даний ефект можна пояснити тим, що величина кульок молочного жиру у вершках зимового періоду значно вищий, ніж в літніх, і це призводить до більш високої їх в'язкості.

Тривалість процесу збивання вершків до формування масляного зерна знижується в міру зростання питомої об'ємної величини ЖК. Але можна спостерігати інше: літні вершки при цьому збиваються значно довше, ніж зимові, навіть при однакових значеннях числа частинок і об'ємного вмісту жирової фази (рис. 4.17). Це може бути пов'язане з розмірами ЖК у літніх вершків.

Як відомо енергія рівна добутку тривалості збивання на потужність, витрачену на процес. При зростанні числа частинок потужність підвищується, а тривалість, навпаки знижується. Проте останній фактор виявляється більш значимим, тому енергія на збивання зменшується по мірі зростання в дисперсній системі кількості частинок (Рис. 4.18). Тому рівень витрат енергії на збивання літніх вершків значно більший чим для зимових вершків.

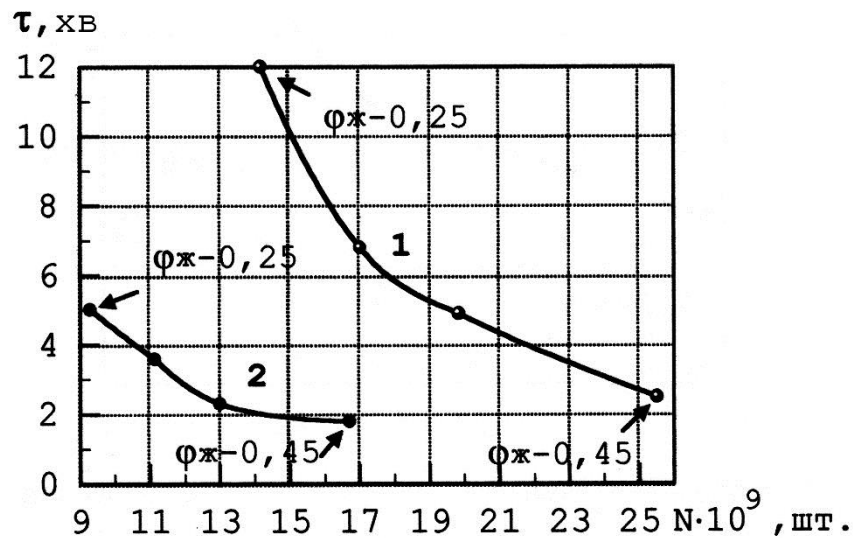


Рис. 4.17. Залежність часу збивання молочних вершків від кількості частинок жирових кульок в  $1 \text{ см}^3$  молочних вершків (при  $\phi_k = 0,43$ ):  
1- літні вершки; 2- зимові вершки.

Утворення агрегатів ЖК при збиванні проходить при механічній обробці, що спричиняє зіткнення жирових частинок при участі газової фази. Кількість таких зіткнень ЖК (табл.4.2), розраховували за рівнянням (2.2). При підвищенні ступеня дисперсійності молочного жиру у вершках збільшується кількість частинок в одиниці об'єму, і збільшується кількість зіткнень. На перший погляд, при збільшенні кількості ЖК ймовірність їх зіткнення більша і можна було б очікувати зменшення збивання тривалості і зниження енерговитрат при обробці літніх вершків. Однак на графіку ми бачимо зворотну закономірність. Це пояснюється тим, що для формування масляного зерна необхідних розмірів (2-3 мм) при дрібнодисперсній жировій фазі необхідно значно більше число зіткнень ЖК, які би завершувались прилипанням однієї кульки до іншої в порівнянні з більш грубодисперсною жировою фазою (зимові вершки). Також можливим фактором, що визначає більш високу стійкість ЖК літніх молочних вершків, може виступати хімічний склад та структурна їх оболонка, мабуть, що міняються залежно від годування корів, періоду року та інших чинників. Майборода Ю.В. пов'язує це явище із зміною структури оболонки жирових

кульок. Так за його даними у літній період масло містило більше фосфоліпідів чим у зимовий (відповідно, 59 і 50% від фосфоліпідів вершків ), що визначає більш високу стабільність оболонок і, відповідно, ефективність зіткнень кульок молочного жиру скорочується.

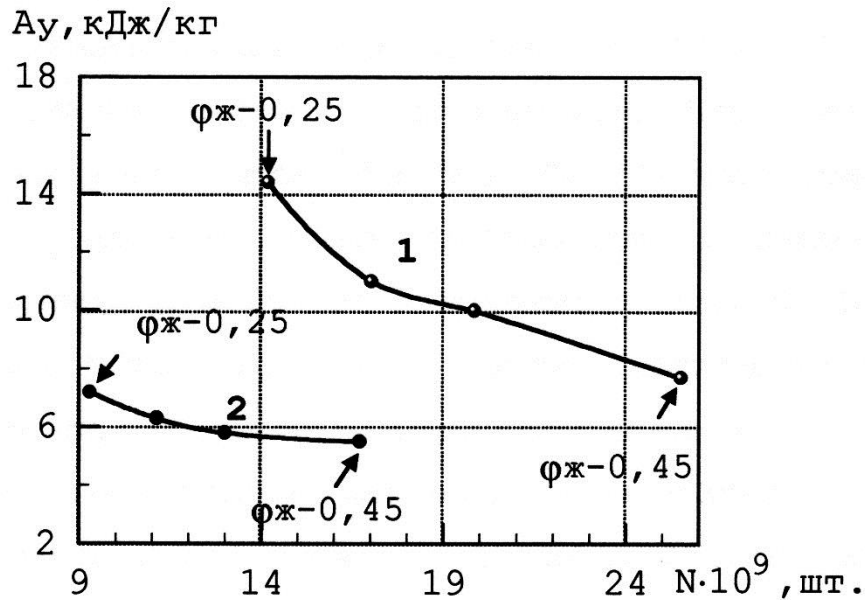


Рис. 4.18. Залежність енергії на сколочування молочних вершків від кількості ЖК в  $1 \text{ см}^3$  молочних вершків (при  $\phi_k = 0,43$ ):  
1 -літні вершки, 2 - зимові вершки.

Тому підвищення енергозатрат на перебіг процесу збивання літніх вершків в першу чергу можна пояснити вищим рівнем дисперсності молочного жиру і також більш високою міцністю оболонок жирових кульок . Встановлена закономірність вперше пов'язує енергетичні витрати на процес збивання молочних вершків із їхніми дисперсними характеристиками.

#### 4.5. Впливу режимів дозрівання на енергозатрати.

У процесі вироблення вершкового масла способом збивання важливе значення має процес дозрівання вершків. Суть процесу полягає у створенні умов для переведення частини жиру в кристалічний (тверде) стан і забезпечення необхідних змін в оболонках ЖК (гідрофобізацію поверхні, "ослаблення"



міцності). Практикою маслоробства та дослідженнями були встановлені параметри дозрівання вершків (температура і тривалість), які було рекомендовано в технологічних інструкціях [2].

Відомо [59], що недозрілі вершки можуть збиваються швидше, але жирність склотин у такому випадку зростає. Проведені дослідження енергозатрати на сколочування від тривалості періоду дозрівання. Результати досліджень енергетичних витрат на збивання від степені зрілості вершків представлені на рис. 4.19-3.20.

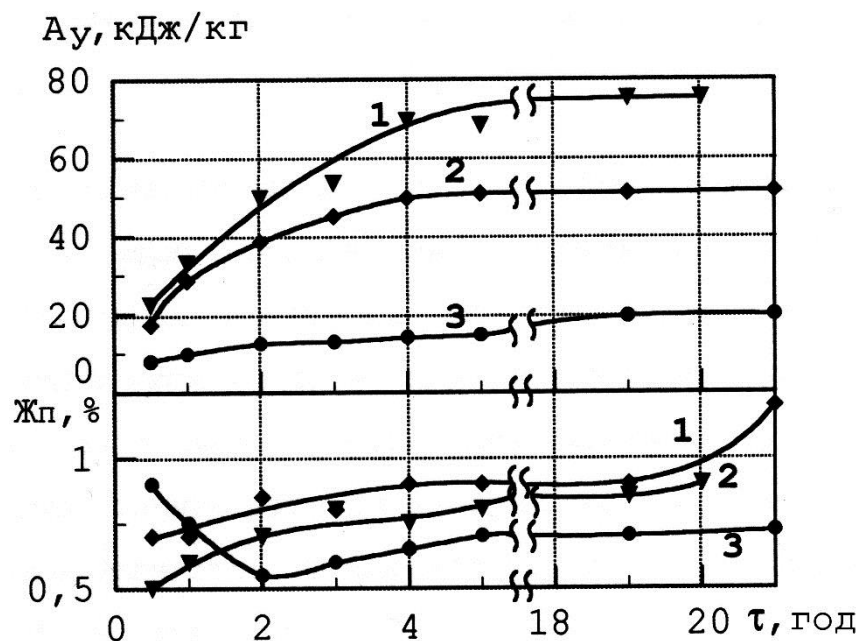


Рис. 4.19. Залежність витрат енергії на збивання і жирності склотин від ступеня зрілості вершків. Температура дозрівання 6 °С; температура збивання, °С: 1 і 2 - 14, 3 -10; ЙЧ МЗ 1- 26,4, 2- 29,9, 3 -38,2.

Дво-, триразове збільшення енергетичних спостерігалось у всіх дослідах при зростанні тривалості дозрівання вершків. В той же час тривалість збивання зростає також приблизно в два рази, збільшується середня потужність, що витрачається на збивання, а максимальна потужність при цьому зростає приблизно на 50%. Після перших 4-5 годин процесу дозрівання витрати не викликає значного її приросту.

Отже, можна допустити, що усі найважливіші перетворення в молочних вершках (кристалізування молочного жиру, зростання в'язкості, перетворення в оболонках жирових кульок) мають місце протягом перших 4-5 годин дозрівання. Результати досліджень вмісту кристалічної фази в молочному жирі вершків наведені на рис. 4.21.

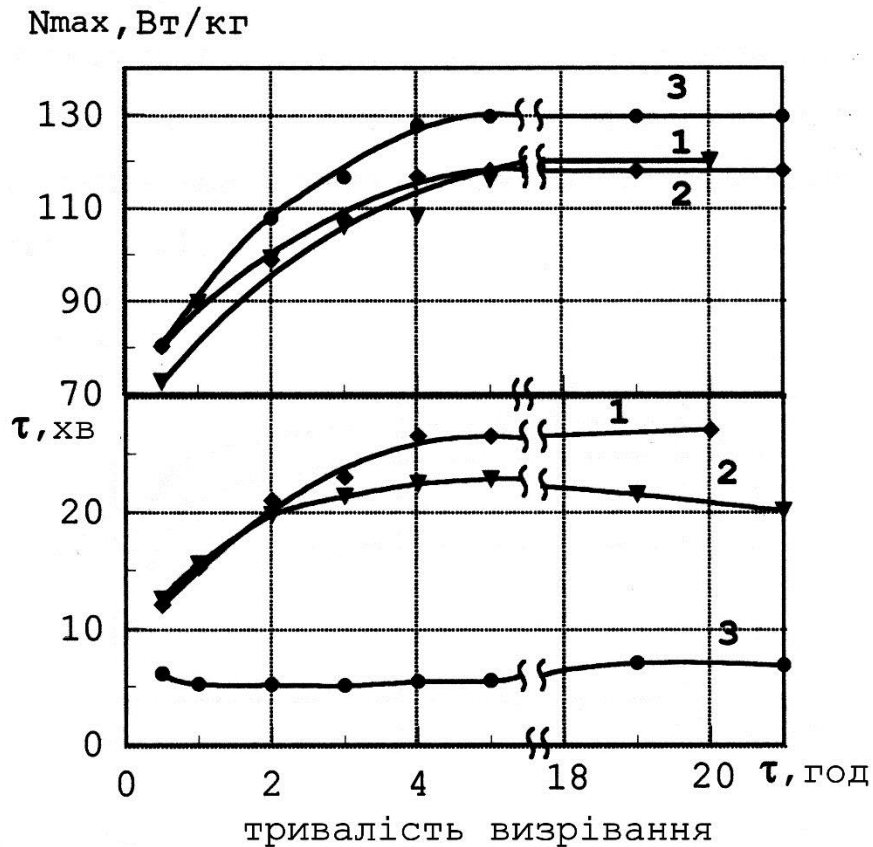


Рис. 4.20. Залежність максимальної потужності ( $N_{max}$ ) і тривалості збивання від ступеня зрілості вершків. Температура дозрівання  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; температура збивання,  $^{\circ}\text{C}$ : 1 і 2- 14, 3- 10;

Таким чином, підвищення енергозатрат на здійснення збивання вершків (перш за все за рахунок тривалості збивання), що дозрівають понад 2-х годин (від 2 до 20), проходить не за рахунок кристалізування молочного жиру, а властивостей оболонки жирових кульок - підвищення їх стійкості (міцності). Енергозатрати на сколочування вершків, що дозрівали 5-20 год. зростають в порівнянні з вершками дозрівали 2 год години 30-60%.

Жирність сколотин для зимових незначно зростає в діапазоні тривалості дозрівання від 0,5 до 2-3 годин, а потім стабілізується. Для літніх вершків при короткочасному дозріванні спостерігаються підвищені відходи жиру в сколотини, а потім по мірі збільшення тривалості дозрівання тенденція зміни жирності маслянки повторює таку для зимових вершків.

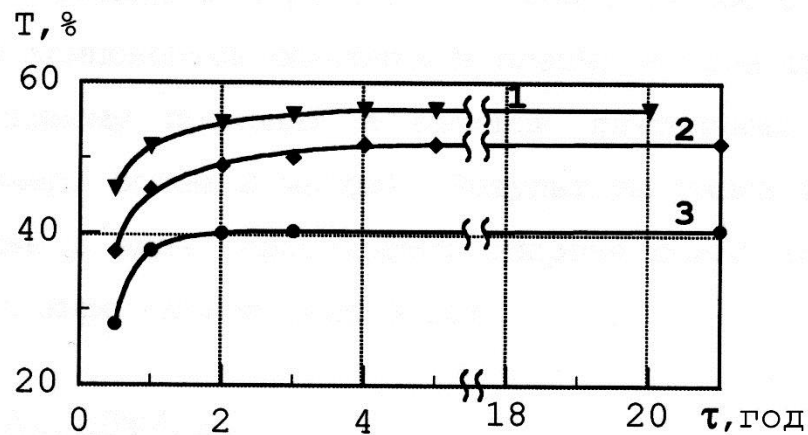


Рис. 4.21. Вміст кристалічної фази в молочному жирі вершків в залежності від тривалості дозрівання. Жирність молочних вершків 35.0%; температура дозрівання 6 °С; температура збивання, °С: 1 і 2 14, 3 10; ЙЧ МЗ 1- 26,4, 2- 29,9, 3- 38,2.

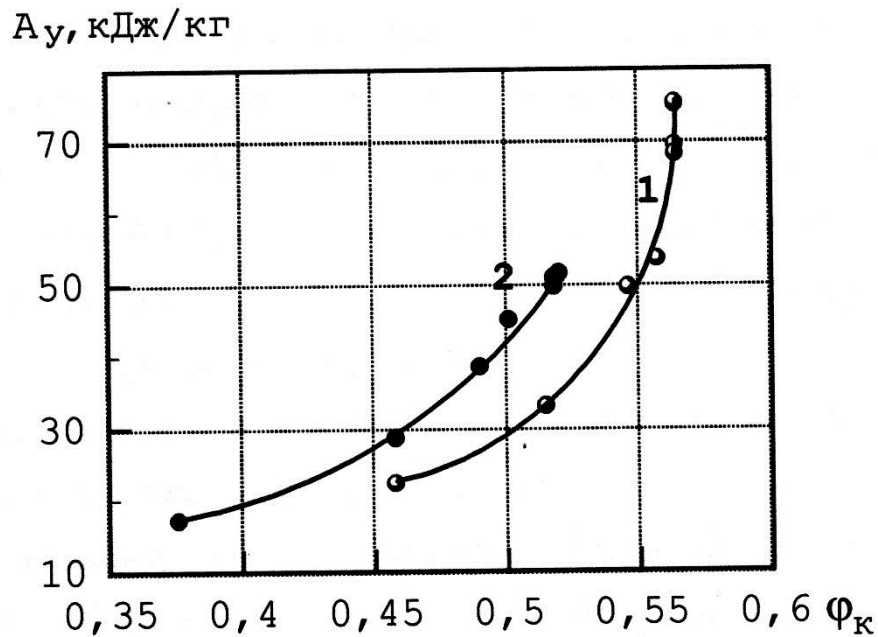


Рис 4.22. Залежність витрат енергії на збивання від вмісту кристалічної фази жиру в вершках. Жирність молочних вершків 35.0%; температура дозрівання 6 °С; температура збивання 10 °С; ЙЧ МЗ 1 -26,4, 2- 29,9.

На нашу думку, першопричиною підвищення витрат енергії в міру збільшення тривалості дозрівання, є кристалізація тригліцеридів в жирових кульках, що викликає зміни в структурі і властивостях оболонок. Результати досліджень також представлені у вигляді залежності: енергія збивання - кристалічна фаза в жирі молочних вершків (рис 4.22).

Фактично ця залежність має такий же характер, що і попередня: енергія - кристалічна фаза для випадку, коли кристалічна фаза змінюється температурою збивання вершків. Таким чином енергозатрати в однаковій мірі залежать від температури збивання вершків і тривалості їх дозрівання.

#### 4.6. Вплив концентрації жирової фази на енерговитрати

Жирність вершків, використовуваних в процесах виробництва масла, варіює в широких межах. У загальному існує тенденція до зниження тривалості збивання при підвищенні жирності вершків [1,3,12]. Для дослідження впливу концентрації жирової фази на енерговитрати використовували вершки з масовою долею жирової фази 10 -55% при температурах збивання 10, 14, 18 °С. Результати дослідів на зимових вершках у зимовий період наведені на рис. 4.23 і 3.24.

Питома потужність, що витрачається на збивання, при підвищенні жирності вершків, а одночасно і їх в'язкості збільшується, то тривалість збивання, навпаки, різко падає. При жирності вершків 30-40% характер зміни потужності аналогічний до описаного в пункті 4.1.2. Особливо різко зростає потужність при підвищенні жирності вершків більше 45% і досягає максимальних значень вже на перших хвилинах.

За низької жирності вершків (25% і менше) на початковій стадії збивання зростання потужності незначне. Це обумовлено нижчою в'язкістю і значно меншим насиченням піни жировими кульками.

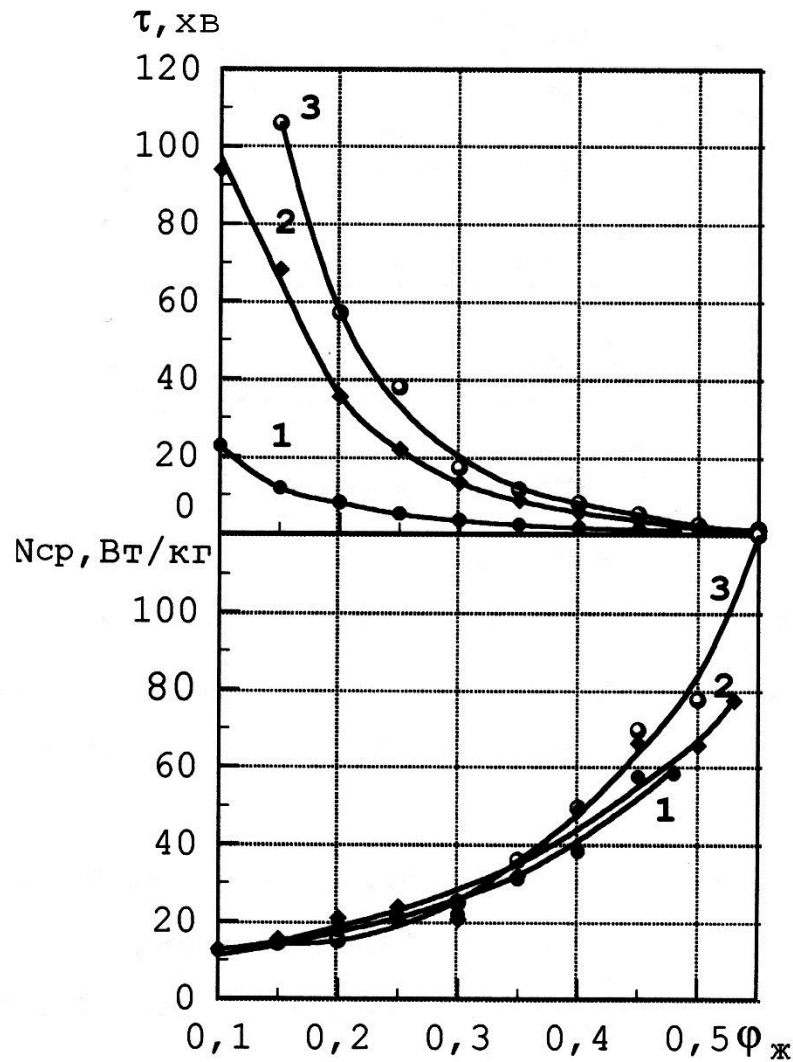


Рис. 4.23. Залежність тривалості збивання і середньої питомої потужності на збивання від вагової частки жиру у молочних вершках. Температура збивання, С°: 1- 18, 2 -14, 3- 10.

Аналіз експериментальних даних показує, що енергозатрати на сколочування пропорційні тривалості збивання. В свою чергу тривалість збивання в значній мірі залежить від жирності вершків. В області практично використовуваної жирності при виробництві масла в МПД від 45 до 30% - енергетичні витрати зростають у 5-6 разів. Якщо при збиванні 35% вершків при 14 °С збивання триває 8,6 хв., то зниження жирності на 5% збільшує тривалість

збивання на 55%. При жирності вершків (більше 45%) різниця в тривалості збивання змінюється мало для різних температур збивання. При зниженні температури збивання збільшується значення потужності та часу збивання.

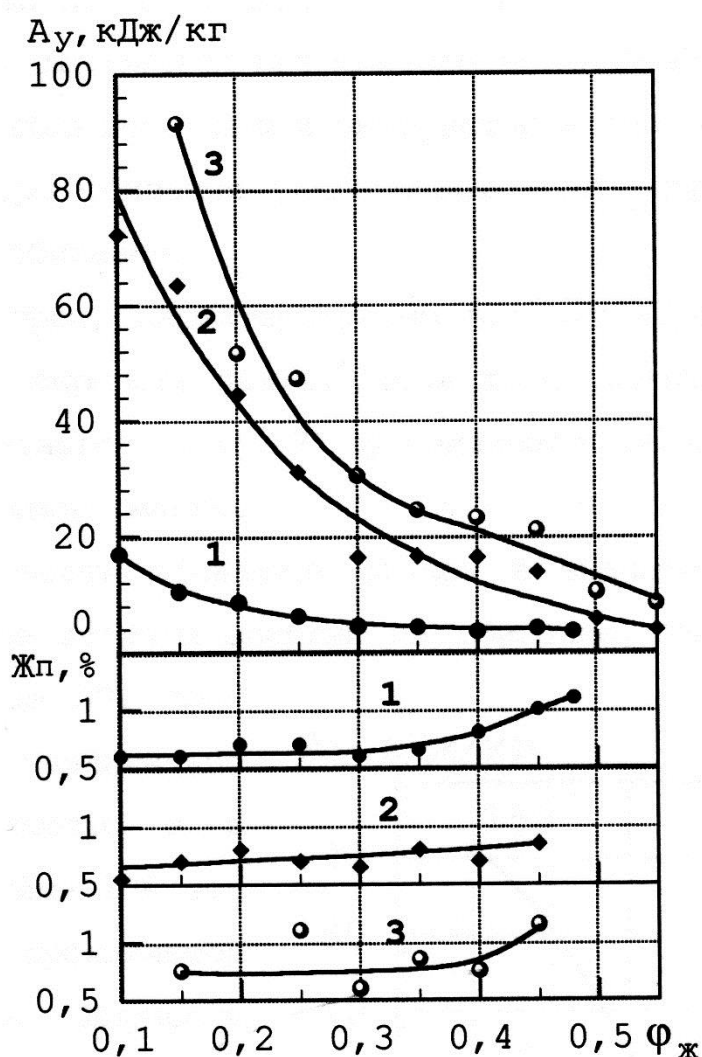


Рис. 4.24. Залежність енергії на збивання та жирності сколотин від вагової частки жиру у молочних вершках. Температура збивання, С °: 1 -18, 2- 14, 3- 10;

Важливим параметром, що характеризує визначає ступінь агрегації ЖК при збиванні, є жирність сколотин оскільки це впливає на витрату молока на одиницю виробленого масла. На рис. 4.25 показана залежність питомих витрат від робочої температури процесу збивання для молочних вершків різної жирності. Суттєво зростають енергетичні витрати при жирності вершків менше 30%. При збиванні вершків в МПД за участю газової фази агрегація жирових

кульок відбувається на поверхні розділу повітря-плазма, а також і в об'ємі водної фази. Тривалість збивання і, відповідно, витрати енергії на процес, залежать від числа зіткнень ЖШ в одиничному об'ємі вершків в одиницю часу. Згідно залежності (2.2) кількість зіткнень є залежним від кількості жирових кульок в квадраті.

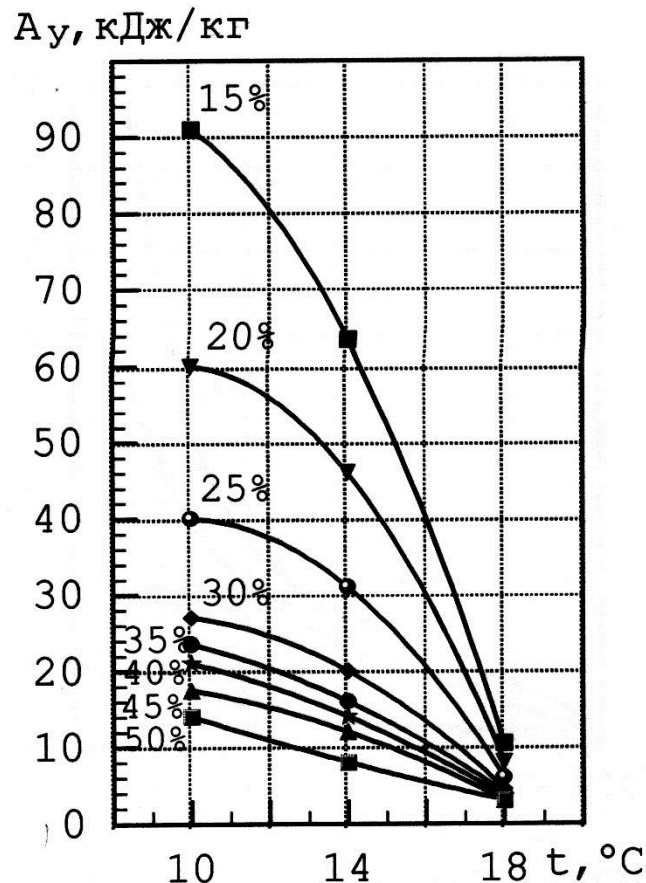


Рис. 4.25. Залежність витрат енергії на збивання від температури. жирність вершків вказана на графіку.

Отримана залежність показана на рис. 4.26. Жирність вершків в даних дослідях змінювалася від 25 до 50%, а середній діаметр ЖК становив 3,54 мкм, градієнт швидкості зсуву - 980 с<sup>-1</sup>. При збільшенні кількості зіткнень ЖК тривалість процесу збивання може меншати більш як на порядок, проте необхідно враховувати, що не кожному зіткненні жирових кульок відбувається їх агрегація, але ймовірність т.зв. ефективних зіткнень, при яких злипаються ЖК і формується масляне зерно зростає.

В цей же час, для отримання вершків високої жирності зростають енергетичні витрати при сепаруванні, тому важливо дослідити сумарні витрати енергії

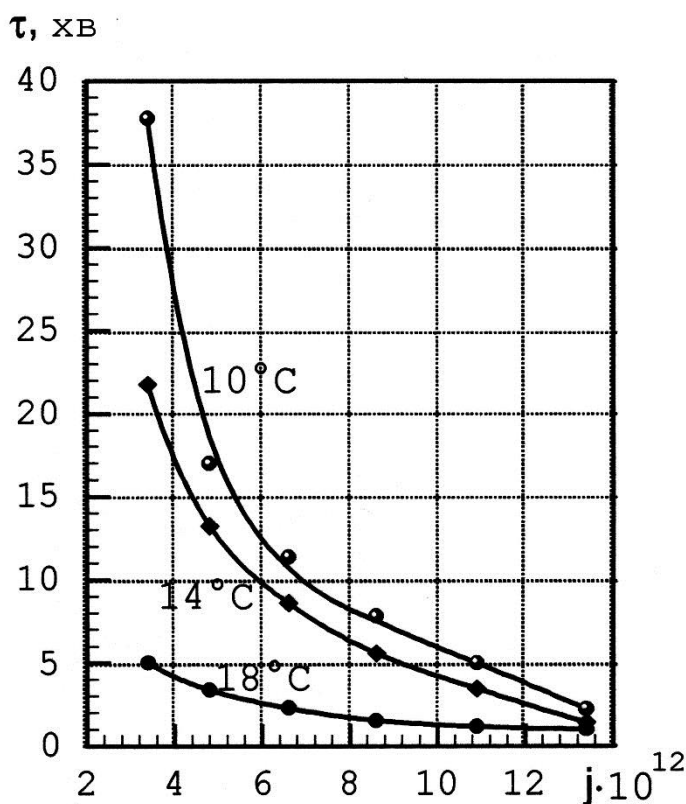


Рис. 4.26 Залежність часу збивання молочних вершків від кількості зіткнень жирових кульок. Температура збивання вказана на графіку.

Графік зміни сумарної питомої енергії аналогічний витратам енергії на збивання. Витрати енергії в області жирності від 25 до 50% значно нижчі, ніж при жирності нижче 25%. Сумарні питомі енергозатрати на проведення збивання і сепарування для вершків 45% -ої жирності приблизно на 16-30% нижчі, чим для вершків 25-30% -ої жирності.

Для розрахунку масловиготовлювача необхідно знати математичну залежність витрат енергії на сколочування молочних вершків від їх жирності. Обробка результатів досліджень (рис .3.28) дозволила отримати залежність енергозатрат на збивання від жирності молочних вершків у діапазоні жирності від 15 до 50% з відмінним складом жиру.



$$A_y = C \cdot \varphi_{ж}^{-1,8}$$

де  $A_y$  - питома енергія на збивання, кДж / кг;

$C$  - коефіцієнт;

$\varphi_{ж}$  - вагова частка молочного жиру у вершках.

Значення коефіцієнту " $C$ " знаходиться в діапазоні від 2,2 до 7,8 одиниць і залежить від хімічної структури молочного жиру. Значення коефіцієнта " $C$ " (3.1) в залежності від йодного числа молочного жиру визначається за формулою:

$$C = 2 \cdot 10^{21} \cdot \text{ЙЧ}^{-14} + 2,1,$$

де  $\text{ЙЧ}$  - йодне число жиру.

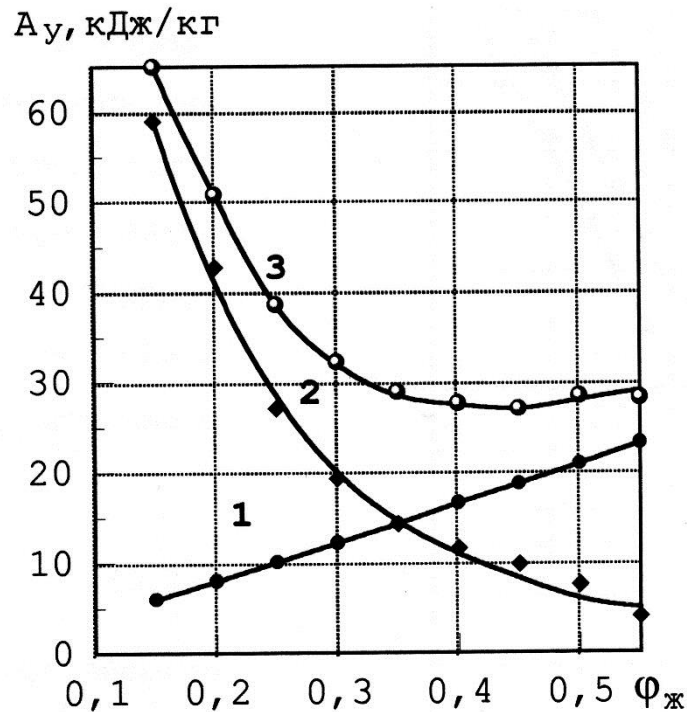


Рис. 4.27. Залежність витрат питомої енергії від жирності молочних вершків:

1 - на сепарування молока;

2 - на збивання;

3- сумарні витрати енергії для сепарування та збивання.

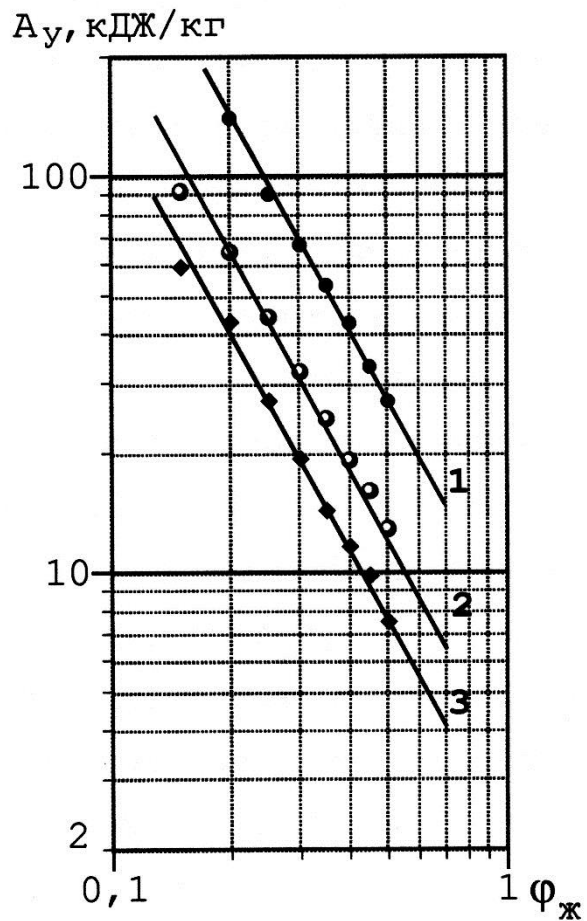


Рис. 4.28. Залежність витрат питомої енергії на процес збивання молочних вершків від масової частки молочного жиру у вершках. ЙЧ МЗ: 1- 29,5; 2- 31,8; 3- 38,6.

## 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

### 5.1 Заходи з охорони праці.

До основного технологічного обладнання по виробництву масла вершкового відносяться: зважуючі приймальні місткості, насоси, сепаратори, пастеризаційні установки, сепаратори для отримання високожирних вершків, маслоутворювач, маслообробник, дестабілізатор, технологічні візки, установка для фасування масла.

Основні вимоги з безпечної експлуатації електричних насосів і тестабілізатора передбачають в першу чергу якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети. Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”.

Нормативним документом, який регламентує рівень шумів для різних категорій робочих місць і службових приміщень являється ГОСТ 12.1.003-83 “ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки”.

Під час роботи підтікання насосу не повинно перевищувати встановлених для даної конструкції максимальних нормативних значень.

При несправному насосі (при задіванні робочих органів за корпус, кришку, при підвищеній вібрації та шумі) працювати не дозволяється.

Технологічні місткості закритого типу повинні в першу чергу забезпечувати герметичність.

Підтікання є недопустимим фактором, оскільки створює додаткові небезпечності для обслуговуючого персоналу (слизька підлога, підвищена вологість). Зростає імовірність падіння і отримання травм, а також ураження електричним струмом.

Головними вимогами, які слід витримати при експлуатації сепараторів-молокоочищувачів і сепараторів-вершковідділювачів, є:

- пуск і зупинка машини може проводитись тільки відповідальною за експлуатацію особою, призначеною відповідним наказом або розпорядженням на підприємстві;

- до обслуговування сепараторів допускаються працівники, які мають досвід роботи, пройшли спеціальну підготовку і вивчили інструкцію з експлуатації;

- перед пуском слід перевірити наявність заземлення, надійність кріплення болтових з'єднань, щільність закриття кришок;

- категорично забороняється знімати кришку сепаратора до повної зупинки;

- тарілки після миття слід монтувати суворо у встановленому порядку згідно нанесеної на них нумерації;

- у випадку постійного наростання вібрацій при роботі (входженні сепаратора у зону резонансу) слід відключити подачу електричного струму і негайно покинути приміщення цеху до повної самовільної зупинки сепаратора.

Відкриті місткості слід розмішувати на висоті, яка б унеможливила випадкове падіння у них обслуговуючого персоналу. Рекомендується встановлення захисних огорож.

Перед і після подачі продукту місткість слід обов'язково піддавати миттю.

При експлуатації установок для пастеризації суттєву небезпеку становлять ситуації, пов'язані з тепловими опіками. Стандартами передбачається максимально допустима температура поверхонь, які є вільні для дотику, не більша від 50°C. З метою забезпечення нормальних умов праці пропонується застосовувати теплоізоляцію або кожухи, які б забезпечували відсутність

вільних умов дотику до нагрітих поверхонь. Для деяких випадків допускається застосування тканинних рукавиць (ГОСТ 12.4.020–82).

Маслоутворювачі і маслообробники (закритого конструктивного виконання) можна віднести до машин малого рівня небезпеки. Вони не працюють при великих надлишкових тисках, чи високих температурах. Робочі органи закриті зовні огорожуючими конструктивними елементами. Температура охолоджуючої рідини є недостатньо низькою, щоб становити небезпеку для здоров'я обслуговуючого персоналу.

Джерелом живлення приводу маслоутворювача і маслообробника є мережа промислового струму наругою 380 В, тому при його експлуатації слід звернути увагу на основні правила техніки безпеки при роботі з електрообладнанням.

Робочі елементи машини (ножі-мішалки) конструкційно розміщуються в закритому просторі тому явної небезпеки не становлять. Проте маслоутворювачі і маслообробники можуть працювати при порівняно великих обертах робочих органів, що може спричиняти вібрацію і шум. Дані апарати приводяться в рух електричними двигунами, і повинні відповідати ПУЕ, бути надійно заземленими, так як під час роботи на них можуть накопичуватися значні заряди статичної електрики. Передачі приводу повинні бути закриті захисними кожухами. Повинні використовуватись також запобіжні пристрої для безпеки при ремонті чи оглядах.

Для зниження ступеня ураження електричним струмом передбачено окремий вимикач. На протязі всього терміну експлуатації маслоутворювача необхідно слідкувати за станом ізоляції на струмоведучих елементах мережі та використовуваного заземлення. Останнє діє можливість уникнути ураження електричним струмом при торканні корпусу неізольованих частин маслоутворювача. Вибір заземлення вибирається згідно з ГОСТ 12.1.030-81.

Основним джерелом шуму в маслоутворювачі є електродвигун приводу ножів-мішалок і самі ножі-мішалки. Оскільки рівень шуму двигуна маслоутворювача перебуває в межах нормативів, то вважаємо, що ніяких

додаткових засобів по зниженню рівня шуму електричного двигуна приводу здійснювати недоцільно. Для зменшення рівня шуму передач приводу робочих органів пропонується закрити їх захисними кришками.

При експлуатації фасувального автомату особливу увагу слід звернути на його герметичність і відсутність підтікання. Відкриті рухомі частини (зубчасті сегменти, муфти, виступаючі кінці валів, махові колеса, гребінки тощо), передачі (шків, паси) повинні мати захисні засоби, які забезпечують безпеку при обслуговуванні, виступаючі частини машин, що обертаються (шпонки, штопорні гвинти тощо) закриті гладенькими футлярами; зубчасті шестерні, муфти редукторів закриті з усіх сторін кожухами (щитками).

Для забезпечення безпечної роботи під час експлуатації і ремонту обандеролювальної машини необхідно дотримуватись наступних мір безпеки:

При несправності ламп пульта, що сигналізують, працювати на машині забороняється. Всі обертові частини обандеролювальної машини при роботі повинні бути закриті кожухами. Забороняється працювати на машині при знятих чи відкритих кожухах.

Запірна арматура (вентилі, крани, клапани), ущільнювальні пристрої і з'єднання трубопроводів повинні бути в справному стані і мати надійні ущільнення. Проходи навколо машини й у зоні обслуговування не повинні захищатися сторонніми предметами.

Роботи, зв'язані з ремонтом чи санітарну обробку машини, повинні здійснюватися тільки після відключення електроенергії і повного зняття тиску стиснутого повітря у вузлах машини. Забороняється робити які-небудь ремонтні роботи чи збирання машини під час її роботи.

Електроустаткування повинне експлуатуватися в справному стані.

Корпуса складових частин машини повинні роздільно, кожна складова частина машини, заземлюватися із внутріщевим контуром заземлення відповідно до правил експлуатації електроустановок.

Напруги електричних ланцюгів керування і сигналізації повинні бути не більшими від 42 В, 50 Гц.

Періодичний огляд і обслуговування повинні забезпечувати справний стан: перемичок заземлення, електричних з'єднань корпусу електродвигуна, сполучних коробок, мікрореле і пульта з корпусами складових частин машини, знаків заземлення і попереджуючих знаків "Обережно! Електрична напруга", нанесених на кришки сполучних коробок і вивідного пристрою електродвигуна, болтів і контактних поверхонь затисків заземлюючих складових частин машини. До обслуговування електроустаткування можуть допускатися особи обслуговуючого електротехнічного персоналу, що мають необхідну кваліфікацію по техніці безпеки відповідно до Правил техніки безпеки при експлуатації і знаючі призначення й принцип роботи машини.

Пристрої для пуску і зупинки машин і агрегатів розміщують так, щоб ними можна було користуватися зручно і швидко. Всі частини машин, апаратів, які треба змащувати, мають автоматичні мастильні прилади. Якщо таких приладів немає, а підшипники треба наповнити мастилом під час роботи трансмісії, змащувати їх можна лише при безпечному підході до підшипників, або при допомозі спеціальних трубок і маслянок, виведених у безпечну і зручну зону.

## 5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Цивільна оборона України організується за територіально-виробничим принципом на всій території і являє собою сукупність структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться на всій території держави, як правило, заздалегідь, з врахуванням особливостей кожного району. Цивільна оборона організується за територіально-виробничим принципом. Згідно з класифікацією надзвичайних ситуацій, затвердженою постановою Кабінету Міністрів України 15.07.1998 р. №1099 надзвичайні ситуації (НС) на території України поділяються на:

- НС техногенного;
- НС природного;
- НС соціально-політичного;
- НС воєнного характеру.

Крім того, з такою класифікацією добре узгоджується класифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів, встановлена ГОСТ 12.0.003-74.

У більшості випадків техногенні аварії пов'язані з неконтрольованим, мимовільним виходом у навколишнє простір речовини чи енергії. Мимовільне вивільнення енергії приводить до промислових вибухів, а речовини - до вибухів, пожежам і хімічному забрудненню навколишнього середовища.

Вибух - процес швидкого некерованого фізичного чи хімічного перетворення системи, що супроводжується переходом її потенційної енергії в механічну роботу. Механічна робота, чинена при вибуху, обусловлена швидким розширенням газів чи пари. Причиною вибухового процесу можуть лежати як фізичні так і хімічні перетворення.

Фізичний вибух найчастіше зв'язаний з неконтрольованим вивільненням потенційної енергії стиснутих газів із замкнутих обсягів машин і апаратів, сила вибуху стиснутого чи зрідженого газу залежить від внутрішнього тиску цього резервуара.

Параметрами, по яких визначають потужність вибуху, є енергія вибуху і швидкість її виділення. Енергія вибуху визначається фізико-хімічними перетвореннями, що протікають при різних типах вибухів.

У виробничих умовах можливі наступні основні види вибухів: вільний повітряний, наземний, вибух у безпосередній близькості від об'єкта, а також вибух усередині об'єкта (виробничого спорудження).

Суттєву небезпеку становлять пожежі.

Під пожежею розуміють неконтрольований процес горіння, що супроводжується знищенням матеріальних цінностей і створює небезпеку для життя людей. Причиною виникнення пожеж на промислових об'єктах можна розділити на двох груп. Перша - це порушення протипожежного режиму чи



необережне поводження з вогнем, друга - порушення пожежної безпеки при проектуванні і будівництві будинків. Пожежі можуть виникнути при вибуху в чи приміщеннях виробничих апаратах при вибоках і аварійних викидах пожежовибухонебезпечних середовищ в обсяги виробничих приміщень.

Пожежа є хімічною реакцією між горючими речовинами і киснем повітря (чи іншим видом окисного середовища). Для того щоб виникла пожежа необхідно три компоненти: пальне, кисень і первісне джерело теплоти з енергією, достатньої для початку реакції горіння.

Утворення полум'я пов'язано з газоподібним станом речовини, тому горіння рідких і твердих речовин, що супроводжується виникненням полум'я, припускає їхній попередній перехід у газоподібну фазу.

При пожежах існує кілька різних небезпечних факторів. Перший з них - це підвищені температури в зоні горіння. Вони можуть привести до теплових опіків поверхні шкіри і внутрішніх органів людей, а також викликати втрату несучої здатності будівельних конструкцій будинків і споруджень. Другим фактором є надходження в повітря робочої зони значної кількості шкідливих продуктів згорання, у більшості випадків, що приводить до гострих отруєнь людей.

На багатьох підприємства для технологічних цілей застосовують шкідливі, у тому числі сильнодіючі отруйні речовини (СДОР). Так, наприклад, часто застосовуються хлор і аміак. Широко застосовуються також луги, кислоти й інші агресивні і сильнодіючі речовини. При аварійних розгерметизаціях ємкостей, устаткування, зі змістом токсичних чи речовин їхнім перевезенням, пов'язані з підвищеним ризиком небезпек, тому що при виході на рудію цих речовин приводить до перевищення гранично припустимої концентрації, що може викликати людські жертви.

У залежності від термодинамічного стану рідини при збереженні в ємності, можливо три варіанти протікання процесу при розгерметизації ємності:

- при великих перегрівках рідина може цілком переходити в зважений і пароподібний стан з утворенням токсичних, шкідливих і пожежовибухонебезпечних сумішей;

- при низьких енергетичних параметрах рідини відбувається спокійний її пролив на тверду поверхню, а випар здійснюється шляхом тепловіддачі від твердої поверхні;

- проміжний режим, коли в початковий момент відбувається різке скипання рідини з утворенням мілкодисперсної фракції, а потім настає режим вільного випару з відносно низькими швидкостями.

Ряд речовин у промислових умовах зберігається і використовується при низьких температурах (криогенних температурах) у рідкому стані. Найбільше часто зустрічаються: рідкий кисень і азот, рідкий водень, гелій і т.д. Ці речовини в загальноприйнятому розумінні не можна назвати отруйними чи токсичними, але надходження їхній в атмосферу у великій кількості може викликати витиснення з її кисню, що також створить визначених розмірів небезпечну зону. Крім того деякі з цих речовин є чи окислювачами пожежовибухонебезпечними речовинами, низькі температури цих речовин можуть привести до додаткових небезпечних факторів, таким як потенційна небезпека опіків поверхні тіла і внутрішніх органів у людей, а також до втрати несучої здатності силових елементів будинків, машин і механізмів за рахунок холодоломкості.

Будь-яке устаткування підвищеного тиску повинне бути укомплектовано системами вибухозахисту, що припускають:

- застосування устаткування, розрахованого на тиск вибуху;
- застосування гідрозатворів, вогнезагороджувачів, інертних чи парових завіс;
- захист апаратів від руйнування при вибуху за допомогою пристроїв аварійного скидання тиску (запобіжні мембрани і клапани, швидкодіючі засувки, зворотні клапани і т.д.).

Вибухозахист систем підвищеного тиску досягається також організаційно-технічними заходами; розробкою інструктивних матеріалів, регламентів, норм і правил ведення технологічних процесів; організацією навчання й інструктажу обслуговуючого персоналу; контролем і наглядом за дотриманням норм

технологічного режиму, правил і норм техніки безпеки, промисловій санітарії і пожежній безпеці і т.п.

Трубопроводи. Для того щоб зовнішній вигляд трубопроводу вказував на властивості середовища, що транспортується, уведене їх пізнавальне (сигнальне) фарбування (ДСТ 1402-69). Наприклад: вода - зелений, повітря - синій, луґу - фіолетові і т.д.

Для позначення виду небезпеки речовини, що транспортується по трубопроводу, на його поверхню додатково наносять сигнальні кільця. Їхнє число визначається ступенем небезпеки. Кільця передбачені: червоного кольору - для вибухонебезпечних; зеленого кольору - для безпечних і нейтральних речовин; жовтого кольору - для токсичних речовин, а також глибокого вакууму, високого тиску.

Усі трубопроводи після монтажу і періодично в процесі експлуатації піддаються гідравлічним іспитам на міцність при спробному тиску на 25% перевищуючому робоче, але не менш 0,2 Мпа.

Запобіжні пристрої. Кожна судина чи ємність повинна додатково бути постачений пристроєм від підвищення тиску вище припустимого. Як запобіжні пристрої застосовуються:

1) запобіжні мембрани - гранична простота їхньої конструкції характеризує їх як самі надійні з всіх існуючих засобів вибухозахисту, крім того вони практично не мають обмежень по пропускній здатності. Хоча в них є свої істотні недоліки, що після спрацьовування устаткування, що захищається, залишається відкритим, що приводить до зупинки устаткування і викиду в атмосферу вмісту апарата;

2) вибухові клапани - використання їх на технологічному устаткуванні дає можливість усунення негативних наслідків, тому що після спрацьовування і скидання необхідної кількості газу через вибуховий клапан його отвір знову закривається, забезпечуючи тим самим тривалість роботи устаткування. До їхнього недоліку варто віднести велику інерційність у порівнянні з мембранами, значну складність конструкції, а також недостатню герметичність;

3) пружинні запобіжні клапани є самими розповсюдженими в даний час засобом захисту технологічного устаткування від вибуху. Однак і вони мають ряд істотних недоліків, в основному через велику інерційність як вантажних, так і пружинних конструкцій клапанів.

Автоматична пожежна сигналізація є важливою мірою запобігання великих пожеж, тому що час між виникнення пожежі і приїзду пожежної бригади проходить значно багато, що в більшості випадків приводить до повного охоплення полум'ям приміщення. Основна задача автоматичної пожежної сигналізації - виявлення початкової стадії пожежі, передача повідомлення про місце і час его виникнення і при необхідності включення автоматичних систем пожежегасіння і димовидалення.

Функціонально автоматична пожежна сигналізація складається з приймально-контрольної станції, що через сигнальні лінії з'єднана з пожежними сповіщувачами. Задача сигнальних сповіщувачів є перетворення різних проявів пожежі в електричні сигнали.

Швидкість спрацьовування автоматичної пожежної сигналізації в основному визначається швидкістю спрацьовування первинних сповіщувачів. В даний час найбільш часто використовуються теплові, димові, світлові і звукові пожежні сповіщувачі.

Запобігання розвитку пожежі залежить не тільки від швидкості его виявлення, але і від вибору засобів і способів пожежегасіння.

Вибір засобів і способів пожежегасіння. Для придушення процесу горіння можна знижувати вміст пального компонента, окислювача (кисню повітря), знижувати температуру чи процесу збільшити енергію активації реакції горіння. Відповідно до цього в даний час при гасінні пожеж використовують один з наступних основних способів:

- ізоляцію вогнища горіння від чи повітря зниження шляхом розведення повітря непальними газами, концентрації кисню в повітрі до значення, при якому не може відбуватися процес горіння;

- охолодження вогнища горіння нижче визначених температур (температур samozапалювання, запалення і спалахи пальних речовин і матеріалів);

- інтенсивне інгібування (гальмування) швидкість хімічної реакції окислювання;

- механічний зрив полум'я в результаті впливу на нього сильного струменя чи газу рідини;

- створення умов вогнезагородження, при яких полум'я змушене поширюватися через вузькі канали.

Для реалізації перерахованих способів гасіння пожеж використовують різні вогнегасячі речовини. До них відносяться в першу чергу вода найдешевший і доступний матеріал, пісок, пожежні щити з устаткуванням, вогнегасники є одним з найбільш ефективних первинних засобів пожежегасіння, інертні розріджувачі застосовуються для об'ємного гасіння, останнім часом для гасіння пожеж усе більш широко застосовують вогнегасячі порошки.

Багато хто вогнегасячі речовини, застосовувані в автоматичних системах пожежегасіння, ушкоджують технологічні установки. Тому вибір типу вогнегасячої речовини повинний визначатися не тільки швидкістю і якістю гасіння пожежі, але і необхідністю забезпечити мінімальне сумарне ушкодження, що може бути заподіяно будинку й устаткуванню.

Висновки. Для уникнення і мінімізації важких наслідків надзвичайних ситуацій надзвичайно важливим є забезпечення заходів з інженерного захисту від можливих негативних чинників.

## Висновки

1. Обґрунтовано використання масловиготовлювачів періодичної дії на підприємствах невеликої продуктивності. Проведений аналіз конструкцій масловиготовлювачів та основних технологічних параметрів, які впливають на процес виробництва.

1. Дослідження особливості зміни потужності при збиванні вершків. Показано, що зміна потужності відповідає зміні в'язкості в парі вершки-повітря і фізико-хімічним процесам, які відбуваються на різних етапах збивання.

2. Отримано залежності витрат енергії на збивання вершків від температури збивання.

3. Встановлено що для збивання вершків літнього періоду року потрібно більш високі витрати енергії в порівнянні з вершками зимового періоду року. Це викликано дисперсними характеристиками жирової фази молочних вершків. У вершках літнього періоду середній діаметр ЖШ нижчий, в результаті їх об'єм в 1,5 рази менший, а кількість їх в  $1\text{см}^3$  відповідно в 1,5 більша ніж у вершках зимового періоду року.

4. Встановлено, що на процес збивання впливає попередня підготовка (дозрівання).

5. Отримано залежність витрат енергії на збивання від концентрації в них жиру, що показує різке зменшення енергозатрат з підвищенням величини жирності вершків.

Отже, суттєвого зменшення енергозатрат на збивання можна досягти шляхом збільшення жирності молочних вершків до 40- 45%.

6. Зміна геометричних параметрів бочки зменшить вібрацію бочки і покращить умови роботи підшипникових вузлів при обробці масляного пласту, проведено розрахунок основних параметрів масловиготовлювача періодичної дії.

7. Вирішені питання охорони праці та техніки безпеки у надзвичайних ситуаціях.



## Перелік посилань

1. Белоусов А. П. Физико-химические процессы в производстве масла сбиванием сливок. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 264 с.
2. Сборник технологических инструкций по производству сливочного и топленого масла/ Вышемирский Ф.А., Качераускис Д.В., Красуля Н.Г., Ожгихина Н.Н., Силин В.М., Стаховский В.А., Хмельницкий Ю.В. -Углич: ВНИИМС, 1989. -300 с.
3. Грищенко А.Д. Сливочное масло. -М: Легкая и пищевая промышленность, 1983. -296 с.
4. Лукьянов Н.Я. Теория и расчет молочных сепараторов//Труды ВНИИМ. - М.: Пищепромиздат, 1950. Вып.12. -103 с.
5. Лукьянов Н.Я., Барановский Н.В. Оборудование предприятий молочной промышленности. -М.: Пищепромиздат, 1958. -С. 176-208.
6. Жага М.М., Вышемирский Ф.А. Разработка методов созревания сливок в потоке: Сборник тезисов докладов научно-технической конференции молодых специалистов маслодельной и сыродельной промышленности. - М.: -1974 . -С. 41-42.
7. Вышемирский Ф.А., Жага М.М. Изменение свойств сливок в зависимости от режимов охлаждения и продолжительности выдержки/ / Труды ВНИИМСа. - 1978. вып. XXV. -С. -17-28.
8. Гуляев-Зайцев С.С. Развитие научных основ процессов маслообразования, интенсификация существующих и разработка новых технологий в маслоделии: Диссертация на соискание ученой степени док. техн, наук:05.18.04/ Технол. НИИ молока и мяса. - К., 1988. -441 с.
9. Грищенко А.Д. О кинетике маслообразования//Молочная промышленность. - 1953. -№4. -С. 28-32.
10. Белоусов А.П. О роли поверхностных явлений в процессе маслообразования//Молочная промышленность. -1953. -№9. -С. 28-34.



11. Белоусов А.П. Физико-химическая теория сбивания масла//Молочная промышленность. -1948. -№1. -С. 21-28.
12. Шувалов В.Н. Эффективность и производительность маслосбивателей с мешалками//Молочная промышленность. -1951. -Р5. -С. 29-34.
13. Гуляев-Зайцев С.С., Ересько Г.А. Исследования процессов маслообразования при периодическом сбивании сливок и разработка нового оборудования малой мощности// Мясо и молоко 4. -1995. -№2. -С. 131-135.
14. Климов В.П. Конструктивные особенности и сравнительная оценка основных узлов маслоизготовителей непрерывного действия//Маслодельная и сыродельная промышленность -И.: ЦНИИТЭИ- мясомолпром. -192. -1975. -С. 2-18.
15. Кузьмин Ю.Н. Современные зарубежные маслоизготовители непрерывного действия. -М.: ЦНИИТЭИ Легпищемаш, 1971. -25 с.
16. Вышемирский Ф.А. Производство масла способом непрерывного сбивания. —М.: ЦНИИТЭИ Пищевая промышленность, 1968. -40 с.
17. Анализ современного состояния техники и технологии производства сливочного масла способом непрерывного сбивания и научное обоснование его развития/Мотекайтис П., Люткявичюс А., Себяцкис Л., Юодишюс Э., Качераускис Д. -Каунас: Литовский филиал ВНИИМС, 1990. -87 с.
18. Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. -С. 169-181.
19. Кимачинский С.И., Ересько Г.А. Пути сокращения жирности пахты при производстве масла методом непрерывного сбивания//Направления рационального использования вторичного сырья в молочной Молочная промышленности:Сб. научи. трудов -К: УкрНИИНТИ, 1981. -С. 72-76.
20. Производство сливочного масла. Справочник/Под ред. Ф.А. Вышемирского. -М.:Агропромиздат, 1988. —С.303.
21. Бронюкайене Н., Качераускис Д. Исследования некоторых параметров механической обработки сливок в цилиндре сбивания маслоизготовителя

- непрерывного действия//Труды Литовского филиала ВНИИМСа. Вильнюс. - 1976. т.10. -С. 7-19.
22. Качераускис Д., Бержинскас Г. Производства сливочного масла на маслоизготовителе "Контимаб МВ-5"//Труды Литовского филиала ВНИИМСа. Вильнюс. -1969, т.4. -С. 67-73.
23. Вышемирский Ф.А. Маслоделие в России. -Углич:Изд-во Рыбчинский дом печати, 1998. -С. 214-232.
24. Вышемирский Ф.А., Качераускис Д.В. Производство масла способом непрерывного сбивания. —М.:ЦИНТИпищепром, 1968. -С.87.
25. Сурков В.Д., Карнаух В.И. Выбор зазора между лопастями мешалки и зеркалом цилиндра в маслоизготовителях непрерывного действия//Изв. вузов СССР, Пищевая технология. -1971. -№2. -С. 110-112.
26. Грищенко А.Д. Исследования влияния гидромеханических условий на длительность сбивания сливок в обивателях мешалочного типа//Изв. вузов СССР, Пищевая технология. -1960. -№6. -С. 110-117.
27. Сурков В.Д., Карнаух В.И. К вопросу о механизме сбивания в маслоизготовителях непрерывного действия//Изв. вузов СССР, Пищевая технология. -1968. -№6. -С. 47-48.
28. Сурков В.Д., Крылов В.В., Карнаух В.И. Исследование процесса маслообразования при непрерывном сбивании по показателю электропроводности//Изв. вузов СССР, Пищевая технология. -1969. - №5. -С. 143-146.
29. Mohr W., Dittman H. Die Butterbildung in der Butterungmaschine nach Fritz//XV Int. Dairy Congress. -1959. 2, s.3, p. 1043-1048.
30. Клейтон В. Эмульсии, их технология и технологическое применение: Пер. с англ. -М.: Изд. Иностранной литературы, 1950. - 679 с.
31. Кук Г.А., Грищенко А.Д. О критериальных уравнениях описывающих процессы сбивания сливок//Изв. вузов СССР, Пищевая технология. -1958. -№6. - С. 116-122.

32. Кук Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности. - М.: Пищевая промышленность, 1973. -С. 621-666.
33. Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Барановский Н.В. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. -М.: Пищевая промышленность, 1970. -551 с.
34. Гуляев-Зайцев С.С., Белоусов А.П., Работягова Л.И. Изменение затрат мощности и работы в процессе сбивания сливок//Направления рационального использования вторичного сырья в молочной промышленности:Сб. научи, трудов —К: УкрНИИНТИ, 1981. -С. 76-87.
35. Ересько Г.А. Научное обоснование и разработка оборудования производства масла: Автореф. диссертации на соискание ученой степени д-ра тех. наук:05.18.12/ Моск, технол. ин-т мясной и молочной промышленности. -М., 1987. -35 с.
36. Бержинская Г.Г. Научные и технические аспекты совершенствования производства сливочного масла непрерывным сбиванием: Автореф. диссертации на соискание ученой степени д-ра тех. на— ук:05.18.04/ Всесоюз.НИИ мясной промышленности.-М., 1992.-57 с.
37. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности/Крупин Г.В., Лукьянов Н.Я., Тарасов Ф.М. , Боушев А.Т., Шувалов В.Н., Васильев П.В. -М.: Пищепромиздат, 1953. -С.231-238.
38. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по со-противлению материалов. -К.: Наукова думка, 1975. -С. 204-207.
39. Липатов Н.Н. Сепарирование в молочной промышленности. -М. : Пищевая промышленность, 1971. -с. 59-86.
40. Mulder H., Walstra P. The milk fat globule. Emulsion science as applied to milk products and comparable foods// commonwealth Agric. Bureaus Farmham Royal Bucks, England, 1974. - 296 p.
41. Гуляев-Зайцев С.С., Жаров В.А. Методика определения предельного напряжения сдвига на коническом пластометре// Тезисы докл. совещания "Пути

- ускорения научно-технического прогресса в мясной и молочной промышленности Украины."— ч. II. -Киев: - 1972. -С. 37—38.
42. Врио Н.П., Конокотина Н.П., Титов А.И. Технологический контроль в молочной промышленности. -М. : Пищепромиздат, 1962. - С. 151-152.
43. Фавстова В.Н., Влодавец И.Н. Дестабилизация сливок при различной температуре//Молочная промышленность. -1955. -№7. -С. 38-39.
44. Ересько Г.А., Работягова Л.И. Дилатометрический метод исследования отвердевания молочного жира: Республиканский межвед. научно-технич. сборник "Пищевая промышленность". -Киев: Техника. -1977. -№23. -С. 61-64.
45. Инихов Г.С., Врио Н.П. Химический анализ молочных продуктов. -М.: Пищепромиздат, 1951. ч.2, -С. 36-37.
46. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. -М. :Гос. издательство технико-теоретической литературы, 1953.-
47. Флореа О., Смигельский О. Расчеты по процессам и аппаратам химической технологии. -М.: Изд. "Химия", 1971. -С. 13-38.
48. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Изд. "Химия", 1978. -С. 177-192.
49. Батунер Л.М., Позин М.Е. Математические методы в химической технике. - Ленинград: Гос. научно-техническое издательство химической литературы, 1963. -635 с.
50. Г.Корн. Т.Корн Справочник по математике для научных работников и инженеров:Пер. со 2-го американского переработанного издания. —М.: Наука, 1978. -831 с.
51. Справочник машиностроителя: В 6т./Ф.М. Дименберг,В.С. Люкшин,Н.Я. Ниберг,А.Н. Обморшев,И.С. Плужников, А. А. Уманский/ Под.ред. Н.С. Ачеркана. -М.: Машиностроительная литература., 1960. -Т.1. -592 с.
52. Отраслевой каталог. Оборудование технологическое для молочной промышленности/ВНИЭКИпродмаш, -М.: Пищевая промышленность, 1984. -691 с.

53. Spreer E. Technologie der Milchverarbeitung. -Berlin: VEB Fachbuchverlag, 1980, -р. 183-206.
54. Технология молока и молочных продуктов/Дьяченко П.Ф., Коваленко М.С., Грищенко А.Д., Чеботарев А.И. -М.: Пищевая промышленность, 1974. -447 с.
55. Твердохлеб Г.В. Закономерности отвердевания молочного жира. М.: ЦНИИТЭИ. Научно-техническая информация. Молочная промышленность. — 1971. Вып.11. —С.23—33.
56. Зайковский Я.С. Химия физика молока и молочных продуктов. - М.: Пищепромиздат, 1950. -371с.
57. Технология молока и молочных продуктов/Казанский М.М., Коваленко М.С., Воробьев А.И., Грищенко А.Д. -М.: Пищепромиздат,1960. -С. 245-253.
58. Kuchroo T.K., Narayanan K.M. Effect of stage of lactation on the distribution and composition of phospholipids in milk products//Journal of Food Science and Technology. -1977. Vol.13, »5. -P. 246-248.
59. Технология молока и молочных продуктов/Парашук С.В., Казанский М.М., Королев А.Н., Коваленко М.С. - М.: Пищепромиздат, 1949. -630с.
60. Митин В.В. Курсовое и дипломное проектирование предприятий мясной и молочной промышленности.— М.: Колос, 1992.— 272с.
61. М.Н. Иванов. Детали машин / М.Н. Иванов.— М.: Высшая школа, 1991.— 384с.
62. Савчук Т.П. Переваги використання масловичоговлювачів періодичної дії на підприємствах невеликої продуктивності/ Т.П. Савчук // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 2. — С. 155.

Додатки

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)  
Національна академія наук України  
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)  
Маріборський університет (Словенія)  
Технічний університет у Кошице (Словаччина)  
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)  
Шяуляйська державна колегія (Литва)  
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)  
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)  
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)  
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)  
Наукове товариство ім. Шевченка  
ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного  
університету імені Івана Пулюя»

# **АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Збірник**

тез доповідей

**Том II**

**IX Міжнародної науково-технічної  
конференції молодих учених та студентів**

25-26 листопада 2020 року



**УКРАЇНА  
ТЕРНОПІЛЬ – 2020**

Ministry of Education and Science of Ukraine  
Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy (Ukraine)  
The National Academy of Sciences of Ukraine  
Pierre and Marie Curie University (The French Republic)  
University of Maribor (The Republic of Slovenia)  
Technical University of Košice (The Slovak Republic)  
Vilnius Gediminas Technical University (The Republic of Lithuania)  
Šiauliai State College (The Republic of Lithuania)  
Belarusian National Technical University (Republic of Belarus)  
Rzeszów University of Technology (Republic of Poland)  
International Academy Mohammed VI of Civil Aviation (Morocco)  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukrainehas (Ukraine)  
T. Shevchenko Scientific Society

# **CURRENT ISSUES IN MODERN TECHNOLOGIES**

**Book**

of abstract

**Volume II**

**of the IX International scientific and technical  
conference of young researchers and students**

25th-26th of November 2020



**UKRAINE  
TERNOPIL – 2020**

14. **А.А.Паламар, О.А.Колихалін, О.С.Покотило** 153  
ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ВОД ПРИ ЗБЕРІГАННІ
15. **О.М. Ракоча, Х. Циб, Л.А. Сторож** 154  
ВИКОРИСТАННЯ ІМБИРУ ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ
16. **Т.П. Савчук** 155  
ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧІВ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ НА ПІДПРИЄМСТВАХ НЕВЕЛИКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ
17. **І.В. Смольчук, В.І. Фіялка** 156  
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ
18. **І.Я. Стадник, М.М. Фік, М.О. Василько, О.О. Василько** 157  
ВИМОГИ ДО РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИНИ
19. **О.Ю. Старинський** 158  
ДОСЛІДЖЕННЯ КАВІТАЦІЙНОЇ ХАРАКТЕРИСТИК ГОМОГЕНІЗАТОРА КЛАПАННОГО ТИПУ
20. **О.М. Середницький, В. І. Грицаюк** 159  
ФЕРМЕНТОВАНІ ПРОДУКТИ – ОСНОВА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
21. **О.П. Хава, В.Р. Сельський, О.С. Покотило** 160  
ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД МОЛОКА ПРИ СКИСАННІ
22. **О.І. Худик** 161  
ОСОБЛИВОСТІ МЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗДІЛЕННЯ
23. **М. В. Цимбал, М. Д. Кухтин** 162  
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ НІТРАТІВ ПІД ЧАС ПЕРЕРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ
24. **О.І. Кравець, Д.П. Шок** 163  
ДОСЛІДЖЕННЯМ ПРОЦЕСУ ВІДТИСКУ ТЕХНІЧНОГО КАЗЕЇНУ

**СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

1. **Рамахе Абдулла Тх. Сабар** 164  
ДЕЯКІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛАНУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ЗАКЛАДУ
2. **Абдулхамід Садік Абубакар, О.М. Владимир** 165  
НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ



УДК 637.234.2.001.8

Т.П. Савчук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### **ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧІВ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ НА ПІДПРИЄМСТВАХ НЕВЕЛИКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ**

T.P. Savchuk

#### **ADVANTAGES OF THE USING OF BATCH ACTION BUTTER MAKER ON SMALL PRODUCTIVITY ENTERPRISES**

Фермерські господарства з виробництва і переробки молока в основному орієнтуються на виробництво масла. Процес виробництва масла полягає в концентрації жиру до бажаного вмісту і надання йому відповідної консистенції. Як відомо жир в молоці знаходиться у вигляді кульок з білковою оболонкою.

В залежності від способу концентрації жиру відрізняють два способи виробництва масла: методом збивання і методом перетворення високожирних вершків. Кожен із цих способів має свої переваги і недоліки. Метод перетворення високожирних вершків використовується на більшості підприємств України через простоту технологічного процесу, невелику площу, яку займають лінії. Проте, такі лінії характеризуються високими енергетичними затратами - майже в два рази більшими чим методом збивання, а також не завершений процес кристалізації молочного жиру на виході із апарату унеможливує фасування масла в пергамент або фольгу.

В теперішній час багато невеликих підприємств перевагу надають використанню ліній з і збивальними апаратами періодичної дії. Процес збивання вершків в апаратах періодичної дії можна розглядати як три стадійний. Після пастеризації і охолодження проходить визрівання вершків. Його метою є переведення деякої кількості рідкого жиру у твердий стан. Тільки за наявності у вершках затверділого жиру можна під час збивання одержати масляне зерно, забезпечити добру консистенцію вершкового масла і нормальний відхід жиру у маслянку.

У масловиготовлювачах періодичної дії процес збивання вершків можна поділити на три стадії. Перша – стадія утворення піни. Під час збивання вершків паралельно відбуваються два процеси – утворення і руйнування повітряних пухирців. До кінця першого періоду збивання вершки майже повністю перетворюються на структуровану рухому піну. Другою стадією є руйнування піни. Пухирець піни захоплює масляні зерна і на поверхні вершків руйнується. В результаті цього виникають умови для руйнування білкової оболонки масляних зерен і утворення їх агрегатів – дрібних грудочок жиру. Кількість піни при цьому зменшується. Третя стадія пов'язана з утворення масляного зерна. Окремі дрібні грудочки жиру в результаті багаторазового їх стикання одна з одною злипаються в більші, в результаті чого утворюється масляне зерно. Залежно від умов збивання зерна мають різні розміри і форму з гладенькою або шорсткою поверхнею. Промивання масляного зерна забезпечує відділення маслянки від зерен. В процесі подальшої механічної обробки утворюється пласт масла. Процес утворення масляних зерен залежить від багатьох факторів – швидкості їх перемішування вершків, температури, розміру пухирців, ступеня затвердіння жиру, фізичних властивостей вершків (в'язкості, міцності структури поверхневих шарів) періоду року, кормів тощо.. Технологічні інструкції в цьому випадку дають тільки орієнтовані значення параметрів, тому важливе значення має кваліфікація працівників. Апарати виготовляють різної місткості від 100 до 2000л і відповідно до об'ємів виробництва можна підібрати відповідний апарат, в якому можна провести комплекс операцій з виготовлення масла.