

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

**Механіко-технологічний факультет**



Кафедра ОПХВ ім. проф. Ф.Ю. Ялпачика

**ВИРОБНИЦТВО ВЕРШКОВОГО МАСЛА  
В МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧАХ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ**

методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни  
" Інноваційні технології та обладнання галузі "  
для студентів денної та заочної форми навчання  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»

Мелітополь, 2020

**Виробництво вершкового масла в масловиготовлювачах періодичної дії.**  
Методичні вказівки для студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» – Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020 - 23 с

Розробники: к.т.н., доцент Паляничка Н.О.  
к.т.н., ст. викл. Верхованцева В.О.

Рецензент: доктор технічних наук, професор кафедри МЕЗ Волошина А.А.

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри ОПХВ ім. проф.  
Ф.Ю. Ялпачика

Протокол № від 2020 р.

Методичні вказівки затверджені методичною радою факультету МТ  
Протокол № від 2020 р.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

### ВИРОБНИЦТВО ВЕРШКОВОГО МАСЛА В МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧАХ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

**Мета роботи:** закріплення лекційного матеріалу за темою роботи, вивчення технології, будови і принципу роботи обладнання для виробництва вершкового масла в умовах виробництв малої потужності.

Час виконання роботи 4 години.

#### 1 Порядок виконання роботи

- розглянути принцип дії та будову діючого обладнання малих підприємств для виготовлення вершкового масла;

- ознайомитись з лабораторною установкою масловиготовлювача періодичної дії і підготувати до виконання експерименту;

- теоретично визначити продуктивність масловиготовлювача за його конструктивними параметрами, а також потужність, необхідну для виробництва масла.

- провести експериментальне збивання масла, визначити значення продуктивності масловиготовлювача і потужності на його привод;

- виконати порівняльний аналіз теоретичних та експериментальних результатів, сформулювати висновки, оформити звіт з роботи.

#### 2 Завдання для самопідготовки

У процесі підготовки до заняття студент повинен:

- **вивчити і повторити:** класифікацію, призначення, принцип дії, будову та конструктивні особливості технологічного обладнання для виробництва вершкового масла в умовах малих виробництв;

- **знати:** правила експлуатації машин і обладнання, які використовуються при виробництві вершкового масла;

- **вміти:** проводити налаштування лабораторних установок, користуватися контрольно-вимірювальними приладами, проводити аналіз, формулювати висновки за результатами експерименту.

### 3 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Загальні відомості про вершкове масло

Вершкове масло – харчовий продукт, що виробляється з коров'ячого молока і складається переважно з молочного жиру, має специфічний смак, запах і

пластичну консистенцію. Крім жиру масло містить воду, білки, молочний цукор, фосфатиди, вітаміни, мінеральні речовини та ін.

Асортимент вершкового масла обумовлюється видом сировини, умовами переробки і складом готової продукції. Наприклад, солодко-вершкове масло виробляють зі свіжих пастеризованих вершків, а кисло-вершкове – з заквашених вершків.

Вершкове масло поділяють на наступні види: топлене (98 % жиру), вологодське (81,5...82,5 % жиру), любительське (77,0...78,0 % жиру), селянське (71,0...72,5 % жиру), бутербродне (61,5 % жиру), шоколадне (62,0 % жиру). Випускають також продукцію і з пониженим вмістом жиру.

Тепловою і механічною обробкою вершкового масла або високожирних вершків одержують такі види масла:

- *плавлене* – виготовляють із вершкового масла плавленням його за невисоких температур з наступним розфасовуванням у металеву тару;
- *стерилізоване* – виробляють із високожирних вершків стерилізацією їх після попередньої обробки у вакуум-апараті;
- *пастеризоване* – із високожирних вершків, вакуумованих, розфасованих у металеву тару та двічі пастеризованих;
- *топлене* – молочний жир, який містить не більш як 1% вологи і таку саму кількість сухого знежиреного молочного залишку.
- *рафіноване* (молочний жир) – за складом і властивостями близьке до топленого масла, відрізняється від нього меншим вмістом сухих знежирених речовин молока;
- *відновлене* – одержане з чистого молочного жиру, за хімічним складом не відрізняється від вершкового масла;
- *збите масло* – кремоподібний продукт, має підвищений вміст повітря, може бути виготовлене із солоного або несолоного масла.

### **3.2 Способи виробництва масла і схеми технологічних процесів**

У сучасному виробництві існує два способи одержання вершкового масла: збивання вершків і перетворення високожирних вершків.

Спосіб *збивання вершків* передбачає одержання масляного зерна із вершків середньої жирності і наступну механічну його обробку.

Масло таким способом може бути виготовлене у масловиготовлювачах періодичної (вальцьових та безвальцьових) і безперервної дії.

Залежно від обладнання, що застосовується, розрізняють способи періодичного збивання вершків при виготовленні масла у масловиготовлювачах періодичної дії і безперервного збивання вершків із застосуванням масловиготовлювачів безперервної дії.

Спосіб *перетворення високожирних вершків* передбачає термомеханічний вплив на високожирні вершки у спеціальних апаратах безперервної дії та термостатуванні в спокої або без термостатування. Охолодження та механічна обробка високожирних вершків можуть проводитися паралельно або послідовно.

На малих молокопереробних підприємствах застосовують при виробництві вершкового масла, в основному, спосіб збивання вершків.

Технологічні операції виготовлення масла способом збивання вершків подані на рисунку 1, технологічна лінія – на рисунку 2.

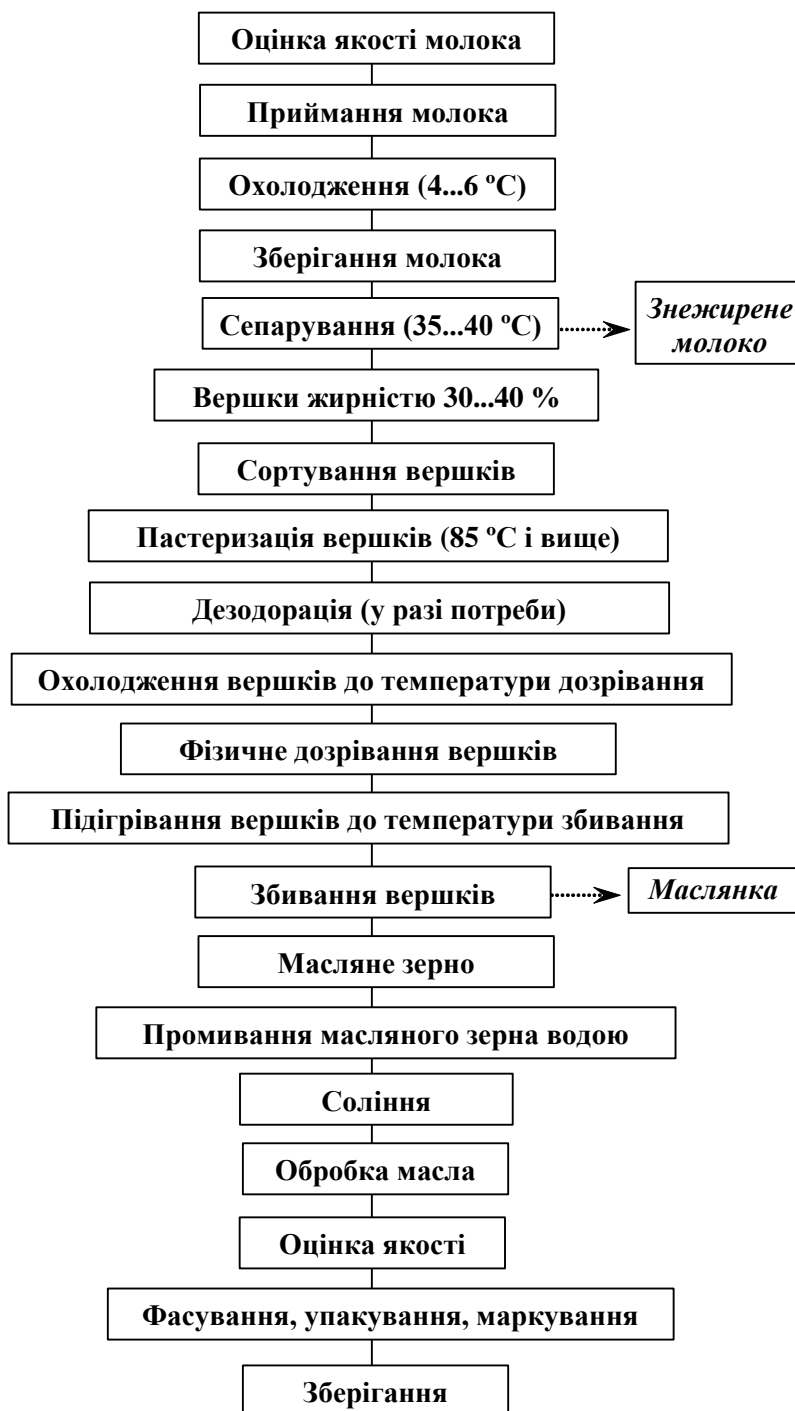


Рисунок 1 – Схема виробництва масла способом збивання вершків

Схеми технологічних процесів можуть змінюватися залежно від виду масла, яке виготовляється, тоді треба включати або виключати окремі операції.

Наприклад, при виробництві кисловершкового масла включаються у схему операції біологічного дозрівання вершків, у виробництві соленого масла – соління його. Лінії з виробництва кисловершкового масла мають характерне обладнання. Наприклад, у лінії виробництва масла способом збивання вершків є резервуари для фізичного дозрівання вершків, яких немає у лінії виробництва масла способом перетворення високожирних вершків. В останній є сепаратори для одержання високожирних вершків, яких немає у лінії з виробництва масла способом збивання вершків.

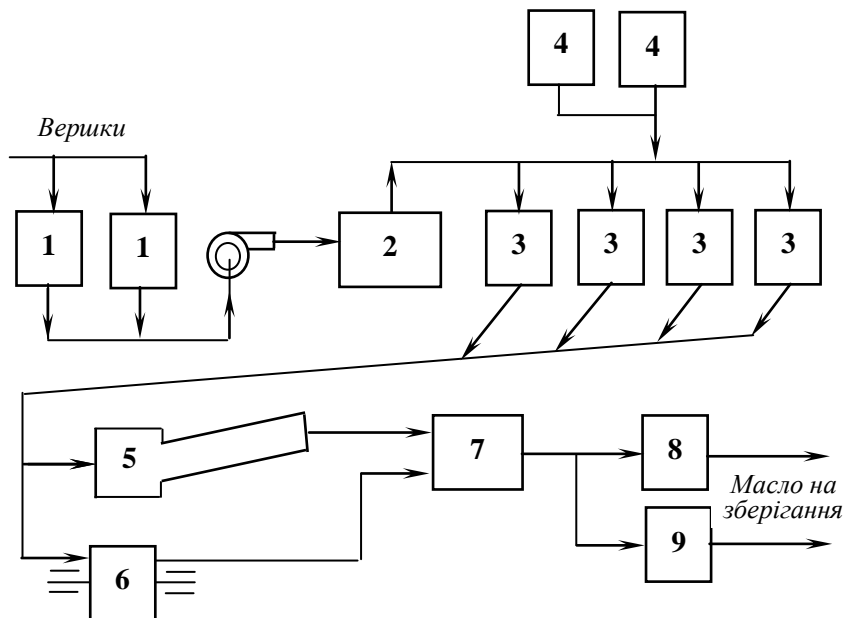


Рисунок 2 – Схема технологічного процесу виробництва вершкового масла методом збивання:

1 - резервуари; 2 - пастеризаційно-охолоджувальна установка; 3 - ванни для дозрівання вершків; 4 - заквасники; 5 - масловиготовлювач безперервної дії; 6 - масловиготовлювач періодичної дії; 7 - гомогенізатор масла; 8 - автомат для фасування масла в брикети; 9 - машина для фасування масла в коробки.

### 3.3 Вимоги до якості молока і вершків

Якість масла та його стійкість за тривалого зберігання значною мірою залежить від якості молока та вершків, з яких його виробляють.

У цілому **вимоги до молока**, яке надходить для переробки на масло, регламентуються чинними стандартами на молоко коров'яче.

При оцінці якості молока особливу увагу приділяють стану його жирової фази – вмісту жиру, ступеню дисперсності жирових кульок, стійкості емульсії

молочного жиру в молоці та вершках, хімічному складу молочного жиру. З підвищенням жирності молока зменшуються витрати сировини на одиницю готового продукту і порівняно менше жиру залишається у побічних продуктах – знежиреному молоці та маслянці.

Розмір жирових кульок у молоці коливається від 0,1 до 5 мкм. Зі збільшенням кількості дрібних жирових кульок у молоці зменшується вихід вершків при сепаруванні, оскільки частина дрібних жирових кульок переходить у знежирене молоко. Тому середній розмір жирових кульок у вершках більший, ніж у молоці. Це сприяє значно повнішому використанню жиру при переробці вершків на масло.

Склад вершків, які використовують для виробництва вершкового масла, залежить від вмісту жиру – чим його більше, тим більше у їх складі сухих речовин і менше білків, вуглеводів та мінеральних речовин.

Вміст жиру у вершках має відповідати вимогам способу виробництва масла та виду продукту, що виробляється.

При визначенні оптимальної жирності вершків враховують необхідність доведення до мінімуму втрат жиру в знежиреному молоці та маслянці, одержання масла доброї консистенції і скорочення затрат часу, робочої сили і енергії на одиницю виробленого продукту.

Для виробництва масла на поточних лініях способом перетворення високожирних вершків використовують вершки жирністю 61...83 % незалежно від виду продукту, що виробляється. У масловиготовлювачах безперервної дії збивають вершки жирністю 36...40% у весняно-літній і 35...38% – у осінньо-зимовий період. При використанні вершків меншої жирності знижується продуктивність обладнання, тому переробка таких вершків не рекомендується. У масловиготовлювачах періодичної дії слід збивати вершки жирністю 32...37%.

Вершки за якістю повинні відповідати вимогам РСТУ 1326–88.

Вершки повинні мати чистий, свіжий, солодкуватий смак без сторонніх присмаків і запахів та однорідну нормальну консистенцію; кислотність плазми – не вище 21 °Т. До I сорту належать вершки, що відповідають зазначеним вимогам, до II сорту – вершки із слабким кормовим присмаком, незначною кількістю грудочок масла, слідами заморожування, кислотністю плазми не вище 26 °Т. Вершки не повинні мати механічних забруднень. Ті, що не відповідають наведеним вимогам, вважаються некондиційними, і їх можна використовувати тільки після виправлення.

### 3.4 Опис виробництва масла способом збивання вершків

Для видалення механічних домішок вершки фільтрують через щільний фільтрувальний матеріал. Якщо холодні вершки мають високу в'язкість, їх пропускають через лавсанові фільтри.

Призначені для переробки на масло вершки нормалізують за вмістом жиру і пастеризують. Якщо вони мають вади смаку, їх обробляють залежно від виду вади, використовуючи спеціальні технології.

**Пастеризація вершків.** Вершки пастеризують, щоб підвищити стійкість вершкового масла під час зберігання. Стійкість масла підвищується у результаті знищення мікрофлори, ферментів – ліпази, пероксидази і протеази, які прискорюють псування масла.

У виробництві масла застосовують пастеризацію вершків за температури 85 °С і вище. У разі пастеризації за нижчої температури у вершках залишається незруйнованою ліпаза бактеріального походження, яка переходить у масло і спричинює його псування під час зберігання. Нагрівання вершків до 85 °С і вище забезпечує високу ефективність пастеризації – на 99,5...99,9%.

Ефективність пастеризації знижується у таких випадках: за високої жирності вершків; наявності у вершках грудочок жиру, слизу, бруду, бульбашок піни, які захищають від дії високих температур; при початковому високому бактеріальному забрудненні вершків.

Із підвищенням жирності знижується теплопровідність вершків, внаслідок чого для їх нагрівання до бажаної температури потрібно більше часу. Тому під час пастеризації вершків з більш високим вмістом жиру рекомендується зменшувати завантаженість апарата ними, щоб подовжити тривалість впливу температури пастеризації на вершки і тим самим забезпечити високу ефективність процесу.

**Охолодження та визрівання вершків.** Відразу після пастеризації вершки швидко охолоджують до температури, нижчої за точку затвердіння молочного жиру, і витримують деякий час.

Таке витримування називають **фізичним визріванням вершків**, яке означає затвердіння молочного жиру і фізико-хімічні змінення оболонки жирових кульок.

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 потрібну консистенцію вершкового масла і нормальний відхід жиру у маслянку.

Під час фізичного дозрівання вершків лише частина рідкого жиру переходить у твердий стан. Відношення кількості затверділого рідкого жиру



до первинної кількості його у відсотках прийнято називати *ступенем затвердіння жиру*. Витримувати вершки слід у спеціальних резервуарах з програмним керуванням. На затвердіння жиру впливає значна кількість факторів, тому вказати точні строки витримування вершків для фізичного їх визрівання неможливо.

Прийнятні результати в зимовий період дає застосування способу низькотемпературної обробки, який передбачає швидке охолодження вершків до 5...7 °С, витримування за цієї температури 2...3 год. та повільне нагрівання (40...60 хв.) до 13...16 °С. Влітку вершки охолоджують до 4...6 °С і залишають до збивання при повільному підвищенні температури.

При фізичному визріванні зростає в'язкість вершків. Ступінь грудкування жиру у дозрілих вершках удвічі більший, ніж в охолоджених, але недозрілих.

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. На першій стадії збивання за одиницю часу руйнується менше повітряних пухирців, ніж утворюється. До кінця першого періоду збивання вершки майже повністю перетворюються на структуровану рухому піну. Пухирці повітря з'являються на поверхні і знову тягнуться потоками рідини всередину вершків доти, поки не зруйнуються.

**Інтенсивність руйнування** повітряних пухирців під час збивання вершків залежить від багатьох факторів – швидкості їх перемішування, температури, розміру пухирців, ступеня затвердіння жиру, фізичних властивостей вершків (в'язкості, міцності структури поверхневих шарів) тощо.

При збільшенні швидкості перемішування вершків стійкість повітряних пухирців зменшується, а інтенсивність їх руйнування збільшується. Від моменту появи пухирця на поверхні до моменту руйнування відбувається прискорене руйнування повітряних пухирців.

Ступінь заповнення масловиготовлювача вершками має бути таким, щоб тривалість контакту повітряних пухирців на межі з повітрям була достатньою для їх руйнування.

З підвищенням температури вершків зменшується стійкість повітряних кульок внаслідок зниження в'язкості вершків і розплавлення деякої частини твердого жиру всередині жирових кульок. Із зниженням стійкості повітряних пухирців вони швидше руйнуються, при цьому зменшується здатність вершків до утворення піни.

*Другою стадією є руйнування піни.* У процесі збивання вершків швидко зменшується кількість неспінених вершків та вільного повітря, внаслідок чого різко зменшується швидкість утворення пухирців.

Тому загальний об'єм спінених вершків після досягнення ними деякого максимального об'єму починає зменшуватись і настає друга стадія збивання вершків. Вона закінчується руйнуванням піни і утворенням дрібних грудочок жиру із жирових кульок, що злиплися у т. з. *масляні зерна*.

*Третя стадія пов'язана з утворенням масляного зерна.* Окремі дрібні грудочки жиру в результаті багаторазового їх контагування одна з одною злипаються у 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.* Закінчивши збивання, із масловиготовлювача видаляють маслянку, а масляне зерно промивають. Для цього у масловиготовлювач наливають чисту воду на 40...50 % об'єму вершків.

Воду залишають у масловиготовлювачі на 3...5 хв. і для кращого промивання зерен протягом цього часу 4...5 разів обертають бочку (на швидкості збивання), а потім воду видаляють. Вдруге наливають воду на 30...40 % об'єму вершків і знову 4...5 разів обертають бочку. Промивати масляне зерно більше двох разів не рекомендується, оскільки погіршуються його смак та аромат.

Промиванням видаляють маслянку, адсорбовану поверхнею масляного зерна. У процесі промивання масляних зерен знижується концентрація речовин, розчинених у плазмі, а стійкість масла підвищується.

Температура промивальної води має бути в межах 7...15 °С. Температура першої води для промивання має дорівнювати температурі масляного зерна в кінці збивання, температура другої води для промивання – на 1,5...2 °С нижча за температуру першої. Залежно від консистенції зерна масло можна витримувати у воді від 5 до 15 хв.

Слід уникати надмірно високих температур: вони погіршують консистенцію масла, підвищують вологоємність і призводять до його пом'якшення. Під впливом низьких температур масло занадто твердне, вміст вологи в ньому зменшується, утруднюється і подовжується обробка, погіршується консистенція. При тугоплавкому жирі (взимку) бажані високі, а при легкоплавкому (влітку) – низькі температури.

**Обробка масляного зерна.** Масляне зерно обробляють для з'єднання його розрізнених зерен в один суцільний пласт, видалення поверхневої вологи, регулювання її вмісту, подрібнення крапель і рівномірного розподілу води по всій масі. Обробляють його в безвальцьових масловиготовлювачах –

механічними ударами по маслу, коли воно падає на стінку бочки внаслідок обертання апарата.

**Регулювання кількості води в маслі.** Після видалення промивальної води і внесення солі (при виробництві солоного масла) люк масловиготовлювача закривають і починають обробку при малих частотах обертання.

Залежно від затвердіння масла, ступеня наповнення масловиготовлювача і його конструкції роблять 5...8 обертів для з'єднання зерен у пласт, потім видаляють накопичену вологу і продовжують віджимання.

Віджимають із зупинками люком униз для повного видалення вільної вологи. Як тільки волога перестає виділятися, бочку ставлять краном донизу і щупом відбирають у різних місцях середню пробу масла для визначення його вологості.

За результатами досліджень фактичного вмісту вологи в цій пробі масла теоретично визначають його масу у масловиготовлювачі та кількість води, що підлягає додатковій обробці.

Теоретичну масу масла ( $M_T$ ) обчислюють за формулою

$$M_T = \frac{M_g (J_g - J_m)}{J_{mc} - J_m}, \quad (1)$$

де  $M_g$  - кількість вершків, залитих у масловиготовлювач, кг;  
Жирність:  $J_g$  - вершків, %;  $J_m$  - маслянки, %;  $J_{mc}$  - масла, %.

**Соління масла** надає йому смаку і консервує його, припиняючи або сповільнюючи розвиток мікроорганізмів. Повне припинення розвитку мікрофлори спостерігається за концентрації солі в плазмі масла 27 %, що відповідає вмісту в продукті при 15 % вологи 4 % солі. За стандартом дозволяється вносити в масло не більш як 1,5% солі, оскільки більша її кількість негативно впливає на смак масла. Однак на практиці рідко використовують таку кількість солі для соління масла, оскільки можна досягти позитивних результатів за значно меншої її кількості. Масло солять сухою сіллю або розсолем.

**Вихід масла** залежить від маси молока і вершків, необхідних для виробництва одиниці продукції. Для його розрахунку потрібно знати масу переробленого молока і одержаного масла. Якщо, наприклад, перероблено **1019** кг молока і одержано **44** кг масла, то витрати молока на 1 кг масла становлять: **23,1** кг (**1019 : 44**).

Витрати вершків на 1 кг масла розраховують за формулою

$$C = \frac{(J_{mc} - J_m)K}{J_g - J_m}, \quad (2)$$

де  $C$  - витрати вершків на одержання 1 кг масла, кг;  $J_{mc}$  - вміст жиру в маслі, який відповідає стандарту, %;  $J_u$  - вміст жиру в маслянці, %;  $J_g$  - вміст жиру у вершках, %;  $K$  - коефіцієнт витрат  $K = 1,00341$ .

### 3.5 Обладнання для виробництва вершкового масла способом збивання вершків

**Масловиготовлювачі** періодичної і безупинної дії розрізняються між собою механізмом утворення масла, способом впливу на вершки і конструкцією робочих органів. Виготовлення вершкового масла в масловиготовлювачах періодичної дії відбувається у два етапи: утворення з жирових кульок масляного зерна і утворення з зерна шару вершкового масла. У масловиготовлювачах безупинної дії утворення масляного зерна і шару здійснюється у безупинному потоці.

У масловиготовлювачах періодичної дії (безвальцьових) вершки збиваються у результаті їх гравітаційного перемішування. При обертанні заповненої на 30...50% робочої ємності масловиготовлювача вершки спочатку піднімаються на визначену висоту, а потім скидаються під дією сили ваги, піддаючись сильному механічному впливу. Висота підйому вершків, тиск, що виникає, характер руху рідини визначаються розмірами робочої ємності і частотою її обертання. Швидкість руху вершків 5...7 м/с.

У масловиготовлювачах безупинної дії швидкість руху вершків значно вища (18...22 м/с). Інтенсивний вплив лопатей збивача приводить до турбулентного руху потоку вершків у апараті та інтенсифікує процес агрегації (злипання) жирових кульок і утворення масляного зерна.

**Масловиготовлювачі періодичної дії** поділяють на три типи.

**До першого** відносяться масловиготовлювачі, що мають робочий орган – резервуар. Форма його може бути циліндричною, конічною, грушоподібною, кубічною і т.д. У середині ємність не має яких-небудь пристосувань, що перемішують.

**До другого типу** відносять масловиготовлювачі, які мають у резервуарі нерухомо закріплені спіралі, лопаті, струни і т.д. Ця група масловиготовлювачів застосовується найчастіше.

**До третього** відносять масловиготовлювачі, що мають нерухомий резервуар з робочими органами, що обертаються в ньому. Цей тип часто застосовується у виді маслоробок невеликої продуктивності.

Будова і принцип роботи безвальцових масловичотювачів періодичної дії, що випускаються промисловістю, практично однакові і відрізняються лише деякими деталями.

Масловичотювач періодичної дії РЗ-ОБЕ (рисунок 3) складається з таких основних вузлів: ємності, станини з коробкою передач і органами керування, стійки, огороження, зрошувального пристрою, візка і шафи керування.

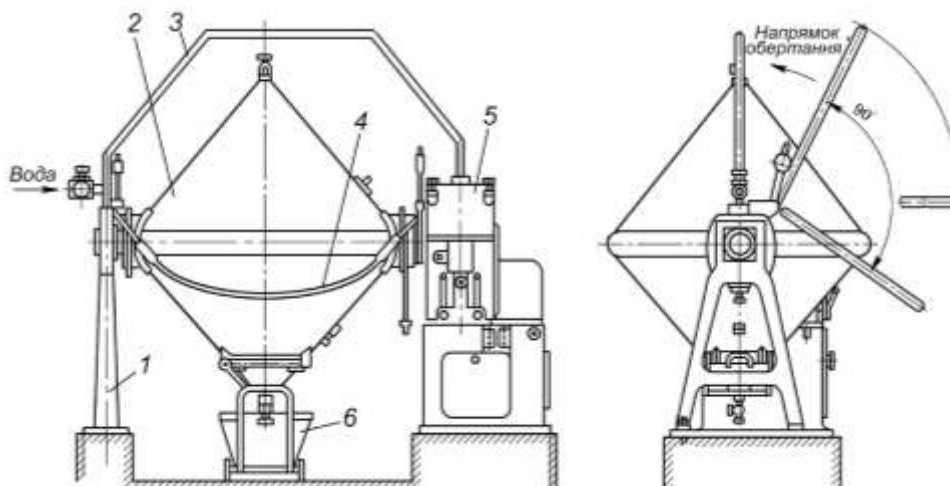


Рисунок 3 – Схема масловичотювача періодичної дії РЗ-ОБЕ:

1 - стійка; 2 - ємність; 3 - зрошувальний пристрій (душ); 4 - огороження; 5 - станина з коробкою передач; 6 – візок.

Ємність (бочка) апарата виконана у вигляді двох конусів, виготовлених з листової неіржавіючої сталі. На вершині одного з конусів змонтований люк. Ємність оснащена оглядовим вікном і двома кранами для спускання повітря і сколотин. З одного боку вона з'єднана з опорною стійкою, а з іншого – з вихідним валом привода. Всередині ємність має похило зварені лопаті для збивання вершків і обробки масляного зерна.

Внутрішня поверхня масловичотювача має спеціальне покриття для запобігання прилипанню масла.

Привод масловичотювача складається з двошвидкісного електродвигуна, клинопасової передачі і коробки передач.

Зупинка ємності в потрібному положенні здійснюється за допомогою гальмівного пристрою, змонтованого всередині коробки передач, і фрикційної муфти зчеплення, яка розташована на вхідному валу коробки передач. Швидкості обертання перемикаються за допомогою рукоятки.

Для малих переробних підприємств застосовують масловичотювачі МИМ-1, МИП-1500, ОМС- 0,13.

Масловиготовлювач МИП-1500 (рисунок 4) має циліндричну ємність, яка обертається навколо поздовжньої осі.

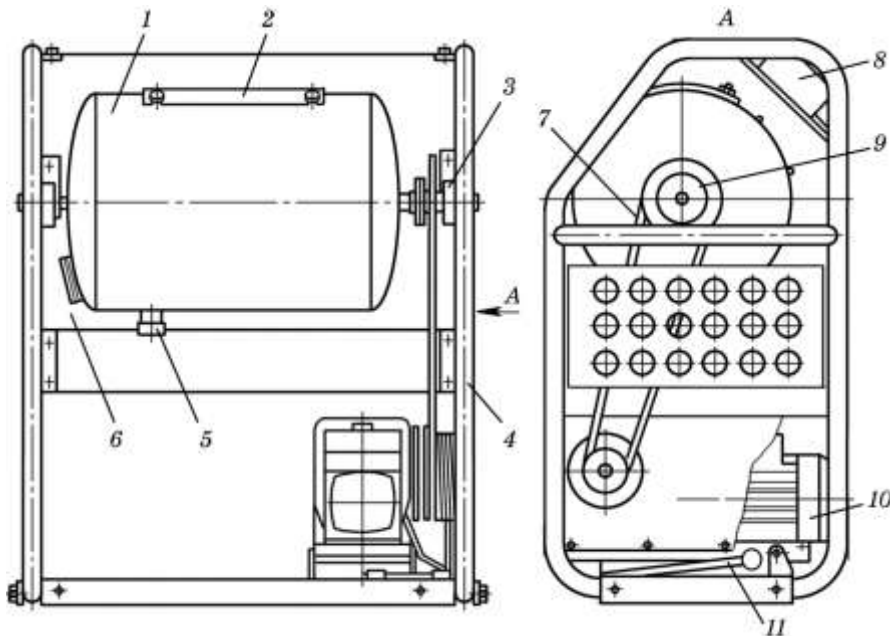


Рисунок 4 – Схема масловиготовлювача МИП-1500:

1 - ємність; 2 - кришка люка; 3 - підшипниковий вузол; 4 - рама; 5 - зливний штуцер; 6 - оглядове вікно; 7 - пас; 8 - електричний вимикач; 9 - шків; 10 - привод; 11 - ручка підіймача платформи.

Ємність виконана з харчової неіржавіючої сталі. Збивання вершків і обробка масляних зерен здійснюється спеціально спрофільованими лопатями, закріпленими на внутрішній поверхні ємності.

Привод апарата складається з електродвигуна, черв'ячного редуктора і пасової передачі.

Малогабаритний масловиготовлювач МИМ-1 призначений для виготовлення масла з вершків 30...40 %-ї жирності в умовах невеликих фермерських господарств. Дозволяє за 8-годинну зміну одержати 160 кг високоякісного масла, придатного для тривалого зберігання.

Дві швидкості обертання барабана і промивання водою забезпечують кращу обробку масляного зерна з найменшим відходом зерна в сколотини. Масловиготовлювач оснащений вентильним блоком, шлангом і розпилювачем для промивання, а за потреби і для охолодження бака.

Масловиготовлювач ОМЕ-0,13 (рисунок 5) складається з циліндричної ємності з чотирма радіальними лопатями. Ємність установлена на рамі зварної конструкції, має вікно для завантаження і вивантаження, вікно для візуального контролю за процесом і кран для зливання сколотин.

На стійці рами встановлений привод, що складається з електричного двигуна і черв'ячного редуктора. Передача між редуктором і робочим барабаном клинопасова.

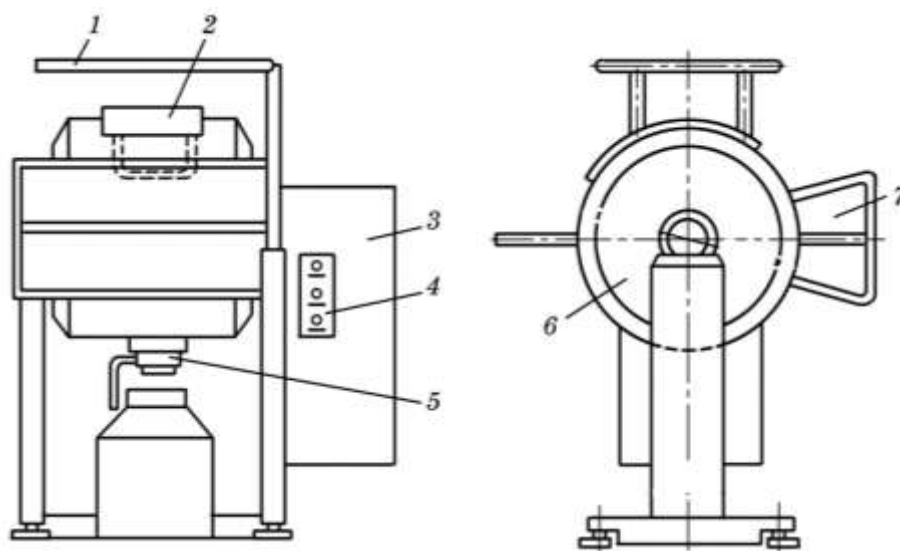
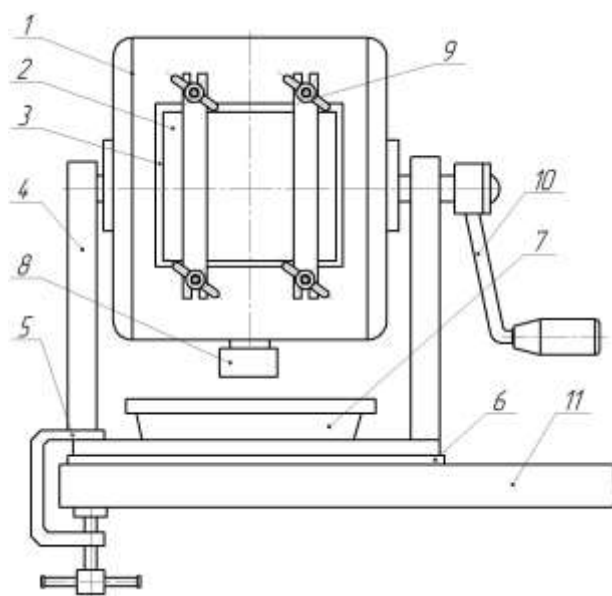


Рисунок 5 – Схема масловиготовлювача марки ОМЕ-0,13:

1 - зрошувальний пристрій; 2 - завантажувальне вікно; 3 - електрошафа; 4 - пульт керування; 5 - спускний кран; 6 - ємність; 7 – огороження.

Масловиготовлювач оснащений зрошувальним пристроєм у вигляді двох перфорованих трубок, змонтованих над ємністю. Шафа керування приводом і електрошафа об'єднані в один блок.

Масловиготовлювачі ручні марок Г МБ-1 і Г МБ-2 (рисунок 6) призначені для виробництва вершкового масла у фермерському і особистому підсобному господарствах.



Масловиготовлювач являє собою барабан 1, горизонтально закріплений в опорах (стійках) 4 рами. За допомогою ручки 10 барабан обертається навколо своєї горизонтальної осі.

Барабан має отвір для завантаження вершків і вивантаження масла.

Через штуцер 8 зливають сколотини у ванночку 7 і відводять повітря.

Рисунок 6 – Масловиготовлювач ручний Г МБ-1:

1 - барабан; 2 - кришка; 3 - ущільнювач; 4 - опора; 5 - струбцина; 6 - прокладка; 7 - ванночка; 8 - заглушка; 9 - гайка; 10 - ручка; 11 – стіл.

Масловиготовлювач встановлюється на стільниці, на яку накладається прокладка 6 і закріплюється за допомогою струбцини 5. Через отвір у барабан заливають 7,5 кг вершків (бажано дозрілих) жирністю 28...30 %. Гранична норма заповнення маслоробки від 3,5 до 8 кг.

Збивання вершків здійснюється протягом 40...60 хв. при температурі 7...10 °С (улітку) і 10...14 °С (узимку). Температура в приміщенні повинна бути не вища за 16 °С. Процес збивання проводиться до розміру масляного зерна 2...3 мм.

По закінченні збивання маслянку зливають через штуцер, а масло, що залишилося, промивають питною водою температурою 10...14 °С 1...3 рази, роблячи 5...6 повільних обертів барабана.

Для утримання масляного зерна в барабані промивні води зливають через сито або марлю. Потім масло солять із розрахунку 75...100 г солі на 2,5 кг продукту. Після 4...6 повільних обертів барабана, які приводять до з'єднання масляних зерен у шар, масло викладають на пергамент або в дерев'яну вологу форму для формування у брусок.

На рисунку 7 показані схеми компоновання масловиготовлювачів з робочими ємностями різної форми, а на рисунку 8 фото масловиготовлювачів періодичної дії.

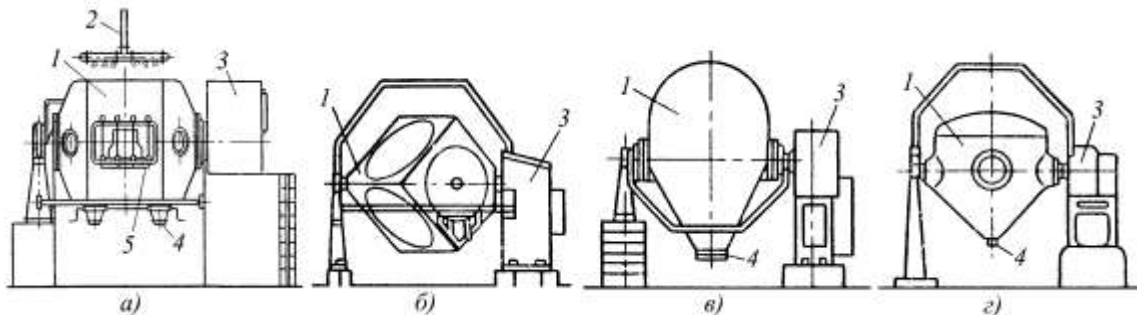


Рисунок 7 – Масловиготовлювачі періодичної дії різної форми:

*а)* циліндричної; *б)* кубічної; *в)* грушоподібної; *г)* усіченої.

1 - ємність; 2 - пристрій для зрошення; 3 - привод; 4 - кран; 5 - люк.



Рисунок 8 – Загальний вигляд масловиготовлювачів періодичної дії



Комбайн молочний Г 6-ОКМ -2 (рисунок 9) призначений для переробки молока на вершки і масло в домашніх умовах та фермерських господарств. Змонтований на основі 8, містить у собі сепаратор 2, масловиготовлювач 1 та їх загальний привод, що складається з електродвигуна 3 з роликком 6 і дисків 4 та 5 фрикційної передачі.

За допомогою пристрою 7 електродвигун уводиться у контакт з диском 5 або диском 4 і, відповідно, надає рух сепаратору або масловиготовлювачу.

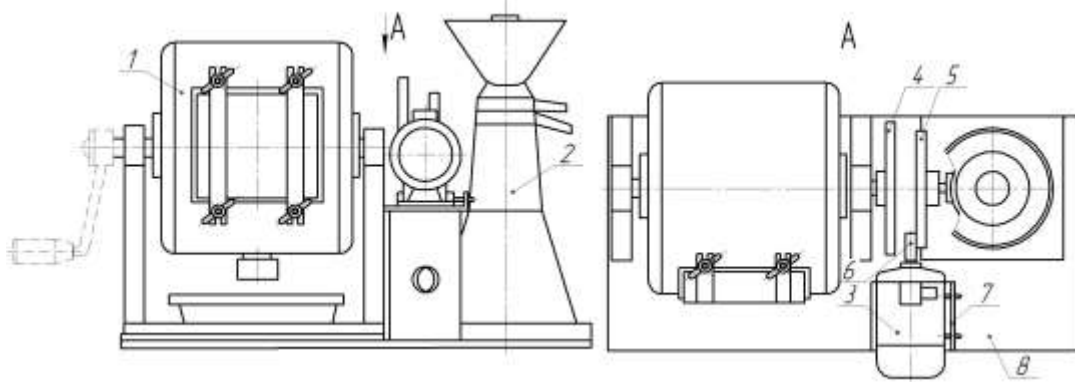


Рисунок 9 – Комбайн молочний Г6-ОКМ -2:

1 - масловиготовлювач; 2 - сепаратор; 3 - електродвигун; 4,5 - фрикційні диски; 6 - ролик; 7 – пристрій перемикач; 8 – основа.

На малих переробних підприємствах застосовують малогабаритні лінії по виробництву вершкового масла методом збивання Я7-ОКМ і Я7-ОПМ (рисунок 10).

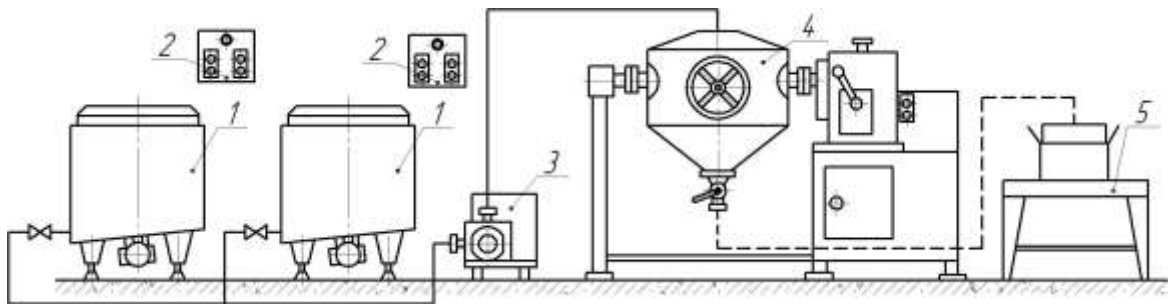


Рисунок 10 – Малогабаритні лінії марок Я7-ОКМ та Я7-ОПМ:

1 - універсальні апарати циклічної дії; 2 - пульти керування; 3 - насос роторний; 4 - масловиготовлювач; 5 - стіл для фасування і упакування масла.

До складу ліній входить наступне технологічне обладнання: два універсальних апарати циклічної дії 1 для пастеризації (можливе використання різних джерел тепла), витримування, охолодження і фізичного дозрівання вершків; насос роторний 3; масловиготовлювач, періодичної дії для збивання вершків 4; стіл для фасування і упакування масла 5; комплект інвентарю, а також молочна трубопровідна арматура і пульти керування 2.

### 3.6 Теоретичне визначення параметрів масловиготовлювача

#### 3.6.1 Теоретична продуктивність масловиготовлювача

Продуктивність виготовлювачів масла періодичної дії  $\Pi_T$ , кг/год. розраховують за формулою:

$$\Pi_T = \left( \frac{V \cdot \eta}{\tau_{\text{ц}}} \right) \cdot \rho_m, \quad (3)$$

де  $V$  - об'єм ємності, м<sup>3</sup>;  $\tau_{\text{ц}}$  - тривалість циклу виготовлення масла, год.;  $\rho_m$  - густина масла, кг/м<sup>3</sup> (870...930 кг/м<sup>3</sup>);  $\eta$  - коефіцієнт навантаження, котрий дорівнює частці заповнення ємності масловиготовлювача вершками  $\eta = 0,4...0,5$ .

Тривалість  $\tau_{\text{ц}}$  визначають як суму окремих технологічних операцій при виробництві даного виду масла:

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6 + \tau_7 \quad (4)$$

де  $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5, \tau_6, \tau_7$  - тривалість, відповідно, наповнення ємності вершками, збивання вершків, випуску маслянки, промивки, посолу, обробки і вивантаження масла.

#### 3.6.2 Визначення швидкості обертання ємності

Для виготовлювачів масла періодичної дії важливо правильно вибрати швидкість обертання ємності в процесі збивання масла.

З одного боку, чим більша швидкість обертання ємності, тим механічна обробка інтенсивніша, натомість вершки під дією відцентрової сили не повинні притискатись до стінки, а падати вниз.

Тобто, відцентрове прискорення має бути меншим від прискорення вільного падіння.

Таким чином 
$$a = 4\pi^2 \cdot R \cdot n_1^2 \leq g \quad (5)$$

де  $a$  - відцентрове прискорення, м/с<sup>2</sup>;  $g$  - прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;  $R$  - геометричний радіус ємності, м;  $n_1$  - частота обертання, с<sup>-1</sup>.

Із рівняння (3) одержимо 
$$n_1 \leq \frac{0,5}{\sqrt{R}}, \text{ об/с} \quad (6)$$

Мінімальну швидкість, об/с, що забезпечує проведення процесу збивання, визначають за рівнянням:

$$n_2 = 0,35 \sqrt{\frac{\eta}{R}}. \quad (7)$$

У процесі обробки масляного пласту він багаторазово піднімається вгору і падає. Максимальна висота падіння масла забезпечується при куті підйому масляного пласту  $\alpha = 54,40^\circ$ .

Частоту обертання  $n$ , об/хв. під час обробки в безвальцьових виготовлювачах масла визначають за формулою:

$$n = \frac{15}{\sqrt{R}}. \quad (8)$$

### 3.6.3 Теоретична потужність привода масловиготовлювача

Потужність  $P$  (кВт), яку споживає виготовлювач масла періодичної дії, орієнтовно визначають за формулою:

$$P_m = \frac{2\pi \cdot n \cdot g \cdot H}{60}, \quad (9)$$

де  $H$  - висота піднімання рідини в виготовлювачі масла, м орієнтовно приймають рівною радіусу ємності  $R$ .

## 4 Оснащення робочого місця лабораторної роботи

Для проведення експериментальних досліджень застосовується комплект лабораторного обладнання з виготовлення вершкового масла, основу якого складає масловиготовлювач періодичної дії (рисунок 11).

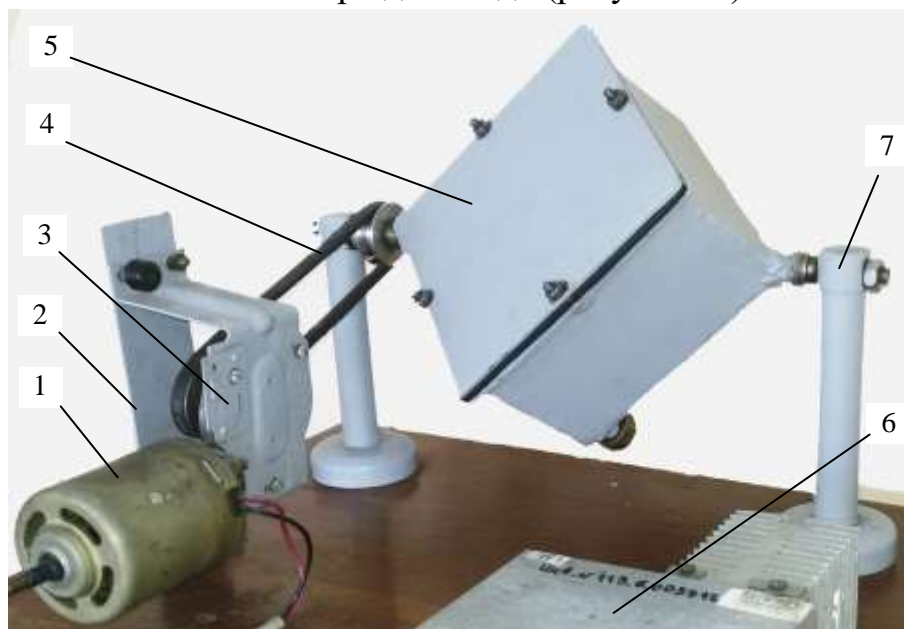


Рисунок 11 – Загальний вигляд лабораторного масловиготовлювача:

1 - електродвигун; 2 - кронштейн; 3 - редуктор; 4 - пасова передача; 5 - ємність; 6 - блок керування двигуном; 7 - стійки.

Привод масловиготовлювача складається з електродвигуна постійного струму 1, який за допомогою блоку керування може в потрібному діапазоні змінювати частоту обертання, черв'ячного редуктора 3 і клинопасової передачі 4. Двигун і редуктор кріпиться до кронштейна 3, а ємність 5 обертається у підшипниках, встановлених на стійках 7.

Крім масловиготовлювача робоче місце оснащено сепаратором „Мотор січ СЦМ-80“, нагрівачем електричним, мультиметром марки DT9208A, вагами лабораторними, мірними ємностями для молока, годинником, термометром, рукавичками гумовими.

## 5 Порядок виконання роботи

При виконанні лабораторної роботи використовується 5 л незбираного молока.

5.1 Підігріти молоко до температури 35...40 °C і на сепараторі відділити вершки.

5.2 Увімкнути масловиготовлювач і на холостому ходу зафіксувати показання сили струму  $I_{xx}$  (прилад DT 9208A).

5.3 Вимкнути масловиготовлювач, залити вершки у ємність та зафіксувати час  $\tau_1$  заповнення масловиготовлювача вершками.

5.4 Увімкнути масловиготовлювач, установити необхідну частоту обертання ємності і зафіксувати значення сили струму  $I$  в робочому режимі за показаннями приладу DT 9208A.

5.5 Увімкнути секундомір для визначення часу  $\tau_2$  збивання вершків і по закінченні збивання вимкнути масловиготовлювач та записати показання секундоміра  $\tau_2$ .

5.6 Злити маслянку з ємності та зафіксувати час  $\tau_3$ .

5.7 Одержане масло промити питною водою 2 рази:

5.7.1 Для цього налити в ємність 1,0...1,2 л води температурою 10...14 °C і залишити на 3...5 хв., обертаючи ємність за цей час 4...5 разів.

5.7.2 Злити воду і повторити промивання за тим же режимом, злити воду. Промивна вода зливається через сито або марлю.

Зафіксувати час  $\tau_4$  - промивки масла.

5.8 Зробити 4...6 повільних обертів барабана для поєднання масляних зерен у суцільну масу та зафіксувати час  $\tau_6$  обробки масла.

5.9 Викласти масло на пергамент або в дерев'яну вологу форму для формування у брусок та зафіксувати час  $\tau_7$  вивантаження масла.

5.10 По закінченню роботи вимкнути масловиготовлювач, провести його часткове розбирання, чищення та миття.

5.11 Зважити одержане масло.

## 6 Обробка результатів експерименту

6.1 Визначити теоретичну продуктивність масловиготовлювача за формулою (1).

6.2 Визначити фактичну продуктивність масловиготовлювача:

$$P_{\phi} = m/\tau, \quad (10)$$

де  $m$  - маса виготовленого масла, кг;  $\tau$  - загальний час виготовлення масла, с.

6.3 Визначити відхилення фактичної продуктивності від теоретичної і заповнити таблицю 1.

$$\Delta P = \frac{P_m - P_{\phi}}{P_{\phi}} \cdot 100\% \quad (11)$$

6.4 Визначити теоретичну потужність, потрібну на привод масловиготовлювача за формулою (7) і фактичну потужність за наступною формулою:

$$P_{\phi} = U \cdot (I - I_{xx}), \quad (12)$$

де  $U$  - напруга на клеммах двигуна, 12 В;  $I$  і  $I_{xx}$  - сила струму на робочому і холостому ході, А.

$$\Delta P = \frac{P_m - P_{\phi}}{P_{\phi}} \cdot 100\%. \quad (13)$$

6.5 Результати експерименту занести в таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати роботи та їх порівняння

Експериментальні значення				Розрахункові значення		Відхилення, %	
$I_{xx}$ , А	$I$ , А	$P_{\phi}$ , Вт	$P_{\phi}$ , кг/с	$P_m$ , Вт	$P_{\phi}$ , кг/с	$\Delta P$	$\Delta P$

6.6 Розрахувати теоретичний вихід (масу) масла за формулою (1) і порівняти її з фактичною масою

При визначенні прийняти:  $J_{mc} = 82,5\%$  - вміст жиру в маслі;  $J_m = 1\%$  - вміст жиру в масляниці;  $J_g = 35\%$  - вміст жиру у вершках.

## 7 Контрольні питання

1 Зробіть порівняльний аналіз асортименту вершкового масла, яке виробляється вітчизняною промисловістю.

2 Дайте аналіз основних технологічних схем виробництва вершкового масла.

3 Проаналізуйте технологічну схему виробництва масла способом збивання вершків.

4 Основне технологічне обладнання лінії виробництва вершкового масла способом збивання вершків.

5 Охарактеризуйте три стадії процесу збивання вершків у масловиготовлювачах періодичної дії.

6 Наведіть порядок і основні правила промивання масляного зерна в ємності масловиготовлювача.

7 Характеристика трьох основних типів масловиготовлювачів періодичної дії.

8 Масловиготовлювачі періодичної дії для оснащення малих (фермерських) підприємств.

9 Основні складові тривалості збивання вершків на масловиготовлювачах періодичної дії.

10 Склад і призначення обладнання для лабораторного виробництва вершкового масла. Порядок виконання експериментальної частини лабораторної роботи.

## **8 Тестове завдання**

**1) Який з наведених видів масла повинен за стандартом мати найбільшу жирність?**

1. вологодське;                      2. топле;                      3. любительське.

**2) Вершки якої жирності рекомендують використовувати для збивання масла в масловиготовлювачах періодичної дії?**

1. 12...15 %;                      2. 32...37 %;                      3. 42...47%.

**3) При якій температурі проводять пастеризацію вершків при виробництві вершкового масла?**

1. 55...60 °C;                      2. 70 °C і не вище;                      3. 85 °C і вище.

**4) З скількох складових складається тривалість робочого циклу масловиготовлювача періодичної дії?**

1. з п'яти;                      2. з шести;                      3. з семи.

**5) Критична частота обертання ємності масловиготовлювача залежить від...**

1. ...жирності вершків;                      2. ...діаметра ємності;

3. ...продуктивності машини.

**6) Для поділу незбираного молока на вершки і знежирене молоко застосовують...**

1. ...фільтр;                    2. ...сепаратор;                    3. ...пастеризатор.

**7) До якої температури підігрівають молоко перед відділенням вершків?**

1. 10...15 °С;                    2. 35...40 °С;                    3. 45...50 °С.

**8) Скільки разів рекомендують промивати масло після його збивання в масловиготовлювачі?**

1. не більше двох; 2. три і більше; 3. п'ять-шість.

**9) Укажіть формулу, за якою визначають вихід масла при збиванні його в масловиготовлювачі періодичної дії.**

$$1. M_T = \frac{M_e (J_e - J_m)}{J_{mc} - J_m}; \quad 2. C = \frac{(J_{mc} - J_m)K}{J_e - J_m}; \quad 3. B_e = \frac{M_{mac} (J_{mac} - J_{nx})}{J_e - J_{nx}}.$$

**10) Для промивання масляного зерна температура води повинна складати...**

1. ...10...14 °С;                    2. ...20...24 °С;                    3. ...30...34 °С;

## ЛІТЕРАТУРА

1.Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. посібник / О.В. Гвоздєв та ін.. - К.: Вища освіта. 2006. - 479 с.

2.Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Навч. посібник/ За ред. О.В. Гвоздєва. - Суми: Довкілля, 2004. - 420 с.

3.Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. - М.: Колос, 2001. - 400 с.

4.Єресько Г.О., Технологічне обладнання молочних виробництв. / Г.О Єресько, М.М. Шинкарик, В.Я. Ворощук. - К.: ІНК ОС, 2007. - 344 с.

5.Машкін М.І., Технологія виробництва молока і молочних продуктів: / М.І. Машкін, Н.М. Париш.- К.: Вища освіта, 2006 - 351 с.

6. Машкін М.І. Первинна обробка і переробка молока. / М.І. Машкін. - К.: Урожай, 1994. - 237 с.

7.Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храпцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев/ Под ред. А.М. Шалыгиной . - М.: Колос, 2004. - 455 с.