

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

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

Кафедра “Обладнання харчових
технологій “

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи № ____
на тему:

**«ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗБИВАННЯ МАСЛА У
АПАРАТАХ НЕПЕРЕРВНОЇ ДІЇ»**

з курсу «Технологічне обладнання молочної
промисловості»
для студентів денної та заочної форми навчання
спеціальності 181 «Харчові технології»

Тернопіль 2019

Мета роботи: вивчення обладнання для виробництва масла.

Ключові слова: масло, метод збивання, масловиготовлювач.

1. Теоретичні відомості

При виробництві масла методом збивання в апарат подають вершки жирністю 38-40%, які представляють собою емульсію, що складається із жирових кульок і плазми. Величина жирових кульок 2-3,5 мкм. За структурою – це жир, який обмежений білковою оболонкою. В 1 л молока знаходиться близько 3 млрд жирових кульок.

Процес виробництва масла можна розділити на дві стадії: утворення масляного зерна та утворення і обробка масляного пласту. Утворення масляного зерна (агрегацію жирових кульок) спричиняють гідродинамічні особливості процесу збивання у апаратах неперервної дії. В процесі збивання утворюються мікро- і макрозавихрення. В результаті інтенсивного руху жирової кульки руйнується її білкова оболонка і, попадаючи в макрозавихрення, кулька зближується з іншими жировими кульками аж до контакту і злипання. Таким чином утворюються масляні зерна, які в подальшому злипаються між собою і утворюють пласт. Відповідно і конструкція масловиготовлювачів неперервної дії складаються із послідовно розміщених збивача масляного зерна і обробника (текстуратора) з відповідними приводами і системою регулювання (рис. 1).

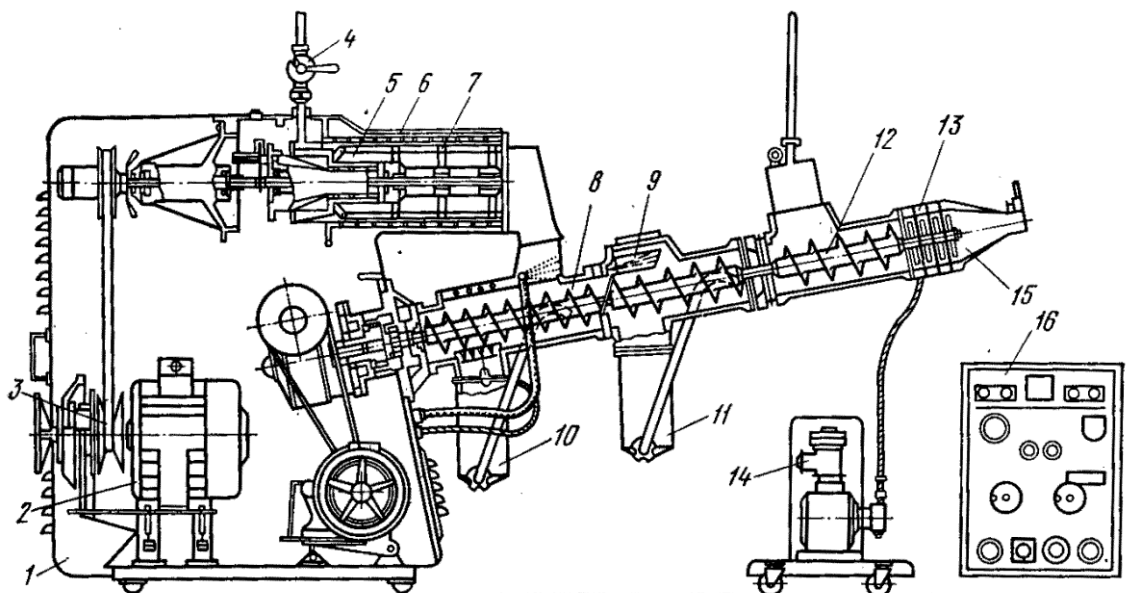


Рисунок 1. Масловиготовлювач неперервної дії:

1 – станина; 2 – електродвигун; 3 – варіатор швидкостей; 4 – кран; 5 – збивач; 6 – охолоджуюча сорочка; 7 – мішалка; 8 – текстуратор; 9 – камера промивання масляного зерна; 10 – вістійник пахти; 11 – вістійник промивочної води; 12 – камера обробки масла під вакуумом; 13 – перфоровані матриці з лопатями; 14 – насос – дозатор; 15 – конічна насадка; 16 – пульт керування.

Збивач представляє собою циліндр з теплообмінною сорочкою, в якому по осі розміщений ротор. Один із варіантів виконання ротора показано на рисунку 2.

Ротор виконаний у вигляді лопатевої мішалки, лопаті 4 якої розміщені на тримачах. Тримачі 7 встановлені на різьбовій втулці 10 з можливістю переміщення вздовж осі ротора. При цьому лопаті 4 переміщуються в пазах 9 відносно нерухомих в осьовому напрямку тримачів 6, змінюючи зазор між циліндром і лопаттю. Ротор приводиться в рух від електродвигуна через варіатор швидкості, який дозволяє змінювати оберти в межах 700-1000 об/хв в залежності від виду масла.

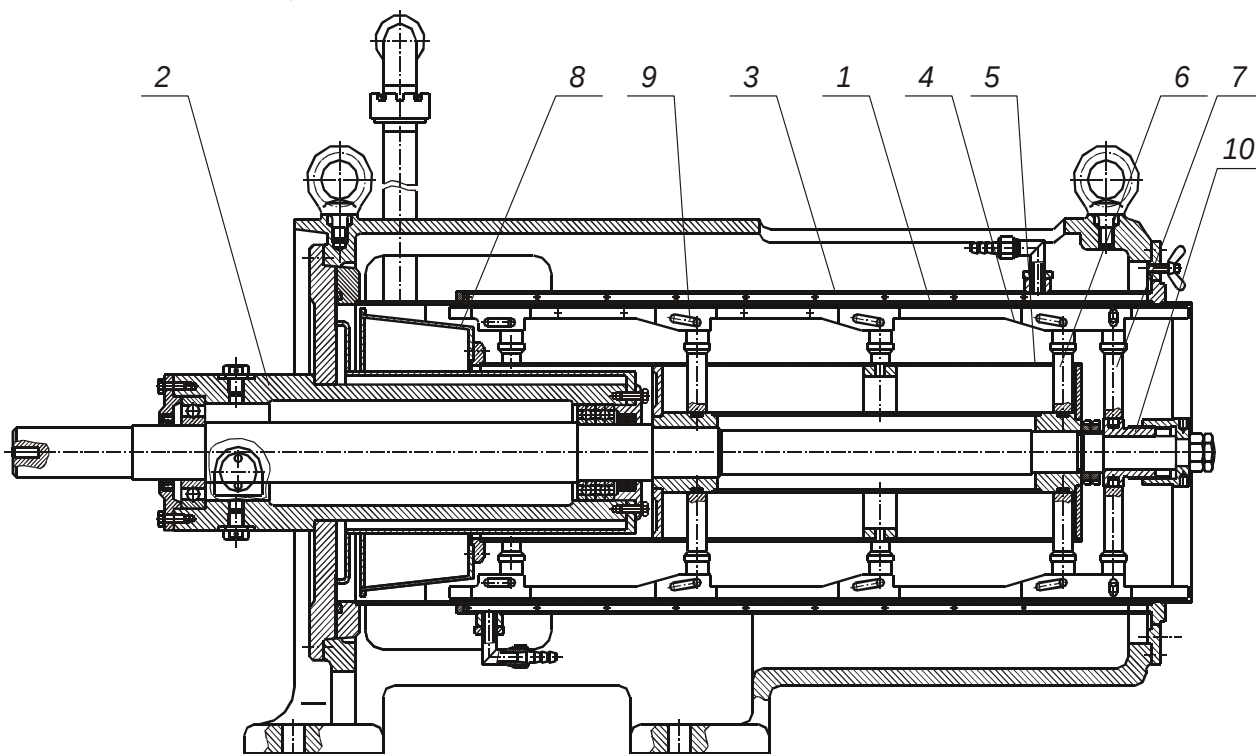


Рисунок 2. Збивальний циліндр:

- 1 – циліндр; 2 – підшипниковий вузол; 3 – теплообмінна сорочка;
4 – лопать; 5 – ротор; 6,7 – тримач; 8 – розподільний конус; 9 – паз;
10 – різьбова втулка.

Вершки подаються у збивач гвинтовим насосом на розподілюючий конус 8 і захоплюються лопатями. В результаті інтенсивного механічного перемішування проходить агрегація жирових кульок і на виході із збивача одержуємо масляні зерна і маслянку.

Для підтримання температурного режиму в сорочку збивача подається льодяна вода.

В текстураторі проходить обробка спочатку масляного зерна, відділення надлишку вологи або вроблення недостаючої кількості вологи, а також

комплексна обробка пласту масла, яка полягає в промиванні, посолці та вакуумуванні масла, внесенні компонентів.

Основна маса маслянки відділяється на перших витках шнека через ситову поверхню на дні камери. Передбачене періодичне промивання сита шляхом імпульсної подачі маслянки в зворотному напрямку.

Робочим органом текстуратора є два шнеки, які обертаються назустріч один одному в камері еліпсоподібної форми (рис. 3).

Шнеки розміщені під кутом до горизонту для забезпечення стікання маслянки. Число обертів шнека становить 36÷40 об/хв. По ходу руху масла розміщені камера диспергування масла, вакуум камера, камера посолки масла і внесення окремих компонентів.

Камера для диспергування масла представляє собою ряд розміщених перфорованих пластин з отворами від 2,5 до 15 мм. Живий переріз пластини становить від 15 до 50%. Довжина каналу від 3,5 до 20 мм. У вакуум-камері проходить вакуумування масла, що забезпечує його краще зберігання.

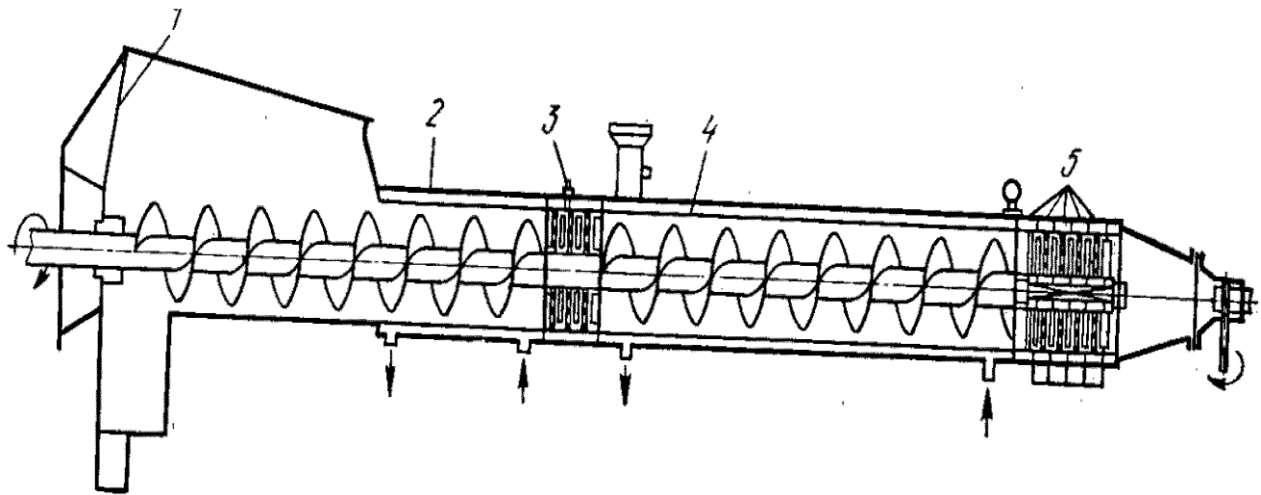


Рисунок 3. Схема текстуратора з однією шнековою камерою
1 – приймальний бункер; 2 – перша ступінь текстуратора; 3 – пластини для диспергування вологи (перша ступінь); 4 – друга ступінь текстуратора;
5 – пластини для диспергування вологи (друга ступінь).

Розрахунок масловиготовлювачів неперервної дії.

Початковими даним для розрахунку масловиготовлювачів неперервної дії є продуктивність масловиготовлювача, температура збивання вершків в різні періоди року.

Для визначення потужності приводу мішалки (ротора) Г.А.Куком була запропонована формула:

$$N_{cp} = A \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^{4,6} \cdot \mu^{0,2}, \quad (1)$$

аналогічна формула одержана Єресько Г.О., Майбородою Ю.В.

$$N_{cp} = 1,49 \cdot 10^2 \frac{d^{2,72} \cdot n^{1,86} \cdot \mu^{1,14}}{\rho^{0,14}}, \quad (2)$$

де A – коефіцієнт;
 ρ – густина вершків, кг/м³;
 n – число обертів мішалки, с⁻¹;
 D – діаметр циліндра, м;
 μ – динамічна в'язкість вершків, Па·с.
 d – діаметр мішалки, м.

Відома також формула для визначення потужності збивача у вигляді:

$$N_{зб} = \left(\frac{2,45 \cdot 10^{-5} \rho \cdot v_l^3}{\eta_m} \right) F, \quad (3)$$

де v_l – колова швидкість обертання лопатей, м/с;
 η_m – механічний к.к.д. ($\eta_m = 0.7 \div 0.8$);
 F – робоча поверхня циліндра, м².
 Секундна витрата вершків Q , м³/с:

$$Q = \frac{B \cdot H}{3600 \cdot \rho}, \quad (4)$$

де B – продуктивність масловиготовлювача, кг/год;
 H – технологічна норма витрат вершків на одиницю продукції.

$$H = \frac{\mathcal{J}C_M}{\mathcal{J}C_\epsilon}, \quad (5)$$

$\mathcal{J}C_\epsilon$, $\mathcal{J}C_M$ – жирність вершків і масла, %.

При тривалості збивання вершків в циліндрі $\tau' = 1,85 \div 2,4$ с, об'єм вершків в циліндрі $V_\epsilon = Q \cdot \tau'$ відповідно маса вершків в збивальному циліндрі

$$m_\epsilon = V_\epsilon \cdot \rho, \quad (6)$$

де ρ – густина вершків, кг/м³.

Конструктивний розрахунок збивального циліндру.

Для розрахунку об'єму V_u , (м³) збивального циліндра використовують співвідношення:

$$\frac{B}{V_u} = 28,5 \div 31,6. \quad (7)$$

Співвідношення довжини L_u і діаметра циліндра D_u приймають таке:

$$L_u = (2,5 \div 3,5) D_u. \quad (8)$$

Об'єм, який описує мішалка V_m (м):

$$V_M = V_{\text{ц}} - V_{\text{в}}. \quad (9)$$

Якщо прийняти, що вершки розподіляються в зазорі між циліндром і мішалкою рівномірно то величину зазору між мішалкою і циліндром можна визначити з того, що

$$V_M = \pi \cdot r_M^2 \cdot L_{\text{ц}} = \pi \cdot L_{\text{ц}} (R_{\text{ц}} - \delta)^2, \quad (10)$$

Де r_M – радіус мішалки, м;

$R_{\text{ц}}$ – радіус циліндра, м;

δ – зазор між циліндром і мішалкою, м;

Враховуючи, що об'єм, який займає мішалка, становить 94,5÷96,5% об'єму циліндра, в формулі (IX.18), одержимо квадратне рівняння:

$$\delta^2 - 2R_{\text{ц}} \cdot \delta + (0,035 \div 0,055) R_{\text{ц}}^2 = 0, \quad (11)$$

з якого можна визначити δ – зазор між циліндром і мішалкою.

Ширину лопаті мішалки розраховують за рівнянням, запропонованим Куком Г.А:

$$B = r_M \left(1 - \sqrt{1 - \sqrt{\xi \cdot \varphi}} \right), \quad (11)$$

де B – ширина лопаті мішалки, м;

r_M – радіус краю мішалки, м;

ξ – коефіцієнт опору тертя (для турбулентного режиму $\xi = 0,02$);

φ – кут між лопатями, рад;

Для розрахунку збивача Маслов А.М. і Грищенко А.Д. рекомендують використовувати критеріальне рівняння, яке зв'язує продуктивність, геометричні розміри апарату і теплофізичні властивості вершків.

$$\frac{M \cdot \rho}{\mu \cdot d} = \varphi \left(\frac{n \cdot d_M^2 \cdot \rho}{\mu} \right)^{2,5} \left(\frac{\mu}{\rho \cdot a} \right)^{2,2} \left(\frac{T_0}{T_{\text{пл}}} \right)^{4,0} \mathcal{J}^b, \quad (12)$$

де ρ – густина вершків, кг/м³;

μ – динамічна в'язкість вершків, Па·с;

d_M – діаметр мішалки, м;

φ – коефіцієнт;

n – частота обертання мішалки, с⁻¹;

a – температуропровідність вершків, м²/с;

$T_0, T_{\text{пл}}$ – температура збивання вершків і плавлення молочного жиру, К;

$\mathcal{J}$ – масова доля жиру у вершках, %;

b – показник степеня.

Якщо жирність вершків до 30%, то коефіцієнт приймають $\varphi = 10^{-14}$

$b = 0,4$, при більшій жирності більшій 30% - $\varphi = 5 \cdot 10^{-17}$, $b = 2$.

2. Опис конструкції та принципу роботи лабораторної установки

На рисунку 4 зображено схему лабораторної установки для дослідження процесу маслоутворення способом збивання. Вершки поміщають у збивальний циліндр 1, який жорстко закріплюється в установці. Вмикають установку з допомогою вмикача 7 і регулятором 8 встановлюють потрібну кількість обертів збивача.

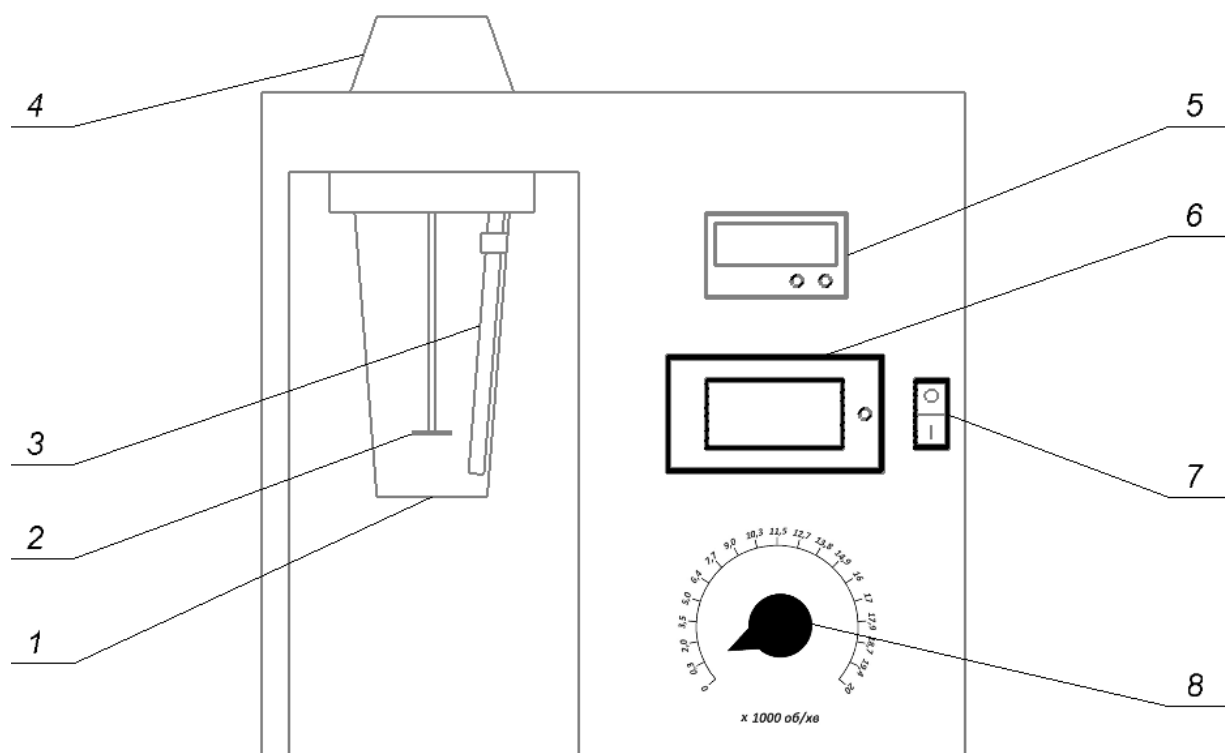


Рисунок 4. Схема лабораторної установки.

- 1-збивальний циліндр; 2-збивач; 3-зонд для вимірювання температури;
4-привід; 5-табло електронного термометра; 6-прилад для вимірювання
напруги, сили струму і потужності; 7-кнопка вмикання/вимикання
установки; 8-регулятор числа обертів збивача.

3. Хід роботи

1. Виміряти розміри мішалки і ємності.
2. Відміряти необхідну порцію вершків, визначити жирність вершків.
3. Помістити вершки у збивальний циліндр та включити установку на задане число обертів.
4. Фіксувати за допомогою секундоміра початок утворення масляного зерна та його завершення.
5. Вимірювати через кожні 2с затрачену потужність на процес збивання.

6. Повторити дослід при різних числах обертів.
7. Результати занести в таблицю 1.

Таблиця 1.

№ дос- ліду	Об'єм вершків $V, \text{м}^3$	Число обертів $n, \text{хв}^{-1}$	Час $t, \text{с}$	Потужність (дослід) $N, \text{Вт}$	Потужність (за форм.) $N, \text{Вт}$	Продук- тивність Q , кг/с
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

4. Послідовність обробки результатів досліджень

1. Побудувати графік зміни потужності збивача в процесі одержання масляного зерна.
2. Будуємо графік залежності тривалості процесу утворення масляного зерна від числа обертів мішалки.
3. Визначаємо теоретично споживану потужність збивача за формулами 1,2, 3 та співставляємо з експериментальними значеннями.
4. Визначаємо необхідні геометричні розміри збивача продуктивністю 1000кг/ год за даними експериментів за формулами (7-12).
5. Визначити затрачену потужність за формулою:

$$N = \xi \frac{K}{n} D^5 \cdot n^3 \cdot \rho \cdot z, \quad (13)$$

- де D – діаметр мішалки, м;
 n – число обертів мішалки, хв^{-1} ;
 ρ – густина продукту, кг/м^3 ;
 z – кількість пар мішалок;

$$\xi = \frac{A}{\text{Re}_m^K} \text{ – коефіцієнт опору, для трилопатевої мішалки } A = 7,8, K = 0,2.$$

6. Визначити продуктивність збивача за формулою (21) та за формулою:

$$Q = m/t, \quad (14)$$

- де m – маса одержаного масла, кг;
 t – час збивання, с.

5. Зміст звіту

1. Назва лабораторно роботи, її мета.
2. Схема установки, таблиця 1.
3. Графік зміни потужності збивача в процесі одержання
4. масляного зерна.
5. Розрахунки практичної частини заняття.

6. Техніка безпеки при виконанні лабораторної роботи.

1. До роботи допускаються студенти, які пройшли інструктаж.
2. При виконанні лабораторної роботи забороняється самостійно включати стенд.
3. При виконанні роботи забороняється поміщати інші предмети у збивальний циліндр.
5. Розбирати установку можна тільки при відключенні від електромереж .

7. Контрольні запитання.

1. Способи виробництва масла.
2. Як утворюються масляні зерна у масловиготовлювачах?
3. Принцип будови збивача у масловиготовлювачах.
4. Призначення текстуратора.
5. Будова експериментальної установки.
6. Як впливає число обертів мішалки на процес маслоутворення?
7. Від яких параметрів залежить продуктивність масловиготовлювача?

Як визначаються основні параметри збивального циліндра?

8. Література

1. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв : Навчальний посібник / Г.О. Єресько, М.М. Шинкарик, В.Я. Ворощук – К.: Інкос, 2007. – 336с.