

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінжинірингу

МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ І
ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ
ПРОДУКЦІЇ
(Частина 2)

**Методичні вказівки щодо виконання лабораторно-
практичних занять**

**для здобувачів 2 курсу освітньої програми «Агроінженерія»
денної та заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти
«бакалавр»**

СУМИ - 2025

УДК 631.3.62-5

М 38

Укладачі: **Зубко В.М.**, д.т.н., професор, професор кафедри агроінжинірингу Сумського НАУ
Харченко С.О., д.т.н., професор, доцент кафедри агроінжинірингу Сумського НАУ
Харченко Ф.М., к.т.н., старший викладач кафедри агроінжинірингу Сумського НАУ
Соколік С.П., старший викладач кафедри агроінжинірингу Сумського НАУ

Зубко В.М., Харченко С.О., Харченко Ф.М., Соколік С.П.

М 38 **Машини і обладнання для переробки і зберігання с.г. продукції:** методичні вказівки щодо виконання лабораторно-практичних занять для здобувачів 2 курсу освітньої програми «Агроінженерія» денної та заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти «бакалавр» / Зубко В.М., Харченко С.О., Харченко Ф.М., Соколік С.П. - Суми, 2025. – 60 с.

Рецензенти:

Саржанов Б.О., PhD, доцент кафедри агроінжинірингу Сумського НАУ;

Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент кафедри технічного сервісу та галузевого машинобудування Сумського НАУ.

Відповідальний за випуск:

Шуляк М.Л., д.т.н., професор, завідувач кафедри агроінжинірингу СНАУ.

Рекомендовано до видання радою із забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти інженерно-технологічного факультету. Протокол № 6 від __.05 2025 року

© Сумський національний
аграрний університет, 2025

ЗМІСТ

<i>Вступ</i>	4
1. <i>Процеси сушіння зернових матеріалів</i>	5
2. <i>Вивчення конструкції і процесу лушення гречки на лушильній установі</i>	18
3. <i>Дослідження конструкції та технологічних показників роботи шнекового преса</i>	30
4. <i>Особливості процесу та обладнання для гомогенізації</i> ..	44

Вступ

Метою цих робіт є ознайомлення студентів з основними принципами та методами роботи з машинами і обладнанням, які використовуються у сільському господарстві для переробки та зберігання сільськогосподарської продукції. В ході лабораторних занять студенти будуть мати можливість практично застосувати теоретичні знання та вивчити основні принципи роботи різних типів обладнання, а також провести експерименти та аналізувати отримані результати.

Вказівки містять описи лабораторних робіт, пояснення необхідних інструментів та обладнання, а також методику проведення експериментів. Додатково, надані вказівки щодо аналізу та оформлення результатів, що допоможуть студентам систематизувати та представити отриману інформацію.

Ці методичні вказівки стануть незамінним посібником для студентів під час вивчення та виконання лабораторних робіт з даної теми, а також сприятимуть їхньому професійному розвитку в галузі агроінженерії.

Практична робота №1

Процеси сушіння зернових матеріалів

Мета: вивчити будову, методики визначення основних параметрів машин для сушіння зернових матеріалів.

Техніка безпеки: забороняється користуватися обладнанням без дозволу викладача та користуватись несправним інструментом, розбирати прилади та інструменти. Здобувач освіти зобов'язаний бережно відноситися до матеріальних цінностей якими він користується в процесі роботи. По закінченню роботи необхідно здати викладачу інструменти та прибрати робоче місце.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити будову та принцип дії машин.
2. Набути навиків оцінювання технологічної ефективності обладнання.
3. Розрахувати основні технологічні параметри сушарки.
4. Зробити висновки про технологічну ефективність та технічний стан.

Загальні положення

Сушіння матеріалів є однією з основних операцій багатьох технологічних процесів. Сушіння є основою для приведення зерна в стійкий стан, що забезпечує його тривале зберігання. Сушіння та охолодження зерна дозволяє добитися максимально низьких втрат на дихання під час зберігання. З пониженням

вологості зерна знижується інтенсивність дихання, подавляється життєдіяльність мікроорганізмів та шкідників.

Вологість зерна, при якій в клітинах з'являється вільна волога в зерні, спостерігається різкий стрибок інтенсивності дихальних процесів називається критичною.

Процес сушіння включає кілька основних стадій:

- підігрівання зерна;
- випаровування вологи з його поверхні;
- переміщення вологи з внутрішніх шарів до поверхні;
- охолодження.

Ефективність сушіння залежить від ряду факторів, таких як температура та вологість повітря, швидкість потоку теплоносія, початкова та кінцева вологість зерна, а також його фізико-хімічні властивості.

Важливим аспектом сушіння є вибір оптимального режиму температури та часу, оскільки надмірний температурний вплив може призвести до пошкодження структури зерна, зниження схожості насіння, зміни його хімічного складу, що є критичним для подальшої переробки та споживання. Тому контроль температурного режиму є ключовим фактором у збереженні якості зерна.

Сучасні технології сушіння передбачають використання різних типів сушарок: шахтних, барабанних, стрічкових та аеродинамічних, кожна з яких має свої переваги та обмеження. Серед них особливе місце займають шахтні сушарки, які відзначаються високою продуктивністю та ефективністю.

Шахтні зерносушарки складаються з сушильної та охолоджуючої шахт, над- і підсушильного бункерів, завантажувального та вивантажувального пристроїв,

транспортуючого обладнання, тепловентиляційної системи, пилоочисних пристроїв, обладнання та приладів для дистанційного контролю та автоматичного регулювання процесу сушіння.

Сушарки виконані у вигляді вертикальних шахт прямокутного перетину, всередині яких горизонтальними рядами встановлені повітророзподільні короба п'ятигранної форми. Короба поділяють на підвідні та відвідні. У перших вікна розташовані зі сторони подачі агента сушіння (сушильна шахта) або атмосферного повітря (охолоджувальна шахта). Відвідні короба, навпаки, відкриті зі сторони виходу агенту сушіння (повітря). Підвідні і відвідні короба ідуть через один ряд (рис. 1.1) або розташовані в одному ряду через один.

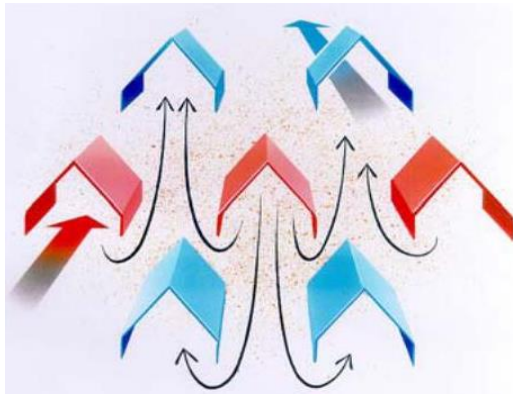


Рис. 1.1. Схема руху агента сушки в шахтних зерносушарках

Для кращого перемішування зернового матеріалу короба розташовують в шаховому порядку. Кількість відвідних та підвідних коробів однакова.

Простір між коробами заповнюють зерновим матеріалом. Агент сушки (або повітря), що поступає з підвідних коробів, проходить через шар зерна (товщину шару і напрям потоку визначається взаємним розташуванням коробів). Це є робочою зоною, в якій відбувається тепловобімін, і далі зерновий матеріал попадає у відвідний короб.

Технологічна схема роботи сушарок типу ДСП (з двома шахтами) представлена на рис. 1.2.

Час перебування в шахті регулюють спеціальним механізмом, який розташований в нижній частині бункера.

Швидкістю вивантаження зернового матеріалу можна впливати на температуру нагрівання зерна.

Вологий зерновий матеріал по самопливній трубі (транспортеру) поступає в норію 1, а потім до надсушильного бункера 8 і далі рівномірно розподіляється по шахтах 9 (перша 10 і друга 11 зони сушки, зона охолодження 12). Зерновий матеріал при проходженні між коробами в зоні нагрівання (сушіння), сушиться і нагрівається агентом сушіння. Потім в зоні охолодження зерновий матеріал продувається атмосферним повітрям. Випуск зернового матеріалу з шахт здійснюється вивантажувальним механізмом 13 періодичної дії.

Сухий охолоджений зерновий матеріал через бункера 14 направляється в силос або склад транспортером 2 і норією 3. Агент сушіння з топки 4 вентиляторами 6 і 5 подають до камери першої та другої зон сушіння 10 і 11. Далі він через підвідні короба поступає в сушильну шахту, де пронизує зерновий матеріал.

Через відвідні короба агент виводиться в атмосферу напрямку або через осаджувальні камери.

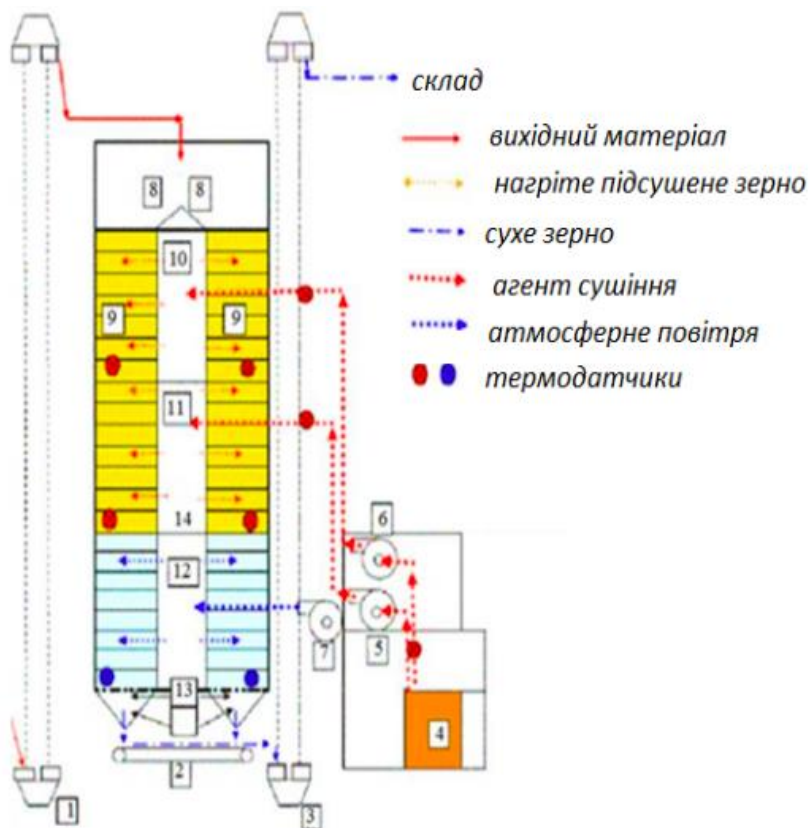


Рис. 1.2. Зерносушарки ДСП відкритого типу: 1 - норія вихідного зернового матеріалу; 2 - транспортер сухого зерна; 3 - норія сухого зерна; 4 - топка; 5 - вентилятор I сушильної зони; 6 - вентилятор II сушильної зони; 7 - вентилятор зони охолодження; 8 – надсушильний бункер; 9 - сушильні шахти; 10 - I сушильна зона; 11 - II сушильна зона; 12 - зона охолодження; 13 - вивантажувальний механізм; 14 - підсушительний бункер

Атмосферне повітря вентилятор 7 подає в напорнорозподільчу камеру охолоджувальної шахти 12. Охолодження зернового матеріалу здійснюється аналогічно сушінню, тільки замість агенту сушіння подається атмосферне повітря.

Для побудови матеріального балансу процесу сушіння позначимо: G_1 – кількість вихідного вологого матеріалу, який завантажується до сушарки, кг/год; G_2 – кількість сухого зернового матеріалу після сушіння, кг/год; u_1, u_2 – початкова та кінцева вологість матеріалу, %; W – кількість вологи що видалилась, кг/ год.

Матеріальний баланс має вигляд:

$$G_1 = G_2 + W, \quad (1.1)$$

або по абсолютній сухій речовині

$$G_1 \frac{100 - u_0}{100} = G_2 \frac{100 - u_1}{100}. \quad (1.2)$$

Кількість вологи яка була видалена в процесі сушіння визначаємо з формули:

$$W = G_1 - G_2, \text{ або } W = G_2 \frac{u_1 - u_2}{100 - u_2}. \quad (1.3)$$

Тепловий баланс процесу сушіння. На сушіння поступає G_1 вихідного вологого зернового матеріалу, який має температуру

$T_1, ^\circ\text{C}$. В сушарці з матеріалу випаровується кількість W вологи та видаляється G_2 підсушеного матеріалу при температурі T_2 з теплоємністю c_m і теплоємністю води c_w , Дж/(кг×град).

В сушарку подається абсолютно сухе повітря. Перед калорифером повітря має ентальпію I_0 , Дж/кг сухого повітря. Після нагрівання, а саме на вході в сушарку, ентальпія повітря підвищується до I_1 сухого повітря. В процесі сушіння, в результаті передачі тепла зерновому матеріалу, поглинання випаровуючої вологи, витрат тепла в навколишнє середовище ентальпія повітря змінюється, і на виході з сушарки ентальпія відпрацьованого повітря дорівнює I_2 , Дж/кг сухого повітря. Кількість тепла, яке проводиться до калориферу, позначаємо через Q_K . Тоді з урахуванням витрат тепла сушаркою в навколишнє середовище Q_n маємо вираз для визначення загальної витрати тепла на сушіння:

$$Q_K = L(I_2 - I_1) - c_w W T_1 + G_2 c_m (T_2 - T_1) + Q_n, \quad (1.4)$$

де L – масова витрата агента сушіння $L = \frac{W}{(u_2 - u_1)}$.

Також, до корисних параметрів сушарки слід віднести питомі показники:

- питома витрата теплоносія, 1/год: $l = \frac{L}{W}$;
- питома витрата тепла, Дж/кг: $q = \frac{Q}{W}$.

Кількість підвідних та відвідних коробів z (шт.), які встановлені в сушильній шахті або шахті охолодження:

$$z = \frac{L}{3600 V_a F \rho}, \quad (1.5)$$

де ρ – густина агента сушіння, кг/м^3 ;

V_a – швидкість агента сушки та повітря у відповідних коробах, не більше 6 м/с щоб уникнути виносу зерна, м/с;

F – площа поперечного перетину відвідних рукавів, м^2 .

Коефіцієнт циркуляції розраховується за формулою:

$$n = \frac{(u_1 - u_2)}{\Delta u}, \quad (1.6)$$

де Δu – зниження вологості за один цикл сушіння, %.

Потужність електродвигуна N (кВт) для приводу вентилятора визначається за формулою:

$$N = 0,02 \times 10^{-5} \frac{KVP}{(\eta_1 \eta_2 \eta_3)}, \quad (1.7)$$

де K – коефіцієнт запаса;

V – витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$;

P – повний тиск, Па;

η_1 – ККД підшипників;

η_2 – ККД пасової передачі;

η_3 – ККД вентилятора.

Технічна характеристика зерносушарки ДСП-32 міститься в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Технічна характеристика зерносушарки ДСП-32

№	Найменування параметра	Один. вимір.	Значення
1	Питома витрата електроенергії	кВт·год/т	2,2
2	Продуктивність	т/год	32
3	Тип палива		дизельне палива
4	Витрати палива	кг	1,2
5	Маса	кг	39800

Опишіть класифікацію машин для сушіння зерна:

Надайте будову і принцип роботи, технологічну схему (рис. 1.3) зерносушарки марки _____.

позиції:

1 -

2 -

3 -

4 -

5 -

6 -

7 -

8 -

Рис. 1.3. Технологічна схема зерносушарки

Таблиця 1.2. Технічна характеристика зерносушарки марки _____

№	Найменування параметра	Один. вимір.	Значення
1	Питома витрата електроенергії	кВт·год/т	
2	Продуктивність	т/год	
3	Тип палива		
4	Витрати палива	кг	
5	Маса	кг	

Відповідно до вихідних даних (табл. 1.3), виконуємо задачу 1.1.

Задача 1.1. Визначити продуктивність зерносушарки ДСП, втрати маси зерна та масу зерна після сушіння.

Таблиця 1.3. Вихідні дані до задачі 1.1

Номер варіанту	Культура	Маса зерна до сушіння $G_1, т$	Вологість до сушіння $W_1, \%$	Вологість після сушіння $W_2, \%$	Час сушіння $t, год$
1,11,21	пшениця	200	20	14	10
2,12,22	кукурудза	250	25	15	12
3,13,23	ячмінь	180	22	13	9
4,14,24	овес	220	18	12	11
5,15,25	жито	190	21	13	10
6,16,26	соя	260	16	10	8
7,17,27	гречка	170	23	14	9
8,18,28	просо	210	19	12	11
9,19,29	соняшник	230	26	15	12
10,20,30	ріпак	240	17	11	8

Відповідно до варіанту вписуємо вихідні данні:

- 1) культура _____ ;
- 2) $G_1 =$ _____ т;
- 3) $W_1 =$ _____ %;
- 4) $W_2 =$ _____ %;
- 5) $K_c = 0,91$ (для насіння).

1. Масу зерна G_2 після сушіння визначаємо за наступною формулою:

$$G_2 = G_1 \frac{100 - W_1}{100 - W_2}, \quad (1.8)$$

де G_1 — маса зерна до сушіння, кг;

W_1 і W_2 — відповідно вологість зерна до і після сушіння, %.

2. Втрати маси зерна у відсотках при зниженні вологості визначаємо за виразом:

$$X = \frac{100(W_1 - W_2)}{100 - W_2}. \quad (1.9)$$

3. Визначення продуктивності сушарки проводимо за наступною формулою:

$$G_{\Pi} = \frac{2G_1 0,84K_c}{t}. \quad (1.10)$$

Результати розрахунків внести у таблицю 1.4.

Таблиця 1.4. Результати розрахунків

Маса зерна після сушіння G_2 , кг	Втрати маси зерна у відсотках при зниженні вологості X , %	Продуктивність сушарки G_{Π} , т/год

Висновки:

Питання для самоперевірки

1. Назвіть способи сушки зерна?
2. Назвіть основні вузли шахтної зерносушарки типу ДСП?
3. Яке значення сушіння зерна та кінцеві показники якості процесу?
4. На якому паливі працюють зерносушарки?
5. Назвіть основні регулювання сушарного обладнання?
6. Назвіть основні технологічні параметри сушарки та формули для їх визначення?

Література:

1. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлів, В.Г. МIRONчук і інші. Вінниця. Нова книга 2001. 526 с.
2. МIRONчук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / В.Г МIRONчук., Л.О Орлів., А.І Українець. та ін. Вінниця 2004. 288 с.
3. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / За ред.. проф. І. Ф. Малєжика. К.: НУХТ, 2003. 400 с.

Практична робота №2

Вивчення конструкції і процесу лушення гречки на луцильний установці

Мета: вивчити будову, методики визначення основних параметрів обладнання для лушення гречки.

Техніка безпеки: забороняється користуватися обладнанням без дозволу викладача та користуватись несправним інструментом, розбирати прилади та інструменти. Здобувач освіти зобов'язаний бережно відноситися до матеріальних цінностей якими він користується в процесі роботи. По закінченню роботи необхідно здати викладачу інструменти та прибрати робоче місце.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити будову та принцип дії машин.
2. Набути навиків оцінювання технологічної ефективності обладнання.
3. Розрахувати основні технологічні параметри луцильної установи.
4. Зробити висновки про технологічну ефективність та технічний стан.

Загальні положення

Гречка – одна з найважливіших круп'яних культур, яка широко використовується в харчовій промисловості завдяки високому вмісту білка, амінокислот, мінералів і вітамінів.

Особливістю гречки є те, що зерно вкрите твердою оболонкою (лушпиння), яка не придатна до споживання, тому перед використанням продукт проходить технологічний процес лушення – механічного відокремлення зовнішньої оболонки від ядра.

Лушення гречки є одним з основних етапів у виробництві ядриці. Якість лушення визначає кінцевий вихід продукції та її товарні властивості. Під час лушення важливо забезпечити максимальне вилучення цільного ядра при мінімальному утворенні битого зерна.

Зерно для отримання крупи ділять на три класи за якісними показниками. Вони визначаються, залежно від вмісту ядра, співвідношення зернових та сміткових домішок. Умовно виробництво гречаної крупи ділиться на кілька етапів:

- механічний – зібраний продукт подрібнюють, потім очищають від засмічених домішок. Далі проводиться пресування та транспортування;
- гідромеханічний – передбачає перемішування, поділ на фракції за допомогою повітряно-решітних машин;
- пов'язаний із тепловим впливом – зерно пропарюють протягом 10 хвилин при тиску 25 атмосфер. Пропарений продукт висушується і охолоджується прохолодним повітрям, поки його вологість не дорівнюватиме 18%;
- масообмінний – до цього етапу відносяться всі процедури, що проводяться на молекулярному рівні, наприклад абсорбція, ректифікація, екстракція;
- хімічний – передбачає зміну форми речовини. На останньому етапі зерно ще раз проходить сушіння до 14%, а потім фасується у спеціально підготовлену тару.

Очищення та гідротермічна обробка. Спеціальні машини чи технологічні лінії забезпечують повний процес обробки зерна. Технологія виробництва гречаної крупи передбачає попереднє очищення. Із загальної маси треба забрати напівпорожні зерна, сторонні домішки. Для цього застосовують каменевідділювальні установки з сортувальними ситами, що мають трикутні отвори. Як правило, заздалегідь гречка калібрується на кілька фракцій – у цьому процесі задіяні сита з круглими отворами. Далі потрібна гідротермічна обробка. Вона покращує характеристики зерна – у результаті ядро стає щільнішим, а оболонка тоншою. Обробка чистого продукту в пропарювачі скорочує час варіння, сприяє розсипчастості, відмінному смаку та аромату готової каші. Після пропарювання продукт сушиться та охолоджується для зниження вологості. При цьому важливо не пересушити зерно.

Лущення, шліфування. Після охолодження проводиться калібрування. Зернова маса просівається через спеціальну конструкцію у вигляді сит з отворами різного діаметру. У результаті відсівається зіпсована і дуже дрібна гречка, виходить кілька фракцій. У процесі лущення і подальшого шліфування повністю прибирають оболонку плода, що важко перетравлюється.

Стандартна технологія виробництва гречки включає також обсмажування зерна після шліфування. Його повторно охолоджують і сортують, щоб прибрати пересмажені темні частини. Для підвищення якості готового продукту додатково переробляють за допомогою: сит; лущильних машин; круповідділювачів.

Після всіх етапів гречка готова для розфасовки у мішки, перевезення та зберігання у спеціально призначених місцях.

Для повного звільнення ядра від залишків оболонки і додання ядру гладкої форми застосовують шліфувальні і полірувальні машини.

Усі машини для лушення і шліфування зерна круп'яних культур можна класифікувати за принципом впливу робочих органів, що залежать від форми зв'язку в зерні зовнішніх оболонки з ядром на наступні групи:

- лушильні машини, що впливають на зерно ударами;
- лушильні машини, що впливають на зерно тривалими зусиллями стиску і зрушення;
- лушильні машини, що впливають на зерно нетривалими зусиллями стиску і зрушення;
- лушильні машини, що впливають на зерно тривалим тертям у зоні між робочими органами.

Світове виробництво гречки все частіше тяжіє до інноваційних методик із застосуванням сучасного функціонального обладнання. Це цілі комплекси, що складаються з очисних машин, установок для гідротермічної обробки, калібрування, лушильних верстатів, аспіраторів.

Завершальним етапом у технологічному ланцюзі переробки зерна є подрібнення, під час якого отримують крупу різних фракцій. Для цього використовують спеціальні машини – крупорушки, які забезпечують подрібнення ядра до потрібного розміру без значного його пошкодження. Крупорушка виконує важливу функцію в лінії переробки, дозволяючи отримати готову круп'яну продукцію, придатну до споживання або подальшої кулінарної обробки.

Крупорушка (рис. 2.1) складається з приймального пристрою, лушильної камери, електродвигуна, ексцентрикового

механізму, ситового кузову, бункера, відвію вального пристрою, електродвигуна відвію вального пристрою, пульта керування, що встановлені на рамі.

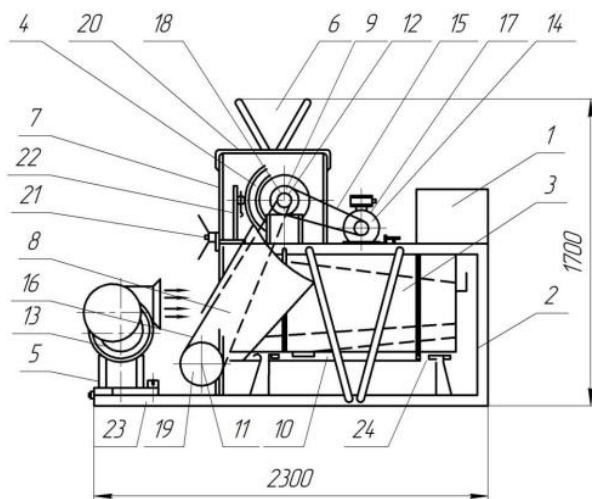


Рис. 2.1. Загальний вид установки для лушення зерна: 1 - пульт керування; 2 - станина; 3 - ситовий кузов; 4 - прорезинена дека; 5 - рама вентилятора; 6 - приймальний бункер; 7 - лущильна камера; 8 - захисний кожух; 9 - абразивний барабан; 10 - тяга; 11 - ексцентриковий механізм; 12 - шків робочого барабану; 13 - вентилятор; 14 - електродвигун приводу робочого барабану; 15 - клинопасова передача робочого барабану; 16 - клинопасова передача ексцентрикового механізму; 17 - привідний шків; 18 - підшипникові опори; 19 - шків ексцентрикового механізму; 20 - засувка регулювання подачі зерна; 21 - регулювальний гвинт; 22 - кронштейн механізму регулювання робочого зазору; 23 - кріплення вентилятора; 24 - обмежувачі руху ситового кузову

Приймальний пристрій, конструктивно виконано у вигляді бункера, в якому встановлено механізм регулювання подачі нелущеного зерна гречки, що забезпечує рівномірну подачу в лушильну камеру рівної кількості нелущеного зерна гречки.

Лушильна камера складається з робочої камери, в якій знаходяться активний робочий орган (абразивний циліндр – диск) і пасивний робочий орган (прогумована дека). Робоча камера закрита кришкою.

В корпусі робочої камери встановлено механізм, що служить для регулювання величини зазору між активним і пасивним робочими органами. Величина зазору між активним і пасивним робочими органами визначається по формулі:

$$L = 0,75d_{\text{ср}}, \quad (2.1)$$

де $d_{\text{ср}}$ – середній діаметр нелущеного зерна у фракції, мм.

На валу активного робочого органу встановлено подвійний шків, який отримує обертання через клинопасову передачу від електродвигуна, і далі передає обертання клинопасову передачу на ексцентриковий механізм.

Ексцентриковий механізм, з'єднаний з ситовим кузовом тягою, призначений для передачі ситовому кузову зворотно-поступального руху. Довжину тяги можна змінювати за допомогою муфти.

В основі роботи установки лежить метод лущення зерна гречки в робочому пристрої між абразивним барабаном, що обертається і нерухомою резиною декою.

З приймального бункеру 6 (рис. 2.1.) зерно поступає на барабан 9. регулювання подачі зерна здійснюється за допомогою

заслінки 20 шляхом зміни ширини зазору. При розділенні на фракції нелущеного зерна встановлюється максимальний зазор між барабаном та декою. Барабан являє собою набір з чотирьох абразивних кругів, стягнутих на валу 12 гайкою.

Зерно подається в зазор між барабаном та декою 4, піддається частковій деформації при дотику з шершавою поверхнею робочого органу, що спричиняє відділення оболонки від ядра. Величина зазору регулюється за допомогою регулювального гвинта 21 і механізму регулювання робочого зазору 22.

Потім всі фракції зерна після лушення надходять в ситовий кузов 3 з двома ситами і підкосом. Сита вибираються з набору сит, в залежності від розміру зерна. Фракційна маса зерна струшується з амплітудою 24 мм за допомогою ексцентрикового механізму 11. Ситовий кузов 3 здійснює розділення нелущеного зерна на фракції, розділення лущеного зерна гречки (суміші) по фракціях. В крайніх положеннях ситовий кузов б'ється об регулювальні упори 24.

В процесі роботи установки пил і легкі фракції виносяться потоком повітря, створеного вентилятором 13. потік повітря в ситовий кузов можна регулювати за допомогою жалюзійних засувки.

Технічна характеристика крупорушки міститься в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Технічна характеристика крупорушки

№	Найменування параметра	Один. вимір.	Значення
1	Продуктивність установки	кг/год	50...80
2	Число обертів барабана	об/хв	625
4	Потужність приводу барабану	кВт	2,2
5	Потужність приводу вентилятора	кВт	0,25
6	Габаритні розміри установки	мм	2300/700/ 1700

Опишіть класифікацію крупорушки:

[illegible]

Надайте будову і принцип роботи, технологічну схему (рис. 2.2) крупорушки марки _____.

позиції:

1 -

2 -

3 -

4 -

5 -

6 -

7 -

8 -

9 -

Рис. 2.2. Технологічна схема крупорушки _____

Таблиця 2.2. Технічна характеристика крупорушки марки _____

№	Найменування параметра	Один. вимір.	Значення
1	Продуктивність установки	кг/год	
2	Число обертів барабана	об/хв	
4	Потужність приводу барабану	кВт	
5	Потужність приводу вентилятора	кВт	
6	Габаритні розміри установки	мм	

Задача 2.1. Визначити величину зазору між робочими органами згідно з розмірами зерна. Розрахувати теоретичну продуктивність крупорушки та оцінити втрати на дроблення.

Таблиця 2.3. Вихідні дані до задачі 2.1

Номер варіанту	Середній діаметр зерна d_{cp} , мм	Ширина робочої зони b , м	Висота шару зерна h , м	Коефіцієнт заповнення φ	Коефіцієнт дроблення α
1,11,21	4.2	0.12	0.05	0.80	0.06
2,12,22	3.8	0.10	0.06	0.75	0.04
3,13,23	4.0	0.11	0.07	0.82	0.07
4,14,24	3.5	0.11	0.05	0.78	0.09
5,15,25	4.1	0.13	0.06	0.80	0.06
6,16,26	3.9	0.11	0.05	0.76	0.05
7,17,27	4.2	0.12	0.07	0.81	0.07
8,18,28	3.7	0.10	0.06	0.77	0.04
9,19,29	4.0	0.11	0.05	0.79	0.06
10,20,30	3.6	0.10	0.05	0.75	0.09

Відповідно до варіанту вписуємо вихідні данні:

1) $d_{cp} =$ _____ мм;

2) $b =$ _____ м;

3) $h =$ _____ м;

4) $\varphi =$ _____;

5) $\alpha =$ _____;

6) $\rho = 820 \text{ кг/м}^3$ (густина зерна гречки).

1. Визначити величину зазору між робочими органами згідно з розмірами зерна:

$$L = 0,75 d_{cp} \quad (2.2)$$

де d_{cp} – середній діаметр зерна, мм.

2. Продуктивність установки:

$$\Pi = bh\varphi\rho 3600, \quad (2.3)$$

де b – ширина робочої зони, м;

h – висота шару зерна, м;

φ – коефіцієнт заповнення;

ρ – густина зерна гречки, кг/м³.

3. Втрати на дроблення:

$$W_{\text{дробл}} = \Pi\alpha, \quad (2.4)$$

де α – коефіцієнт дроблення.

Результати розрахунків внести у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4. Результати розрахунків

Величина зазору між робочими органами L , мм	Продуктивність установки Π , кг/год	Втрати на дроблення $W_{\text{дробл}}$

Висновки:

■ Питання для самоперевірки

1. Які основні вимоги ставляться до процесу подрібнення гречки у крупорушках, щоб зберегти якість ядра?
2. Чим відрізняється конструкція вальцювої крупорушки для гречки від універсальної зернодробарки?
3. Як впливає швидкість обертання вальців на якість подрібнення гречки?
4. Які особливості потрібно враховувати при регулюванні зазору між вальцями під час переробки гречки?

Література:

1. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, О.В. Гвоздєв та ін./ За редакцією О.В. Дацишина. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2008. 488 с.
2. Технологічне обладнання цехів переробки продукції тваринництва. Навчальний посібник / І. В. Севостьянов, І. А. Зозуляк. Вінниця : ВНАУ, 2020. 127 с.

Практична робота №3

Дослідження конструкції та технологічних показників роботи шнекового преса

Мета: вивчити будову, методики визначення основних параметрів шнекового преса.

Техніка безпеки: забороняється користуватися обладнанням без дозволу викладача та користуватись несправним інструментом, розбирати прилади та інструменти. Здобувач освіти зобов'язаний бережно відноситися до матеріальних цінностей якими він користується в процесі роботи. По закінченню роботи необхідно здати викладачу інструменти та прибрати робоче місце.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити будову та принцип дії машин;
2. Набути навиків оцінювання технологічної ефективності обладнання;
3. Розрахувати основні технологічні параметри шнекового преса;
4. Зробити висновки про технологічну ефективність та технічний стан.

Загальні положення

Шнекові олійні преси є одним із найпоширеніших типів обладнання, що застосовуються для отримання рослинної олії з насіння олійних культур. Вони забезпечують механічне

віджимання олії без застосування хімічних розчинників, що дозволяє отримати продукт із високими органолептичними та харчовими властивостями.

Олійні преси – це машини, призначені для механічного вилучення рослинної олії з насіння або плодів олійних культур. Залежно від принципу дії, конструктивних особливостей, режиму роботи та сфери застосування, їх класифікують за кількома ознаками.

1. За принципом дії:

- механічні (шнекові, гідравлічні, поршневі) – забезпечують фізичне стиснення сировини;
- пневматичні – використовують стиснене повітря для витискання олії;
- термічні та екстракційні – не належать до класичних пресів, але також використовуються для вилучення олії (із застосуванням розчинників або температури).

2. За типом конструкції:

- шнекові преси – найбільш поширені;
- гідравлічні преси – працюють за рахунок тиску рідини, застосовуються в основному для малих об'ємів сировини;
- поршневі преси – використовують зворотно-поступальний рух для стискання маси.

3. За режимом роботи:

- безперервної дії – забезпечують постійну подачу сировини й вивід продуктів (наприклад, шнекові преси);
- періодичної дії – процес проходить у циклах (найчастіше гідравлічні преси).

4. За температурним режимом:

- холодного віджиму – пресування відбувається без попереднього нагрівання сировини; виходить натуральна, нерафінована олія;
- гарячого віджиму – перед пресуванням сировина термічно обробляється (прогрівається до 60–100°C) для підвищення виходу олії.

На сьогоднішній день в олієпереробній промисловості використовуються шнекові преси безперервної дії.

Залежно від функціонального призначення їх поділяють на три основні типи:

- машини для первинного (попереднього) віджиму олії – форпреси;
- обладнання для остаточного віджиму – експелери;
- універсальні преси подвійної дії – які поєднують обидва етапи в одній установці.

Форпреси та експелери відрізняються конструкцією основного робочого органу – шнекового валу. На першому етапі, в зоні форпресування, сировина піддається попередньому стисканню, внаслідок чого відбувається виділення значної частини олії. Цей етап важливий для зменшення волого-олійного вмісту перед остаточним пресуванням. Далі сировина транспортується до другої зони – зони остаточного стискання, де відбувається остаточне видобування залишкової олії з мезги під дією зростаючого тиску.

Основна технічна відмінність таких пресів полягає у спеціальному шнековому валу, який має змінний крок та діаметр витків, що відповідає послідовній зміні тиску в різних зонах. Це дозволяє оптимально розподіляти навантаження та зменшити втрати енергії.

Експелери використовують для остаточного видобування олії з попередньо віджатої сировини (мезги). Вони є другою ланкою в технологічному процесі після форпресів і забезпечують максимальне вилучення залишкової олії з частково знежиреної маси.

Основною особливістю конструкції експелерів є шнековий вал зі змінним кроком витків, який створює поступове зростання тиску вздовж довжини робочої зони. На відміну від форпресів, де тиск нижчий і дія м'якша, експелери забезпечують високий тиск (до 30 МПа), необхідний для глибокого стискання мезги. У результаті зменшується залишковий вміст олії до 6–8% або навіть менше.

Оскільки різниця між форпресами та експелерами полягає переважно у формі й розмірах шнекових витків, розроблено моделі, які комплектуються змінними шнеками для роботи в обох режимах.

Принцип дії шнекових пресів у загальних рисах однаковий: обертання шнекового вала всередині зєрного барабана (складеного з металевих пластин з вузькими проміжками) забезпечує переміщення подрібненої сировини від завантажувального отвору до виходу. Внаслідок зменшення об'єму шнекової камери (через зменшення кроку і збільшення діаметра витків) сировина стискується, що призводить до витискування олії.

Отримана олія просочується крізь зазори барабана і збирається в піддоні, тоді як макуха транспортується до вихідного отвору, де стикається з регулюючим пристроєм. Цей пристрій формує зворотний тиск у шнековій зоні, що впливає на ефективність процесу пресування.

Віджимання рідини із матеріалу в шнековому пресі відбувається внаслідок поступового ущільнення маси матеріалу за рахунок таких процесів:

- зменшення об'єму матеріалу, який знаходиться між витками, завдяки зменшенню кроку витків або їх діаметра, або одного й другого разом;
- механічного впливу витків на матеріал під час обертання шнека;
- тертя матеріалу, що пресується, по поверхні шнека, циліндра і частинок матеріалу між собою;
- опору в камері тиску.

Вихід рідини та її якість залежать від ступеня стискання матеріалу між витками шнека, який характеризується коефіцієнтом стискання:

$$k = \frac{V_1}{V_2}, \quad (3.1)$$

де V_1 – об'єм матеріалу в першому витку шнека, м^3 ;

V_2 – об'єм матеріалу в останньому витку шнека, м^3 .

Під час віджимання олії коефіцієнт стискання $k = 3 \dots 23$.

Продуктивність шнекового преса за сировиною (у кг/с):

$$\Pi = F v_0 \rho \varphi, \quad (3.2)$$

де F – площа поперечного перерізу внутрішньої порожнини камери пресування у місті розміщення першого витка шнека, зайнятої продуктом, м^2 :

$$F = \frac{\pi(d_0^2 - d_1^2)}{4}, \quad (3.3)$$

де d_0 – зовнішній діаметр шнека, м ;

d_1 – внутрішній діаметр шнека, м ;

ρ – об'ємна маса мезги, $\text{кг}/\text{м}^3$;

φ – сумарний коефіцієнт заповнення переріза шнека і всього преса ($\varphi = 0,3 \dots 0,8$);

v_0 – швидкість поступового переміщення продукту вздовж шнека, $\text{м}/\text{с}$:

$$v_0 = \frac{nt}{60}, \quad (3.4)$$

де t – крок першого витка шнека, м ;

n – частота обертання шнека, $\text{об}/\text{хв}$.

Продуктивність шнекових пресів, які використовуються у консервному виробництві, досягає $1,4 \text{ кг}/\text{с}$ ($5 \text{ т}/\text{год}$), величина тиску складає $0,8 \dots 1 \text{ МПа}$. Має місце використання валкових, ексцентрикових, стрічкових, відцентрових та комбінованих пресів безперервної дії.

Серед різноманітних моделей шнекових пресів особливе місце займають універсальні установки, що поєднують простоту

конструкції, надійність та ефективність роботи в умовах малого виробництва або лабораторних досліджень.

Однією з таких установок є олійний прес ПЗМ-1, який призначений для холодного або напівгарячого віджиму олії з різних культур: соняшнику, ріпаку, льону, кунжуту, гірчиці тощо. Принцип його дії полягає у поступовому стисканні сировини за допомогою шнека, який переміщує подрібнене насіння вздовж циліндричної камери до зони максимального тиску. У результаті з сировини витискається олія, а відпрацьована маса у вигляді макухи виводиться через отвори або шнековий вихід.

Олійний прес ПЗМ-1 широко використовується в умовах малих фермерських господарств, навчальних лабораторій, дослідних станцій та приватних підприємств. Завдяки простоті конструкції, відносно невеликим габаритам і невибагливості в обслуговуванні, він є ефективним засобом для експрес-оцінки виходу олії та якості сировини.

Прес (рис. 3.1) складається з корпусу 1, шнекового вала 2, який приводиться в обертання електродвигуном 6 через пасову передачу і редуктор 9. Для подачі сировини в прес служить бункер 4, через який сировина надходить у шнекову камеру. Шнек переміщує масу в шнековій камері, внаслідок чого відбувається стиск м'ятки і виділення олії. Віджата олія проходить через щілини головки 8 і зливається у лоток 10. Відходи у вигляді макухи виходять назовні через вихідний отвір у насадці 3, яка встановлюється на головку 8 за допомогою накидної гайки.

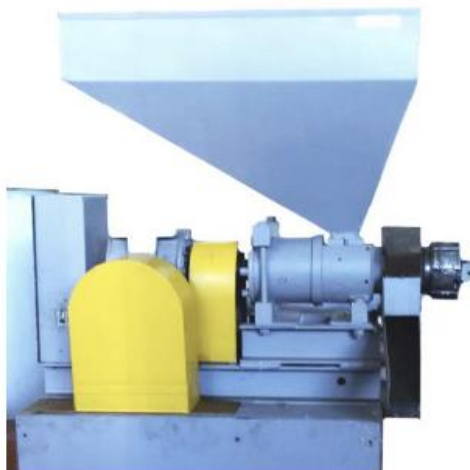
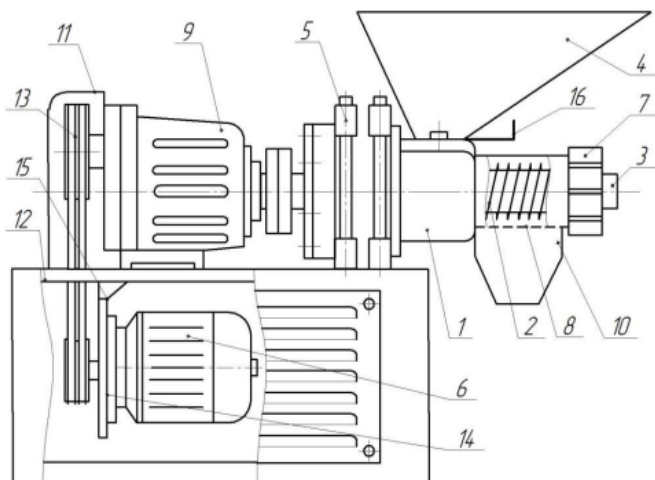


Рис. 3.1. Прес екструдер ПЗМ-1: 1 - корпус; 2 - шнек; 3 - насадка; 4 - бункер; 5 - болти; 6 - електродвигун; 7 - гайка накидна; 8 - головка; 9 - редуктор; 10 - лоток; 11 - кожух; 12 - рама; 13 - клинопасова передача; 14 - підмоторна плита; 15 - натяжний пристрій; 16 - засувка бункера

Регулювання величини вихідного отвору проводиться шляхом заміни насадок (для насіння різних культур і сортів). Діаметр вихідного отвору маркований на бічній поверхні насадки.

Шнековий пристрій разом з редуктором 9 установлений на рамі 12. Натяг пасової передачі здійснюється переміщенням проміжної плити 14 із двигуном пазами натяжного пристрою 15 і фіксується болтами.

Електроустаткування преса складається з електродвигуна 6 і електрошафи. На електрошафі встановлені вимикач, кнопки „Пуск“ і „Стоп“ та сигнальна арматура, яка свідчить про наявність напруги.

Основні параметри преса ПЗМ-1 наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Технічна характеристика преса ПЗМ-1

№	Найменування параметра	Один. вимір.	Значення
1	Продуктивність при вологості насіння соняшника 6...8%	кг/год	60
2	Встановлена потужність	кВт	4,0
3	Швидкість обертання шнекового вала	об/хв	90
4	Габарити, довжина/ширина/висота,	мм	1200/500/1235
5	Суха маса	кг	280

Опишіть класифікацію шнекового преса:

Надайте будову і принцип роботи, технологічну схему (рис.3.2) шнекового преса _____.

позиції:

- 1 -
- 2 -
- 3 -
- 4 -
- 5 -
- 6 -
- 7 -
- 8 -
- 9 -

Рис. 3.2. Технологічна схема шнекового преса_____

Таблиця 3.2. Технічна характеристика преса марки _____

№	Найменування параметра	Один. вимір.	Значення
1	Продуктивність	кг/год	
2	Встановлена потужність	кВт	
3	Швидкість обертання шнекового вала	об/хв	
4	Габарити, довжина/ширина/висота,	мм	

Задача 3.1. Визначити продуктивність шнекового преса, площу поперечного перерізу та швидкість поступального руху продукту вздовж шнека.

Таблиця 3.3. Вихідні дані до задачі

Номер варіанту	Частота обертання n , об/хв	Зовнішній діаметр шнека d_0 , м	Внутрішній діаметр шнека d_1 , м	Крок першого витка шнека t , м	Об'ємна маса продукту ρ , кг/м ³
1,11,21	30	0.29	0.19	0.33	700
2,12,22	33	0.38	0.27	0.24	940
3,13,23	20	0.45	0.25	0.15	550
4,14,24	31	0.31	0.19	0.5	600
5,15,25	27	0.37	0.17	0.27	777

6,16,26	27	0.3	0.18	0.31	690
7,17,27	31	0.27	0.16	0.27	720
8,18,28	32	0.37	0.18	0.25	970
9,19,29	28	0.4	0.2	0.3	1010
10,20,30	29	0.35	0.15	0.28	727

Відповідно до варіанту вписуємо вихідні данні:

- 1) $n = \underline{\hspace{2cm}}$ об/хв;
- 2) $d_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ м;
- 3) $d_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ м;
- 4) $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ кг/м³.

1. Продуктивність шнекових пресів, визначаємо за формулою:

$$\Pi = 3600 F v_0 \rho \varphi, \quad (3.5)$$

де ρ – об'ємна маса продукту, кг/м³;

φ – коефіцієнт заповнення (0,6...0,7).

2. Площа поперечного перерізу внутрішньої порожнини камери пресування у місті розміщення першого витка шнека, зайнятої продуктом визначається за формулою:

$$F = \frac{\pi(d_0^2 - d_1^2)\varphi}{4}, \quad (3.6)$$

де d_0 – зовнішній діаметр шнека, м

d_1 – внутрішній діаметр шнека, м.

3. Швидкість поступального руху продукту вздовж шнека:

$$v_0 = \frac{nt}{60}, \quad (3.7)$$

де n – частота обертання шнека, об/хв;

t – крок першого витка шнека, м.

Результати розрахунків внести у таблицю 3.4.

Таблиця 3.4. Результати розрахунків

Продуктивність шнекового пресу Π, кг/с	Площа поперечного перерізу внутрішньої порожнини камери пресування F, м²	Швидкість поступального руху продукту вздовж шнека v_0, м/с

Висновки:

■ Питання для самоперевірки

4. Які переваги має безперервний спосіб віджиму олії на шнекових пресах?
5. У чому полягає принципова відмінність між форпресами та експелерами?
6. Яким чином змінюється конструкція шнекового вала залежно від призначення преса?
7. У яких режимах може працювати олійний прес ПЗМ-1 і від чого це залежить?

Література:

1. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, О.В. Гвоздєв та ін./ За редакцією О.В. Дацишина. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2008. 488 с.
2. Технологічне обладнання цехів переробки продукції тваринництва. Навчальний посібник / І. В. Севостьянов, І. А. Зозуляк. Вінниця : ВНАУ, 2020. 127 с.
3. Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Українець А.І., та ін. розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2004. 288с.

Практична робота №4

Особливості процесу та обладнання для гомогенізації

Мета: вивчити будову, методики визначення основних параметрів гомогенізаторів.

Техніка безпеки: забороняється користуватися обладнанням без дозволу викладача та користуватись несправним інструментом, розбирати прилади та інструменти. Здобувач освіти зобов'язаний бережно відноситися до матеріальних цінностей якими він користується в процесі роботи. По закінченню роботи необхідно здати викладачу інструменти та прибрати робоче місце.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити будову та принцип дії гомогенізатора.
2. Набути навиків оцінювання технологічної ефективності обладнання.
3. Розрахувати основні технологічні параметри гомогенізатора.
4. Зробити висновки про технологічну ефективність та технічний стан.

Загальні положення

Гомогенізація – це процес подрібнення жирових кульок у молоці з метою запобігання розшаруванню продукту. Основна мета – механічна стабілізація дисперсної фази, зменшення

діаметра жирових часток (до 1–2 мкм), підвищення однорідності, смаку та біологічної засвоюваності.

Переваги гомогенізації:

- запобігання відстою вершків;
- зменшення втрат жиру при виробництві сиру;
- покращення смаку, консистенції, засвоюваності;
- стабілізація структури продукту при зберіганні.

Класифікація гомогенізаторів:

-за продуктивністю:

- низької (<500 л/год);
- середньої (500–2000 л/год);
- високої (>2000 л/год).

-за принципом дії:

4. клапанні (щілинні);
5. ультразвукові;
6. роторні;
7. відцентрові;
8. струменеві;
9. комбіновані.

-за тиском:

7. низького (<1 МПа);
8. середнього (1–15 МПа);
9. високого (>15 МПа).

Гомогенізатори поділяються на клапанні, дискові (або відцентрові) та ультразвукові. Основним конструктивним чинником, що визначає тип гомогенізатора, є кількість плунжерів. За цією ознакою гомогенізатори класифікують на одно-, три- та п'ятиплунжерні. Найбільш поширеними є клапанні

гомогенізатори, основними вузлами яких є насос високого тиску та гомогенізувальна головка (рис. 4.1).

Головка гомогенізатора складається з корпусу 1, що має камеру гомогенізації 2, у якій установлений клапан 3, взаємодіючий із сідлом 4. Тиск гомогенізації регулюють притисненням штока 5 до клапана 3 за допомогою пружини 6, установлені в стакані 7. Підведення продукту в головку здійснюється через патрубок 8, а відвід гомогенізованого продукту - через патрубок 9.

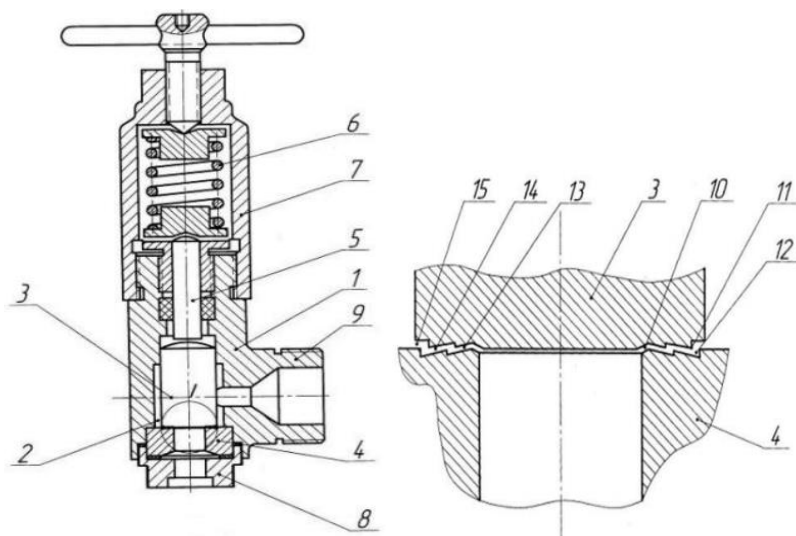


Рис. 4.1. Головка гомогенізатора: 1 - корпус; 2 - камера гомогенізації; 3 - клапан; 4 - сідло; 5 - шток; 6 - пружина; 7 - стакан; 8, 9 - патрубки; 10 - лабіринтова щілина; 11 - виступи; 12 - западини; 13 - перша зона гомогенізації; 14 - друга зона гомогенізації; 15 - третя зона гомогенізації

На поверхнях зіткнення клапана 3 і сідла 4 виконані кільцеві проточки, що утворюють лабіринтову щілину 10.

На поверхнях клапана 3 та сідла 4 виконані кільцеві проточки зі зміщенням таким чином, щоб виступи 11 проточок клапана входили у відповідні западини 12 проточок сідла. У результаті формується лабіринтова щілина 10, яка включає щонайменше три зони гомогенізації.

Перша зона гомогенізації 13 являє собою вузький кільцевий зазор між проточками сідла 3 та клапана 4, де продукт проходить з дуже великою швидкістю. У цій зоні, завдяки значному перепаду швидкостей, відбувається інтенсивне дроблення грубих суспензій і великих частинок.

Друга зона 14 характеризується більшим зазором, ніж у першій, що зменшує швидкість потоку та сприяє подальшому подрібненню часток. Продукт, змінюючи напрямок руху після зустрічі з вертикальною стінкою виступу сідла, переходить у цю зону.

У третій зоні 15, де зазор ще більший, швидкість потоку знижується ще більше, забезпечуючи остаточне доопрацювання структури продукту. Послідовний рух продукту через кілька зон лабіринтової щілини забезпечує високий ступінь гомогенізації завдяки багаторазовим зіткненням з виступами та частим змінам напрямку потоку.

Крім того, поступове збільшення зазору від центру до периферії сприяє зниженню тиску гомогенізації, що, в свою чергу, зменшує енерговитрати процесу.

Найбільш розповсюдженими при виробництві молочних продуктів залишаються клапанні (щілинні) гомогенізатори. В таких гомогенізаторах необхідний тиск (10-25 МПа), створюється

багатосекційним плунжерним насосом з приводом від електродвигуна потужністю 10-40 кВт (рис. 4.2).

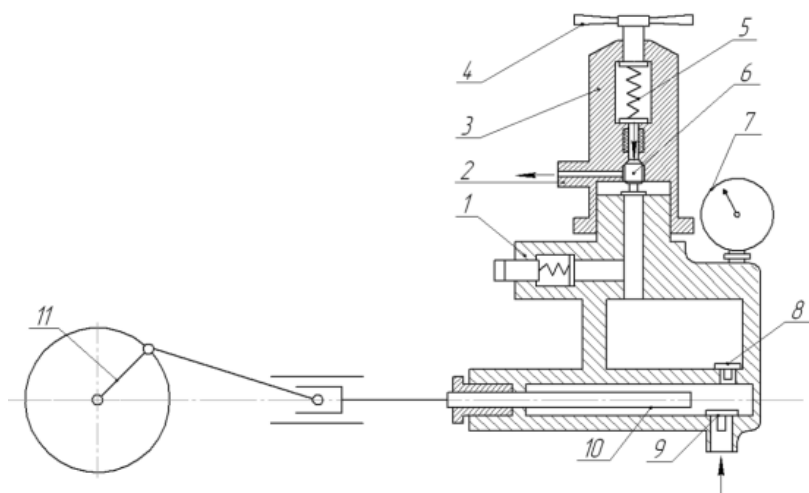


Рис. 4.2. Схема гомогенізатора клапанного типу:

- 1 - запобіжний клапан, 2 - вихідний патрубок, 3 - корпус,
4 - гвинт, 5 - пружина, 6 - клапан гомогенізуючої головки,
7 - манометр, 8 - нагнітальний клапан, 9 - всмоктуючий клапан,
10 - плунжер, 11 - привідний механізм

Молоко через клапан 9 подається у плунжерний насос. При нагнітальному русі плунжера 10 відкривається нагнітальний клапан 8 і молоко під тиском потрапляє у вузький кільцевий зазор, що утворюється між сідлом та клапаном 6, при підніманні клапана, долаючи силу стиснення пружини 5. Розмір кільцевого зазору регулюється гвинтом 4, тиск контролюється за манометром 7, ширина кільцевого зазору дорівнює приблизно 0,1

мм. Швидкість проходження молока крізь нього 150-200 м/с, продуктивність – 800-5000 кг/год.

Продуктивність гомогенізатора визначається подачею його насосного вузла. У випадку плунжерних насосів вона залежить від діаметра плунжерів, довжини ходу, кількості плунжерів, а також швидкості обертання ексцентрикового вала.

Клапанні гомогенізатори мають ряд *переваг*, що зумовили їх широке застосування в промисловості:

1. забезпечують високий ступінь диспергування (гомогенізації);
2. є добре освоєними у виробництві, що сприяє їх масовому випуску.

Разом із тим, ці апарати мають суттєві *недоліки*, серед яких:

3. висока вартість виготовлення та експлуатації;
4. надзвичайно низький технологічний коефіцієнт корисної дії (близько 0,0018 %);
5. великі питомі витрати електроенергії (в межах 6,5–7,6 кВт·год/т);
6. відсутність моделей з продуктивністю менше ніж 800 л/год, що обмежує їх використання у малих виробництвах;
7. значна маса, високі показники металоємності та великі габарити;
8. підвищені вимоги до попереднього очищення продукту;
9. складна конструкція, що ускладнює обслуговування;
10. необхідність реалізації двоступінчастого процесу гомогенізації для досягнення необхідного ефекту.

Іншим відомим способом гомогенізації є ультразвукова гомогенізація. Вона заснована на кавітації рідини, що

викликається, у машин з електромеханічним збудником, за допомогою віброелемента 1 (рис. 4.3). Цим елементом звичайно є лопать, встановлена у резонансному блоці 3.

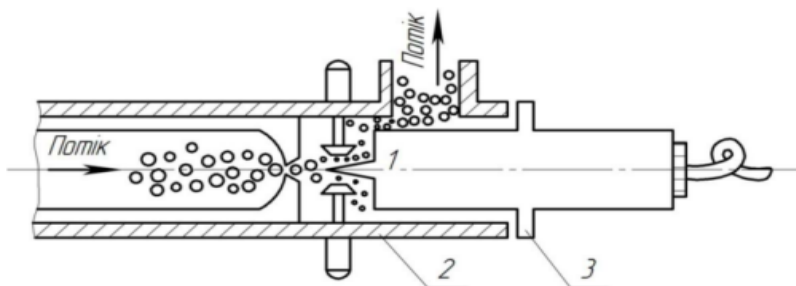


Рис. 4.3. Схема процесу ультразвукової гомогенізації: 1 - віброелемент; 2 - контрольно-регулюючий пристрій; 3 - резонансний блок.

Переваги ультразвукової гомогенізації:

- високий ступінь емульгування;
- високий ступінь дисперсності (0,15-0,55 мкм);
- легкість регулювання ступеню гомогенізації;
- можливість створити машини практично з будь-якою продуктивністю;
- низька металоємність;
- легкість корекції ступеня обробки;
- невибагливість до забруднення оброблюваного продукту;
- поєднання гомогенізації з бактеріальним очищенням.

Не зважаючи на велику кількість переваг ультразвукова гомогенізація наділена також і недоліками.

Недоліки ультразвукової гомогенізації:

- недостатня вивченість ультразвукової гомогенізації;
- невелика ступінь гомогенізації (мінімальний діаметр жирових кульок не перевищує 1,48 мкм);
- складна конструкція машин з електромеханічним збудником;
- висока чутливість до пульсації насосу.

Гомогенізатор із двоступеневою гомогенізуючою голівкою складається зі станини (рис. 4.4), корпусу, плунжерного блока, гомогенізуючої голівки, приводу і кривошипно-шатунного механізму.

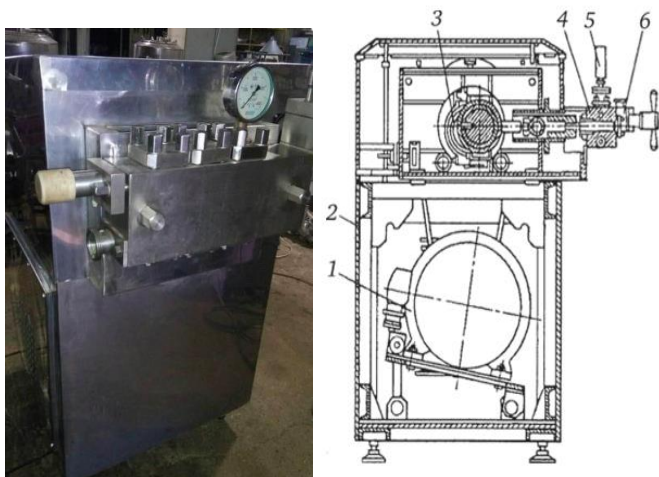


Рис. 4.4. Гомогенізатор А1-ОГМ-5:

1 - електродвигун; 2 - станина з приводом; 3 - кривошипно-шатунний механізм із системою змащування та охолодження; 4 - блок плунжерний із гомогенізуючою і манометричною головками та запобіжним клапаном; 5 - манометрична головка; 6 - гомогенізуюча головка

Станина виготовлена зі швелерів і зовні обшита листовою сталлю. Усередині її встановлено електродвигун.

Плунжерний блок складається з корпусу, манжетних ущільнень, всмоктувальних і нагнітальних клапанів і сідел клапанів. Під час роботи однієї плунжерної пари рідина надходить до гомогенізувальної головки пульсуючим потоком. Для його вирівнювання в гомогенізаторах зазвичай застосовують триплунжерні насоси, що приводяться в дію колінчастим валом, у якого коліна зміщені на 120 градусів відносно один одного.

До плунжерного блоку болтами кріплять двоступеневу плунжерну голівку, манометричну голівку і запобіжний клапан, розташований із протилежного боку гомогенізувальної голівки. Манометрична головка забезпечена пристроєм для дроселювання, що дає змогу зменшувати амплітуду коливань стрілки манометра під час роботи гомогенізатора.

Основні параметри гомогенізатора А1-ОГМ-5 наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Технічна характеристика гомогенізатора А1-ОГМ-5

№	Найменування параметра	Один. вимір.	Значення
1	Продуктивність	л/год	2500
2	Тиск гомогенізації	МПа	18
3	Кількість плунжерів	шт	3
4	Встановлена потужність	кВт	18,5
5	Габарити, довжина/ширина/висота,	мм	1475/1120/ 1640

Опишіть класифікацію гомогенізатора:

Надайте будову і принцип роботи, технологічну схему (рис. 4.5) гомогенізатора марки _____.

позиції:

1 -

2 -

3 -

4 -

5 -

6 -

7 -

8 -

9 -

Рис. 4.5. Технологічна схема гомогенізатора_____

Таблиця 4.2. Технічна характеристика гомогенізатора _____

№	Найменування параметра	Один. вимір.	Значення
1	Продуктивність	л/год	
2	Тиск гомогенізації	МПа	
3	Кількість плунжерів	шт	
4	Встановлена потужність	кВт	
5	Габарити, довжина/ширина/висота,	мм	

Задача 4.1. Знайти продуктивність плунжерного гомогенізатора, якщо діаметр і хід плунжера становить d і S , відповідно кількість плунжерів дорівнює z , частота обертання колінчастого вала апарата n , к.к.д. плунжерного насоса становить η ?

Номер варіанту	Діаметр плунжера d , м	Хід плунжера S , м	Кількість плунжерів z , шт	Частота обертання колінчастого вала n , об/хв	К.к.д. плунжерного насоса η
1,11,21	0.03	0.09	3	0.91	330
2,12,22	0.028	0.9	3	0.9	410
3,13,23	0.015	0.89	3	0.89	430

4,14,24	0.018	0.06	3	0.92	370
5,15,25	0.02	0.07	3	0.88	400
6,16,26	0.04	0.08	2	0.87	420
7,17,27	0.32	0.07	2	0.94	440
8,18,28	0.02	0.065	2	0.92	445
9,19,29	0.19	0.075	3	0.9	390
10,20,30	0.03	0.09	2	0.91	395

1. Продуктивність плунжерного гомогенізатора визначаємо за формулою:

2.

$$\Pi = 0,25d^2Swz\eta, \quad (4.1)$$

де d – діаметр плунжера, м;

S – хід плунжера, м;

z – кількість плунжерів;

η – к.к.д. насоса;

w – кутова швидкість обертання колінчастого вала, рад/сек:

$$w = \frac{2\pi n}{60}, \quad (4.2)$$

де n – частота обертання колінчастого валу, об/хв.

Висновок:

Питання для самоперевірки

1. В чому полягає сутність гомогенізації?
2. Вкажіть основні методи визначення якості гомогенізації молока, їх недоліки та переваги?

Література:

1. Гвоздев О.В. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Навчальний посібник / О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, Л.М. Кюрчева за ред. к.т.н. О.В. Гвоздева, Суми: Довкілля, 2004. 420 с.

2. Гвоздев О.В. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. посібник/ О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, М.М. Сердюк. К.: Вища освіта. 2006. 479 с.

3. Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Українець А.І., та ін. розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2004. 288с.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Зубко Владислав Миколайович
Харченко Сергій Олександрович
Харченко Фаріда Магомедівна
Соколік Сергій Петрович

**МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ І
ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ
ПРОДУКЦІЇ
(Частина 2)**

**Методичні вказівки щодо виконання лабораторно-
практичних занять**

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет,
вул. Г. Кондратьєва, 160

Підписано до друку: травень, 2025 р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж: 100 примірників Замовлення _____ Ум. друк. арк. 3,72
