

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінжинірингу

МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ І
ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ
ПРОДУКЦІЇ

Конспект лекцій
(Частина 1. Модуль 1)

для здобувачів 3 с.т. та 4 курсу
освітньої програми «Агроінженерія» денної та заочної форм
здобуття освіти ступеню вищої освіти «бакалавр»

СУМИ - 2026

УДК 631.3.62-5

М 38

Укладачі: **Зубко В.М.**, д.т.н., професор, професор кафедри агроінжинірингу СНАУ;
Харченко С.О., д.т.н., професор, доцент кафедри агроінжинірингу СНАУ;
Харченко Ф.М., к.т.н., доцент, доцент кафедри агроінжинірингу СНАУ

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

М 38 **Машини і обладнання для переробки і зберігання с.г. продукції (Частина 1. Модуль 1):** конспект лекцій для здобувачів 3 с.т. та 4 курсу освітньої програми «Агроінженерія» денної та заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти «бакалавр» / Зубко В.М., Харченко С.О., Харченко Ф.М. - Суми, 2026. –104 с.

Конспект лекцій (Частина1) призначений для ознайомлення здобувачів з машинами, апаратами та технологічними процесами переробки сільськогосподарської продукції, формус у здобувачів системне бачення сучасного виробництва

Рецензенти:

Саржанов Б.О., PhD, доцент кафедри агроінжинірингу СНАУ;

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

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 № 5 від 12.03.2026 року

В.М. Зубко., С.О. Харченко,
Ф.М. Харченко
© Сумський національний
аграрний університет, 2026

ЗМІСТ

<i>Вступ</i>	4
<i>Лекція №1. Вступ. Мета та основні завдання курсу</i>	7
<i>Лекція №2. Типи машин та обладнання та їх класифікація</i>	33
<i>Лекція №3. Підйомно-транспортне обладнання</i>	55
<i>Лекція №4. Обладнання для миття сировини і тари, дозування</i> .	77
<i>Словник термінів</i>	100

Вступ

Сучасне аграрне виробництво характеризується високим рівнем технологізації, автоматизації та інтеграції інженерних рішень у всі етапи виробничого процесу – від вирощування сільськогосподарської продукції до її переробки, зберігання та реалізації. У цих умовах важливе місце посідають машини та обладнання для переробки і зберігання сільськогосподарської продукції, які забезпечують збереження якості сировини, підвищення ефективності технологічних процесів, зменшення втрат продукції та раціональне використання ресурсів.

Ефективність функціонування агропромислового комплексу значною мірою визначається технічним рівнем машин і обладнання, що застосовуються на підприємствах первинної та глибокої переробки сільськогосподарської продукції. Саме завдяки сучасним технічним засобам стає можливим забезпечення стабільності технологічних процесів, підвищення продуктивності праці, зниження енерго- та матеріаломісткості виробництва, а також досягнення високих показників якості та безпечності продукції.

Освітній компонент «Машини і обладнання для переробки і зберігання сільськогосподарської продукції» спрямований на формування у майбутніх фахівців системного розуміння ролі інженерно-технічних засобів у сучасному аграрному виробництві. Вивчення дисципліни передбачає ознайомлення студентів із принципами будови, класифікації, конструктивними особливостями та технологічними можливостями машин і обладнання, що використовуються у процесах транспортування, миття, дозування, подрібнення, переробки та зберігання різних

видів сільськогосподарської продукції.

Метою компоненту є формування у здобувачів теоретичних знань і практичних навичок щодо вибору, розрахунку та ефективного використання машин і обладнання для переробки і зберігання сільськогосподарської продукції, а також використання сучасних інформаційних і комп'ютерних технологій для аналізу технічних параметрів, оптимізації технологічних процесів та підвищення ефективності роботи обладнання. Набуті знання сприятимуть забезпеченню технологічної ефективності виробництва, економічної доцільності, екологічної безпеки, надійності та керованості технічних систем.

У процесі вивчення курсу здобувачі ознайомляться з основними типами машин і обладнання, їх класифікаціями та показниками ефективності. Особлива увага приділяється підйомно-транспортному обладнанню, яке забезпечує переміщення сировини та готової продукції у технологічних лініях, а також обладнанню для миття сировини та тари, дозування матеріалів і організації технологічних потоків.

Важливе місце в курсі займає вивчення машин і обладнання для механізації процесів переробки та зберігання зерна, що є однією з ключових галузей агропромислового комплексу. Розглядаються також технологічні засоби для подрібнення матеріалів, переробки плодів та овочів, зберігання і переробки продукції тваринництва, а також обладнання для виробництва хлібобулочних і кондитерських виробів.

Окремий розділ компоненти присвячений технологічному обладнанню для зберігання сільськогосподарської продукції. У ньому розглядаються принципи організації сховищ, технологічні

схеми розміщення обладнання, системи вентиляції, контролю параметрів середовища та методи забезпечення довготривалого збереження якості продукції.

У межах кожної теми курсу здобувачі вивчають основні технічні показники обладнання, методики розрахунку його параметрів, особливості сервісу, експлуатації та технічного обслуговування. Значна увага приділяється аналізу технологічних схем і компоновки обладнання у виробничих лініях, що дозволяє оптимізувати роботу підприємств та підвищити ефективність використання технічних засобів.

Отже, освітня компонента «Машини і обладнання для переробки і зберігання сільськогосподарської продукції» є важливою складовою професійної підготовки інженерів агропромислового комплексу. Вона формує у майбутніх фахівців інженерне мислення, здатність аналізувати технологічні процеси, обґрунтовувати вибір технічних засобів і забезпечувати ефективне функціонування технологічних систем у сучасному агровиробництві.

Лекція №1

Вступ. Мета та основні завдання курсу.

План лекції:

1. Завдання курсу.
2. Зв'язок з іншими напрямками.
3. Сучасний стан, вимоги та тенденції розвитку інженерної діяльності.
4. Використання одержаних знань та вмінь.

1. Завдання курсу

1.1 Значення дисципліни у підготовці інженера

Підготовка сучасного агроінженера передбачає не лише знання машин і механізмів, а й розуміння всього комплексу технологічних процесів, які забезпечують рух сільськогосподарської продукції від поля до кінцевого споживача. У виробничому ланцюгу аграрного сектору надзвичайно важливе місце посідають процеси післязбиральної обробки, транспортування, очищення, сушіння, сортування, зберігання та переробки сировини.

Саме на цих етапах найчастіше виникають значні втрати продукції, погіршення її якості, перевитрати енергії та матеріальних ресурсів. Тому роль інженера полягає не тільки у виборі машин чи організації роботи обладнання, а й у забезпеченні ефективності, надійності, економічності та безпечності всього виробничого процесу.

Дисципліна, присвячена машинам, апаратам та технологічним процесам переробки сільськогосподарської

продукції, формує у студентів системне бачення сучасного виробництва. Вона поєднує знання з механіки, теплотехніки, гідравліки, матеріалознавства, автоматизації, технології харчових виробництв та економіки підприємства. Таким чином, курс є базовою інженерною дисципліною, що допомагає майбутньому фахівцеві зрозуміти, як створюються, функціонують і вдосконалюються сучасні технологічні системи агропромислового комплексу.

Сільськогосподарська продукція після збирання не є готовою до тривалого зберігання або безпосереднього споживання. Вона, як правило, містить домішки, має підвищену вологість, нерівномірні фізико-механічні властивості, може бути пошкодженою або мати нестабільні якісні показники. Саме тому післязбиральна доробка є обов'язковою складовою аграрного виробництва.

Після збирання врожаю сільськогосподарська продукція потребує:

- Очищення,
- Транспортування,
- Сушіння,
- СОРТУВАННЯ,
- Зберігання,
- Переробки.

Саме на цих етапах значну роль відіграє *інженерне забезпечення виробничих процесів*, яке реалізується через використання спеціалізованих машин, апаратів і технологічних ліній.

Вивчення дисципліни дозволяє сформувати у майбутніх фахівців комплексне розуміння технологічних процесів

переробки продукції, принципів роботи обладнання та методів підвищення ефективності виробництва.

Чому ця дисципліна є важливою?

По-перше, вона дозволяє зрозуміти закономірності перебігу технологічних процесів. Наприклад, для правильного вибору сушарки необхідно враховувати вологість матеріалу, температуру агента сушіння, тривалість процесу, допустиме теплове навантаження та вимоги до якості кінцевої продукції.

По-друге, дисципліна дає знання про конструкцію та принцип дії машин і апаратів. Без цього неможливо ні грамотно експлуатувати обладнання, ні оцінити його технічний стан, ні модернізувати виробництво.

По-третє, курс формує інженерне мислення. Студент повинен навчитися бачити виробництво як систему, у якій усі елементи взаємопов'язані: продуктивність однієї машини впливає на роботу наступної, невідповідність режимів викликає втрати, а неправильно підібране обладнання знижує ефективність усього підприємства.

По-четверте, дисципліна має прикладне значення. Отримані знання використовуються під час виконання курсових і дипломних проєктів, проходження практики, а надалі - у реальній професійній діяльності на підприємствах агропромислового комплексу.

1.2 Мета дисципліни

Метою курсу є формування у студентів цілісної системи знань, умінь і практичних навичок, необхідних для інженерного забезпечення процесів переробки та зберігання сільськогосподарської продукції.

У більш широкому розумінні мета дисципліни полягає у підготовці фахівця, який здатний:

- аналізувати властивості сировини як об'єкта переробки;
- розуміти фізичну сутність технологічних процесів;
- обирати і розраховувати основне та допоміжне обладнання;
- складати технологічні схеми виробництва;
- організовувати експлуатацію машин і апаратів;
- оцінювати техніко-економічну ефективність роботи технологічної лінії;
- впроваджувати енергозберігаючі та ресурсозберігаючі рішення.

Отже, мета курсу не обмежується простим ознайомленням з обладнанням. Йдеться про формування професійної інженерної компетентності, що поєднує теоретичну підготовку, практичну орієнтацію та здатність приймати технічно обґрунтовані рішення.

1.3 Основні завдання дисципліни

Основні завдання курсу можна поділити на кілька груп: пізнавальні, практичні, проєктні та професійно-орієнтовані.

Пізнавальні завдання

1. Ознайомити студентів з місцем переробної галузі в системі агропромислового комплексу.
2. Сформувати уявлення про основні види сировини та їхні технологічні властивості.
3. Вивчити загальні закономірності механічних, теплових, гідромеханічних і масообмінних процесів.

Практичні завдання

1. Навчити студентів аналізувати конструкцію машин і апаратів.
2. Ознайомити з режимами роботи технологічного обладнання.
3. Сформувати навички оцінювання якості технологічного процесу.

Проектні завдання

1. Навчити підбирати обладнання для конкретного виду сировини.
2. Формувати вміння компонувати технологічні лінії.
3. Засвоїти принципи узгодження машин за продуктивністю.
4. Ознайомити з основами техніко-економічного обґрунтування інженерних рішень.

Професійно-орієнтовані завдання

1. Розвивати здатність до самостійного прийняття технічних рішень.
2. Формувати відповідальність за якість продукції та безпечність виробництва.
3. Розвивати навички енерго- та ресурсозбереження.
4. Готувати студентів до роботи в умовах автоматизованого та цифрового виробництва.

1.4 Компетенції, що формуються

Після завершення вивчення дисципліни студент повинен набути комплекс загальних і фахових компетентностей (табл.1.1, рис.1.1).

Після завершення вивчення дисципліни студент повинен:
знати

- основні напрями розвитку машин і обладнання переробної промисловості;
- класифікацію машин і апаратів за призначенням, принципом дії та галуззю застосування;
- будову і принцип роботи основного технологічного обладнання;
- характеристики сільськогосподарської сировини як об'єкта переробки;
- основи розрахунку продуктивності, потужності, енерговитрат;
- правила техніки безпеки, охорони праці та санітарно-гігієнічні вимоги;
- принципи автоматизації та контролю технологічних процесів.

вміти

- підбирати машини й апарати відповідно до властивостей сировини;
- складати та аналізувати технологічні схеми;
- оцінювати технічний стан та ефективність обладнання;
- визначати вузькі місця технологічної лінії;
- обґрунтовувати шляхи модернізації виробництва;
- забезпечувати раціональне використання енергії, води, сировини та допоміжних матеріалів.

Таблиця 1.1 – Основні елементи підготовки агроінженера в межах дисципліни

Складова підготовки	Що вивчає студент	Практичне значення
Технологічна	Процеси очищення, сушіння, сортування, подрібнення, зберігання	Розуміння виробничого циклу
Конструкторська	Будову машин, вузлів, механізмів, апаратів	Вибір і оцінювання обладнання
Експлуатаційна	Режими роботи, технічне обслуговування, безпека	Надійна та безпечна робота
Проектна	Підбір обладнання, побудова ліній, розрахунок продуктивності	Проектування виробництва
Економічна	Собівартість, енерговитрати, ефективність	Оптимізація витрат
Інноваційна	Автоматизація, цифровізація, нові матеріали	Модернізація підприємств

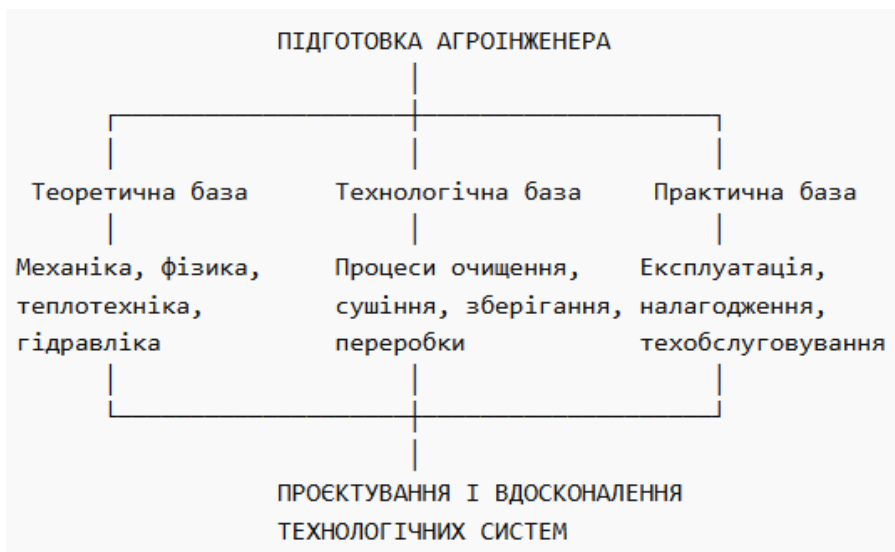


Рис.1.1. Місце дисципліни у підготовці інженера

2. Зв'язок дисципліни з іншими напрямками науки

2.1 Міждисциплінарний характер курсу

Сучасна інженерія не може існувати ізольовано в межах однієї науки. Будь-яка виробнича система - це поєднання механічних, теплових, гідравлічних, електротехнічних, інформаційних та економічних процесів. Саме тому дисципліна має міждисциплінарний характер (табл.1.2, рис.1.2).

До основних суміжних дисциплін належать:

- механіка - для вивчення руху матеріалу та роботи приводів;
- матеріалознавство - для вибору матеріалів конструкції, стійких до корозії, зношування та температурних впливів;
- гідравліка та аеродинаміка - для дослідження руху гідравлічних/повітряних потоків;

- теплотехніка - для розуміння теплопередачі та сушіння;
- автоматизація виробництва - для контролю температури, вологості, витрати теплоносія.

Таблиця 1.2 – Зв’язок дисципліни з іншими науками

Дисципліна	Що запозичується	Де застосовується
Механіка	Сили, рух, динаміка, міцність	Приводи, робочі органи, вібраційні машини
Матеріалознавство	Властивості конструкційних матеріалів	Корпуси, робочі поверхні, зносостійкі елементи
Гідравліка	Рух рідин, тиск, втрати напору	Насоси, мийні системи
Аеродинаміка	Рух газів, опір	Сушарки, аспірація, транспорт
Теплотехніка	Теплопередача, теплообмін	Сушіння, нагрівання, охолодження
Автоматизація	Датчики, регулятори, системи керування	Автоматичні лінії, контроль параметрів
Технологія харчових виробництв	Властивості сировини, вимоги до процесу	Вибір режимів і типу обладнання
Економіка	Собівартість, ефективність, окупність	Обґрунтування технічних рішень

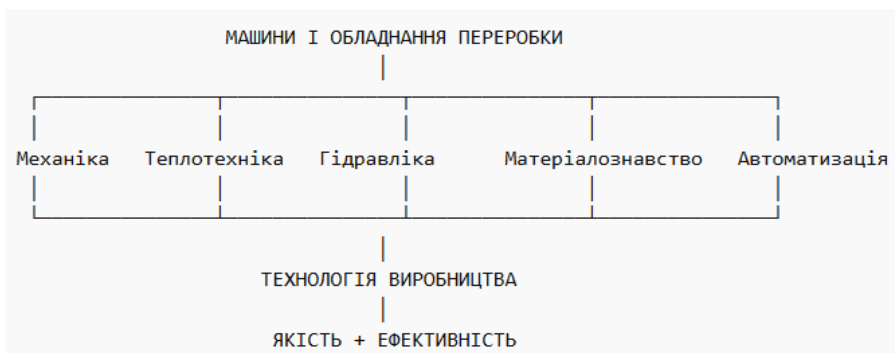


Рис.1.2. Міждисциплінарні зв'язки курсу

Зокрема, технологічні процеси переробки базуються на різних фізичних явищах:

- механічних,
- теплових,
- масообмінних,
- біохімічних.

Отже, дисципліна інтегрує знання багатьох наук і водночас слугує практичним полем їхнього застосування.

2.2. Зв'язок із механікою

Механіка є фундаментом для розуміння роботи будь-якої машини. У процесах переробки сільськогосподарської продукції широко використовуються механічні дії: переміщення, подрібнення, сепарація, змішування, дозування, пресування.

Завдяки знанням механіки майбутній інженер може:

- визначати сили, що діють на робочі органи машин;
- розраховувати приводи, передачі, вали, опори;
- оцінювати вібраційні процеси та динамічні навантаження;

- забезпечувати міцність, жорсткість і довговічність елементів машин.

Особливо важливо це для обладнання, що працює в умовах змінних навантажень, підвищеної запиленості, абразивного зносу та вібрацій.

2.3. Зв'язок із матеріалознавством

Матеріалознавство визначає можливість створення надійних, довговічних і безпечних машин. Вибір конструкційного матеріалу безпосередньо впливає на ресурс обладнання, собівартість його виготовлення та рівень санітарної безпеки.

У переробній промисловості матеріали повинні:

- витримувати механічні навантаження;
- бути стійкими до корозії;
- не вступати у небажану взаємодію з продуктом;
- мати достатню зносостійкість;
- забезпечувати легке очищення та санітарну обробку.

Наприклад, для харчового обладнання часто використовуються нержавіючі сталі, полімерні матеріали, гумові елементи, спеціальні сплави та покриття.

2.4. Зв'язок із гідравлікою та аеродинамікою

Багато технологічних процесів відбувається за участю потоків рідин і газів. У сушарках циркулює нагріте повітря, у пневмотранспорті рухається зерно разом із повітряним потоком, у системах миття, охолодження та транспортування використовуються рідини.

Знання гідравліки та аеродинаміки необхідні для:

- розрахунку трубопроводів і каналів;

- визначення втрат тиску;
- підбору вентиляторів, насосів, компресорів;
- забезпечення рівномірного розподілу потоків;
- зменшення енергетичних витрат.

2.5. Зв'язок із теплотехнікою

Теплотехніка відіграє особливу роль у процесах сушіння, підігріву, стерилізації, пастеризації, термічної обробки, охолодження та заморожування продукції.

Майбутній інженер повинен розуміти:

- способи передавання теплоти;
- поняття теплового балансу;
- вплив температури на властивості продукту;
- режими сушіння та їхній вплив на якість сировини;
- шляхи зменшення теплових втрат.

2.6. Зв'язок із автоматизацією виробництва

Сучасне виробництво неможливе без автоматичного контролю та керування. Автоматизація дозволяє:

- зменшити вплив людського фактора;
- стабілізувати якість продукції;
- підвищити продуктивність;
- знизити енерговитрати;
- покращити безпеку праці.

У технологічних лініях контролюються:

- температура;
- вологість;
- тиск;
- рівень заповнення;

- швидкість подачі;
- продуктивність;
- споживання енергії.

2.7. Зв'язок із технологією харчових виробництв та сільським господарством

Інженер повинен не тільки знати машину, а й розуміти технологічну доцільність її застосування. Одна й та сама конструкція може бути придатною для однієї сировини й неефективною для іншої. Саме технологія харчових виробництв дає розуміння вимог до кінцевого продукту, допустимих режимів обробки, впливу технологічних параметрів на якість і безпечність продукції.

Переробна промисловість безпосередньо пов'язана з аграрним виробництвом, оскільки використовує сільськогосподарську сировину.

До основних видів сировини належать:

- зернові культури,
- олійні культури,
- плодоовочева продукція,
- м'ясо,
- молоко.

Харчова промисловість інтегрує діяльність кількох галузей економіки:

- сільського господарства,
- машинобудування,
- хімічної промисловості.
- транспортної системи.

2.8. Зв'язок з машинобудуванням

Машини та обладнання переробних підприємств створюються на основі досягнень машинобудування.

До основних напрямів розвитку техніки належать:

- автоматизація виробництва
- використання нових матеріалів
- підвищення енергоефективності
- цифровізація технологічних процесів

3. Сучасний стан, вимоги та тенденції розвитку інженерної діяльності

3.1 Глобальні виклики продовольчої безпеки

На сучасному етапі розвитку людства питання продовольчої безпеки є одним із найважливіших. Зростання чисельності населення, зміна клімату, деградація ґрунтів, скорочення площі орних земель і нерівномірність розподілу продовольства змушують суспільство шукати нові підходи до виробництва, зберігання та переробки продукції.

Для агропромислового комплексу це означає, що вже недостатньо лише виростити врожай. Не менш важливо:

- зберегти якість продукції після збирання;
- мінімізувати втрати під час транспортування та зберігання;
- забезпечити глибоку переробку сировини;
- знизити матеріальні та енергетичні витрати;
- отримати конкурентоспроможний продукт.

Зменшення площі орних земель на душу населення призводить до того, що кожен гектар землі має забезпечувати продуктами харчування дедалі більшу кількість людей.

У цьому контексті інженер виступає ключовою фігурою, яка забезпечує технічну реалізацію цих завдань.

3.2. Значення України як аграрної держави

Україна має значний потенціал у сфері виробництва сільськогосподарської продукції. Розвинене землеробство, сприятливі природно-кліматичні умови, великі посівні площі та традиційно високий рівень виробництва зернових і олійних культур формують основу аграрної економіки.

Однак високі обсяги вирощування продукції ще не гарантують високої ефективності. Значна частина економічного результату залежить від рівня технічного оснащення підприємств, стану післязбиральної обробки та переробки сировини.

Україна є одним з провідних виробників сільськогосподарської продукції.

Зокрема:

- перші місця у світі за експортом соняшникової олії;
- одне з провідних місць за виробництвом зерна;
- значний експорт кукурудзи та пшениці.

Зернове виробництво України становить:

- близько 40 % агропромислового виробництва країни;
- половину посівних площ;
- третину вартості продукції рослинництва.

Тобто інженерна складова є визначальною ланкою у формуванні доданої вартості аграрної продукції.

3.3. Стан переробної промисловості

Аналіз розвитку переробної промисловості показує, що значна частина виробничого обладнання є морально та фізично застарілою.

Це проявляється у таких проблемах:

- низька продуктивність;
- значні втрати сировини;
- підвищене енергоспоживання;
- високі витрати на ремонт;
- нестабільна якість продукції;
- недостатній рівень автоматизації;
- низька гнучкість виробничих ліній.

За оцінками експертів:

- лише близько 19 % обладнання відповідає світовому рівню;
- 30 % потребує модернізації;
- понад 50 % підлягає заміні.

Крім того:

- рівень автоматизації виробництва становить лише близько 8 %;
- рівень механізації підприємств не перевищує 44 %.

Фізичне зношення означає, що машини втрачають свої технічні характеристики, мають підвищений рівень відмов, працюють ненадійно та потребують частого технічного обслуговування. Моральне старіння означає, що навіть справне обладнання може не відповідати сучасним вимогам щодо енергоефективності, точності дозування, цифрового контролю, санітарних норм та продуктивності.

3.4. Основні вимоги до сучасного інженера

Сьогодні від інженера очікується не лише знання конструкції машини. Він повинен поєднувати технічні, аналітичні, організаційні та цифрові компетентності.

Сучасний інженер повинен:

- розуміти технологічний процес у цілому;
- уміти працювати з технічною документацією;
- володіти методами інженерних розрахунків;
- орієнтуватися у засобах автоматизації;
- уміти аналізувати економічну доцільність рішень;
- забезпечувати безпечні умови праці;
- бути готовим до впровадження інновацій.

Особливого значення набуває здатність працювати з даними, сенсорами, цифровими платформами, системами моніторингу та програмним забезпеченням для моделювання й керування.

3.5. Основні тенденції розвитку

Сучасний розвиток технологій переробки характеризується такими тенденціями (табл.1.3).

1. Автоматизація виробничих процесів. Все більша кількість операцій виконується без постійного втручання оператора. Автоматизація охоплює дозування, транспортування, контроль температури, сортування, фасування, виявлення дефектів.

2. Цифровізація виробництва. На підприємствах впроваджуються цифрові системи обліку, диспетчеризації, моніторингу параметрів роботи обладнання, віддаленого контролю та діагностики.

Таблиця 1.3 – Проблеми традиційного та ознаки сучасного виробництва

Ознака	Традиційне виробництво	Сучасне виробництво
Рівень керування	Переважно ручний	Автоматизований, комп'ютеризований
Контроль параметрів	Періодичний	Безперервний, сенсорний
Витрати енергії	Високі	Оптимізовані
Втрати сировини	Значні	Мінімізовані
Гнучкість лінії	Низька	Висока
Надійність	Залежить від персоналу і зносу	Підтримується діагностикою та сервісом
Якість продукції	Менш стабільна	Керована та прогнозована
Екологічність	Часто недостатня	Високі екологічні вимоги

3. Енергозбереження. Зростання вартості енергоресурсів робить пріоритетним зниження енерговитрат. Для цього використовують теплоутилізацію, частотне регулювання приводів, оптимізацію режимів роботи, сучасну теплоізоляцію, енергоефективні приводи.

4. Ресурсозбереження. Важливо зменшувати втрати сировини, води, пари, повітря, мастильних матеріалів, упаковки та інших ресурсів.

5. Використання нових матеріалів. Сучасні конструкції створюються з використанням нержавіючих сталей, композитів, полімерів, антифрикційних та зносостійких матеріалів.

6. Роботизація. На великих підприємствах застосовуються роботизовані системи фасування, пакування, переміщення тари, сортування та складування.

7. Підвищення екологічності. Промисловість повинна зменшувати викиди, шум, пил, теплове забруднення, а також забезпечувати переробку або повторне використання відходів.

3.6. Інженерія як інструмент підвищення конкурентоспроможності

Конкурентоспроможність сучасного підприємства визначається не тільки обсягом виробництва, а й якістю продукції, стабільністю параметрів, енергоємністю, рівнем автоматизації, швидкістю переналаштування обладнання та витратами на обслуговування (рис.1.3).

Інженер впливає на ці показники через:

- правильний вибір обладнання;
- удосконалення режимів роботи;
- технічну модернізацію;
- впровадження сучасних систем керування;
- аналіз причин втрат і відмов;
- оптимізацію виробничих потоків.

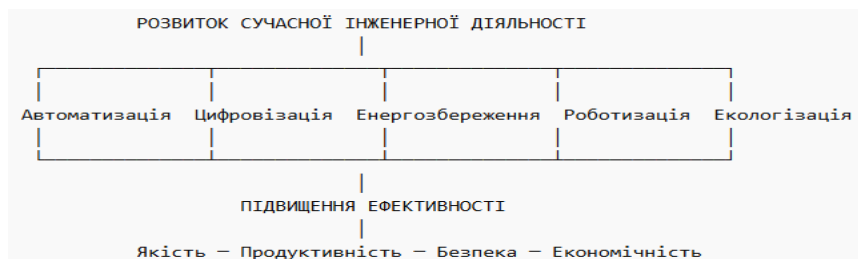


Рисунок 1.3 – Основні тенденції розвитку інженерної діяльності

4. Використання одержаних знань та вмінь

4.1 Професійна діяльність інженера

Після завершення навчання випускник може працювати:

- на переробних підприємствах;
- на елеваторах і зерноскладах;
- у сервісних та проєктних організаціях;
- у виробничо-технічних відділах;
- у сфері технічного менеджменту;
- у лабораторіях і дослідницьких центрах;
- у фермерських господарствах та агрохолдингах.

У своїй професійній діяльності інженер виконує широкий спектр функцій:

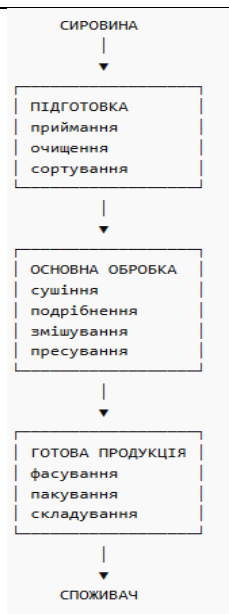
- підбирає обладнання;
- контролює його роботу;
- організовує технічне обслуговування;
- розробляє заходи з підвищення продуктивності;
- бере участь у модернізації ліній;
- аналізує аварійні ситуації та шляхи їх попередження;
- забезпечує якість і безпечність продукції.

4.2 Технологічні лінії переробних підприємств

Технологічна лінія - це впорядкована сукупність машин, апаратів, транспортних засобів, пристроїв керування та допоміжного обладнання, що працюють у певній послідовності для перетворення сировини у готову продукцію або напівфабрикат (табл.1.4, рис.1.4).

Таблиця 1.4 – Приклад структури технологічної лінії

Ділянка лінії	Основні операції	Типове обладнання
Підготовка сировини	Приймання, очищення, сортування	Приймачі, сепаратори, норії, транспортери
Основна обробка	Сушіння, подрібнення, змішування	Сушарки, дробарки, млини, змішувачі, преси
Формування готового продукту	Охолодження, фасування, пакування	Охолоджувачі, дозатори, фасувальні автомати
Допоміжні процеси	Транспортування, контроль, аспірація	конвеєри, датчики вентилятори,



Рисunek 1.4. Структура технологічної лінії

Основні ознаки технологічної лінії:

- послідовність виконання операцій;
- взаємозв'язок між машинами;
- узгодження за продуктивністю;
- спільна система керування;
- наявність матеріального потоку;
- єдність кінцевої технологічної мети.

Типова технологічна лінія складається з трьох основних ділянок:

1. підготовки сировини;
2. обробки або приготування напівфабрикатів;
3. отримання готової продукції.

Ділянка підготовки сировини. На цій стадії виконуються:

- приймання;
- очищення;
- миття;
- сортування;
- калібрування;
- тимчасове накопичення.

Ділянка основної обробки. Тут можуть здійснюватися:

- сушіння;
- подрібнення;
- пресування;
- термічна обробка;
- змішування;
- екстрагування;
- сепарація.

Ділянка отримання готової продукції. На завершальному етапі проводяться:

- охолодження;
- фасування;
- пакування;
- маркування;
- складування;
- підготовка до транспортування.

4.3 Значення ефективного використання ресурсів

Харчова і переробна промисловість характеризується високою матеріалоємністю. У собівартості продукції найбільшу частку часто становить саме вартість сировини. Це означає, що навіть невеликі втрати на стадії очищення, сушіння, транспортування чи фасування можуть призвести до суттєвих економічних збитків.

Ефективне використання ресурсів охоплює:

- зменшення втрат сировини;
- економію теплової та електричної енергії;
- зниження витрат води;
- зменшення зносу обладнання;
- скорочення простоїв;
- раціональну організацію праці;
- повторне використання вторинних ресурсів.

Приклади ресурсозберігаючих рішень:

- використання частотних перетворювачів для електроприводів;
- теплоутилізація у сушильних установках;
- автоматичне дозування сировини;
- герметизація транспортних систем;
- оптимізація маршрутів переміщення матеріалу;

- своєчасне технічне обслуговування обладнання.

4.4. Роль інженера у підвищенні ефективності виробництва

Інженер повинен не лише констатувати наявність проблем, а й уміти знаходити шляхи їх вирішення. Наприклад, якщо технологічна лінія працює нестабільно, необхідно:

1. Проаналізувати схему руху матеріалу.
2. Визначити ділянки перевантаження.
3. Перевірити узгодження машин за продуктивністю.
4. Оцінити рівень автоматизації.
5. Проаналізувати енерговитрати.
6. Розробити технічні заходи з удосконалення.

Таким чином, інженер виступає не просто експлуатаційником, а організатором технічного розвитку виробництва.

4.5. Практичне значення дисципліни

Для бакалавра агроінженерії дана дисципліна є однією з тих, що безпосередньо пов'язують навчання з майбутньою професією. Вона створює основу для:

- вивчення спеціальних дисциплін старших курсів;
- виконання лабораторних і практичних робіт;
- проходження виробничої практики;
- підготовки курсових і кваліфікаційних робіт;
- формування професійного світогляду інженера.

Саме з цієї дисципліни студент починає усвідомлювати, що техніка - це не набір окремих машин, а цілісна система, яка повинна бути надійною, економічною, безпечною та технологічно доцільною.

Питання для самоперевірки

1. Яка основна мета вивчення дисципліни «Машини і обладнання для переробки і зберігання сільськогосподарської продукції»?
2. Які основні завдання курсу та які професійні компетенції формуються у студентів під час його вивчення?
3. З якими науковими дисциплінами та галузями знань пов'язана дана навчальна дисципліна?
4. Які основні етапи переробки сільськогосподарської продукції виконуються на переробних підприємствах?
5. Яку роль відіграє технологічне обладнання у підвищенні ефективності переробки сільськогосподарської сировини?
6. Які основні проблеми розвитку переробної промисловості існують на сучасному етапі?
7. Які тенденції розвитку сучасної інженерної діяльності у галузі переробки сільськогосподарської продукції?
8. Що таке технологічна лінія переробного підприємства та з яких основних етапів вона складається?
9. За якими основними ознаками класифікують машини та обладнання переробних підприємств?
10. Яке практичне значення мають знання, отримані під час вивчення дисципліни, для майбутньої професійної діяльності інженера?

Література:

1. Дацишин О.В., Гвоздев О.В., Ялпачак Ф.Ю., Гвоздев В.О., Ткачук А.І. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв. Вінниця: Нова книга, 2008. 488 с.
2. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової

- промисловості / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлів, В.Г. Мирончук і інші. Вінниця. Нова книга 2001. 526 с.
3. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / В.Г Мирончук., Л.О Орлів., А.І Українець. та ін. Вінниця 2004. 288 с.
 4. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / За ре. проф. І. Ф. Малежика. К.: НУХТ, 2003. 400 с.
 5. Якубовський О.В., Натуркач Р.Я., Гордецька М.Л. Механізація переробки і зберігання сільськогосподарської продукції. Київ: Аграрна освіта, 2008. 430 с.
 6. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Post-harvest management and storage of grains and oilseeds. Rome: FAO, 2019.<https://www.fao.org>.
 7. Singh R. P., Heldman D. R. Introduction to Food Engineering. 5th ed. Academic Press, 2014.

Лекція №2

Типи машин та обладнання та їх класифікація

План лекції:

1. Основні типи та визначення, показники ефективності.
2. Класифікація машин та обладнання для переробки і зберігання сільськогосподарської продукції..

Вступ.

У системі агропромислового виробництва машини й обладнання є матеріальною основою реалізації технологічних процесів. Саме завдяки технічним засобам забезпечуються приймання, очищення, сушіння, переміщення, сортування, подрібнення, дозування, змішування, фасування та зберігання сільськогосподарської продукції. Без належного рівня технічного забезпечення неможливо досягти стабільної якості продукції, високої продуктивності праці, економії енергетичних та матеріальних ресурсів.

Для майбутнього агроінженера важливо не лише знати окремі машини, а й уміти класифікувати їх за функціональним призначенням, принципом дії, характером робочого процесу, ступенем автоматизації, конструктивними ознаками та сферою застосування. Такий підхід дозволяє систематизувати велику кількість технічних засобів, краще розуміти їх місце у технологічному процесі та грамотно підбирати обладнання для конкретних виробничих умов.

Класифікація машин має не лише навчальне, а й практичне значення. Вона необхідна під час проєктування технологічних

ліній, модернізації підприємств, вибору обладнання, його експлуатації, технічного обслуговування та ремонту. Правильне розуміння типів машин і їхніх характеристик є основою для технічно обґрунтованих інженерних рішень.

1. Основні типи машин та обладнання, визначення і показники ефективності

1.1. Загальні поняття про машини та обладнання

У виробничій практиці поняття “машина”, “апарат”, “установка”, “обладнання”, “агрегат”, “технологічна лінія” часто використовуються разом, однак між ними існують певні відмінності.

Машина - це технічний пристрій, призначений для виконання корисної роботи шляхом перетворення енергії, матеріалу або інформації. У контексті переробки сільськогосподарської продукції машина найчастіше виконує механічний вплив на матеріал: подрібнює, переміщує, сортує, дозує, ущільнює або змішує.

Апарат - це технічний пристрій, у якому основну роль відіграють теплові, масообмінні, фізико-хімічні або біотехнологічні процеси. Наприклад, сушарка, пастеризатор, теплообмінник, ферментатор, охолоджувач.

Установка - це комплекс технічних засобів, змонтованих для виконання певного процесу або групи процесів. Вона може включати машини, апарати, комунікації, засоби автоматизації, контрольно-вимірні прилади та допоміжні вузли.

Агрегат - це конструктивно або функціонально об'єднана група механізмів чи машин, які працюють як єдине ціле. Агрегат може бути автономним або входити до складу більшої системи.

Обладнання - це загальне поняття, що охоплює всі технічні засоби, використовувані у виробничому процесі: машини, апарати, механізми, прилади, транспортери, приводи, системи керування тощо.

Таким чином, поняття “обладнання” є ширшим, ніж поняття “машина”.

1.2. Роль машин та обладнання у переробці і зберіганні продукції

Після збирання сільськогосподарська продукція має пройти низку технологічних операцій, без яких неможливо забезпечити її належну якість, безпечність і тривале зберігання. Саме технічні засоби забезпечують реалізацію цих операцій у промислових або фермерських умовах.

Основні функції машин та обладнання:

- механічне переміщення сировини і продуктів;
- очищення від домішок;
- поділ на фракції за розмірами, формою, масою чи аеродинамічними властивостями;
- зниження вологості шляхом сушіння;
- подрібнення сировини;
- змішування компонентів;
- термічна обробка;
- дозування і фасування;
- створення умов для безпечного зберігання.

У сфері зберігання продукції машини та обладнання забезпечують:

- завантаження і вивантаження сховищ;
- вентиляцію зернових мас;

- активне вентилявання;
- контроль температури та вологості;
- механізоване переміщення продукції;
- запобігання самозігріванню, злежуванню та псуванню.

1.3. Основні типи машин у переробній галузі

За характером виконуваної роботи машини й обладнання можна умовно поділити на кілька основних типів.

1. Машини для механічної обробки сировини. До них належать дробарки, млини, різальні машини, плющилки, сепаратори, сортувальні машини. Вони здійснюють безпосередній механічний вплив на продукт.

2. Транспортуючі машини. Це норії, стрічкові, шнекові, скребкові, роликові, ланцюгові конвесери, пневмотранспортні установки. Їх призначення - переміщення сировини і готової продукції між окремими операціями.

3. Теплові апарати. До цієї групи належать сушарки, нагрівачі, охолоджувачі, пастеризатори, стерилізатори, теплообмінники. Основу їх роботи становить теплообмін.

4. Машини для розділення та очищення. Це сепаратори, трісери, аспіратори, фільтри, відцентрові пристрої, машини для калібрування та сортування. Вони забезпечують видалення домішок або поділ матеріалу на окремі групи.

5. Дозувально-фасувальне обладнання. Забезпечує точне порціонування продукту, його пакування, герметизацію та підготовку до реалізації або транспортування.

6. Обладнання для зберігання. До нього належать бункери, силоси, зерносховища, холодильні камери, вентиляційні системи, механізми для завантаження і вивантаження.

1.4. Структурні елементи машини. Незалежно від типу, більшість машин мають спільні конструктивні елементи (рис.2.1):

- станина або корпус - основа машини;
- привід - джерело руху робочих органів;
- передавальні механізми - передають енергію від двигуна;
- робочі органи - безпосередньо взаємодіють із продуктом;
- завантажувальні та вивантажувальні пристрої;
- регулювальні та захисні пристрої;
- система керування;
- контрольно-вимірювальні елементи.

Інженер повинен розуміти, що ефективність машини визначається не лише якістю окремого робочого органа, а й узгодженістю роботи всіх її вузлів.

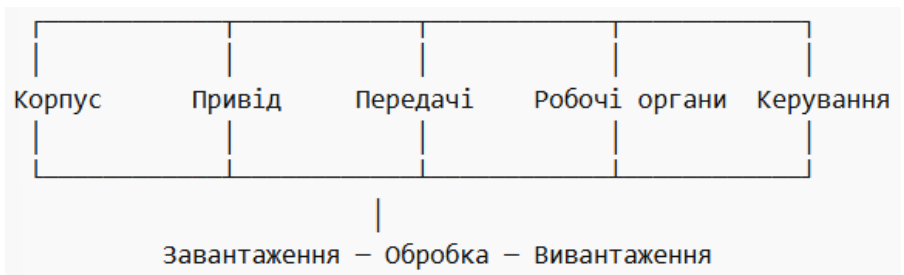


Рис.2.1. Узагальнена структура машини

1.5. Визначення показників ефективності машин та обладнання

Для інженера надзвичайно важливо не лише знати призначення машини, а й уміти оцінювати її ефективність. Це дозволяє порівнювати різні технічні рішення, вибирати

найкращий варіант, прогнозувати результати модернізації та встановлювати доцільність експлуатації.

До основних показників ефективності належать:

1. *Продуктивність* характеризує кількість продукції, яку машина переробляє, переміщує або виробляє за одиницю часу.

Розрізняють:

- теоретичну продуктивність - максимально можливу за ідеальних умов;
- технічну продуктивність - з урахуванням конструктивних особливостей;
- експлуатаційну продуктивність - фактичну в умовах реальної роботи.

Продуктивність може виражатися у: кг/год; т/год; м³/год; шт/год.

2. *Потужність* показує, яку кількість енергії споживає або передає машина за одиницю часу. Для електроприводів потужність зазвичай вимірюється в кіловатах (кВт).

3. *Питома енергоємність* – це витрати енергії на одиницю продукції. Показник особливо важливий для сушарок, подрібнювачів, насосів, вентиляторів, транспортних систем.

4. *Коефіцієнт корисної дії (ККД)* характеризує частку корисно використаної енергії у загальному обсязі спожитої.

5. *Надійність* показує здатність машини працювати безвідмовно протягом заданого часу в установлених умовах.

6. *Довговічність* характеризує тривалість роботи машини до граничного стану за умов належного обслуговування.

7. *Якість виконання технологічного процесу*

Для різних машин цей показник може мати різну форму:

- ступінь очищення;

- рівномірність сушіння;
- точність дозування;
- однорідність змішування;
- ступінь подрібнення;
- відсоток пошкодження зерна;
- втрати продукції.

8. *Матеріаломісткість* відображає витрати матеріалів на виготовлення машини або на виконання процесу.

9. *Металомісткість* є один із важливих техніко-економічних показників, що характеризує масу конструкції відносно її продуктивності.

10. *Економічна ефективність* включає сукупність витрат на придбання, монтаж, експлуатацію, ремонт, споживання енергії та окупність обладнання.

1.6. Основні групи показників ефективності

Для системного аналізу ефективності доцільно поділяти показники на кілька груп (табл.2.1).

Технічні показники: продуктивність; потужність; ККД; точність роботи; рівень автоматизації; надійність.

Технологічні показники: якість продукту; ступінь очищення; рівномірність обробки; втрати матеріалу; стабільність режиму.

Економічні показники: собівартість обробки; витрати енергії; витрати на ремонт; окупність; рентабельність.

Експлуатаційні показники: зручність обслуговування; ремонтпридатність; безпека; довговічність; універсальність застосування.

Таблиця 2.1 – Основні показники ефективності машин та обладнання

Показники	Сутність показника	Одиниця вимірювання	Практичне значення
Продуктивність	Кількість продукції за одиницю часу	т/год, кг/год, м³/год	пропускна здатність машини
Потужність	Споживання або передача енергії	кВт	Характеризує енергетичне навантаження
Питома енергоємність	Витрати енергії	кВт·год/т	оцінка економічності
ККД	Частка корисно використаної енергії	%	Визначає енергетичну ефективність
Надійність	Імовірність безвідмовної роботи	-	Важлива для безперервного виробництва
Довговічність	Тривалість до граничного стану	год, роки	Впливає на капітальні витрати
Якість процесу	Відповідність результату вимогам	% або інші показники	якість кінцевої продукції
Втрати продукції	Кількість втраченого матеріалу	%	Важлива для економіки виробництва
Ремонтопридатність	Зручність обслуговування і ремонту	якісна оцінка	Впливає на простої
Безпечність	Відповідність вимогам охорони праці	якісна оцінка	Забезпечує безпечну експлуатацію

1.7. Взаємозв'язок показників ефективності

Показники ефективності не можна розглядати ізольовано. Наприклад, збільшення продуктивності може супроводжуватися:

- зростанням енерговитрат;
- погіршенням якості обробки;
- підвищенням зношування робочих органів;
- збільшенням втрат продукції.

Тому завдання інженера полягає у знаходженні оптимального співвідношення між:

- продуктивністю;
- якістю;
- енерговитратами;
- надійністю;
- економічною доцільністю.

У практиці агроінженерії надзвичайно важливим є комплексний підхід, за якого машина оцінюється як елемент усієї технологічної системи.

1.8. Вимоги до сучасних машин та обладнання

Сучасні машини та обладнання для переробки і зберігання сільськогосподарської продукції повинні відповідати ряду вимог (табл.2.2):

- забезпечувати високу продуктивність;
- гарантувати належну якість продукції;
- бути енергоефективними;
- мати високий рівень надійності;
- бути безпечними для обслуговуючого персоналу;
- відповідати санітарно-гігієнічним вимогам;
- забезпечувати мінімальні втрати сировини;

- бути зручними в обслуговуванні та ремонті;
- допускати автоматизацію та інтеграцію в цифрові системи керування.

Таблиця 2.2 – Основні вимоги до сучасного обладнання

Група вимог	Зміст
Технологічні	Висока якість обробки, мінімальні втрати, стабільність режимів
Технічні	Надійність, міцність, довговічність, точність роботи
Енергетичні	Низька енергоємність, високий ККД
Експлуатаційні	Простота обслуговування, ремонтпридатність, зручність регулювання
Санітарні	Легкість очищення, відсутність забруднення продукту
Безпекові	Захисні пристрої, безпечні режими, відповідність нормам охорони праці
Економічні	Рациональна вартість, окупність, низькі експлуатаційні витрати
Інноваційні	Сумісність з автоматизацією, цифровим контролем і моніторингом

2. Класифікація машин та обладнання

2.1. Значення класифікації

У галузі переробки і зберігання сільськогосподарської продукції використовується дуже велика кількість технічних засобів. Без систематизації вивчення такого різноманіття було б надзвичайно складним. Саме тому класифікація є необхідним інструментом навчання, проектування та експлуатації.

Класифікація дозволяє:

- впорядкувати знання про машини;
- полегшити їх вибір для певного процесу;
- встановити спільні конструктивні та функціональні ознаки;
- проводити технічне порівняння обладнання;
- будувати технологічні схеми підприємств.

2.2. Класифікація за функціональним призначенням

Це одна з найважливіших класифікацій, оскільки показує місце машини у технологічному процесі.

1. Машини для приймання сировини. Використовуються для розвантаження, первинного переміщення і тимчасового накопичення продукції.

2. Машини для очищення. Призначені для видалення домішок - органічних, мінеральних, металоманітних, пилових.

3. Машини для сортування і калібрування. Поділяють продукт на групи за розмірами, масою, формою, щільністю або іншими ознаками.

4. Машини для подрібнення. Здійснюють руйнування структури матеріалу до заданого ступеня.

5. Машини для змішування. Забезпечують отримання однорідної суміші з декількох компонентів.

6. Машини і апарати для сушіння. Знижують вологість матеріалу до нормативного рівня.

7. Машини для транспортування. Переміщують сировину чи продукт у межах підприємства.

8. Машини для дозування та фасування. Забезпечують відмірювання певної кількості продукту та його пакування.

9. Обладнання для зберігання. Створює умови для збереження якості продукції упродовж певного часу.

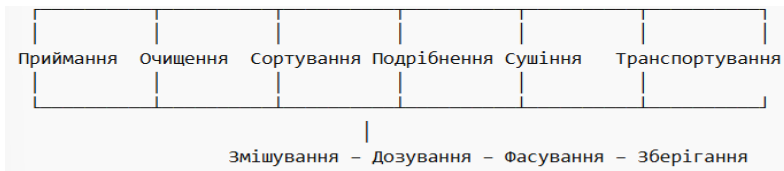


Рис. 2.2. Класифікація машин за функціональним призначенням

2.3. Класифікація за принципом дії

За принципом дії машини поділяють на:

1. Механічні. Працюють за рахунок механічного впливу на продукт: удар, стискання, тертя, різання, зсув, вібрація.

2. Гідромеханічні. Процес відбувається із використанням рідин або взаємодії твердого матеріалу з рідиною.

3. Пневмомеханічні. Використовують повітряний потік для переміщення, очищення чи розділення матеріалу.

4. Теплові. Основний процес пов'язаний з підведенням або відведенням теплоти.

5. Електрофізичні. Використовують електричні, магнітні, діелектричні, інфрачервоні або інші фізичні поля.

6. Комбіновані. Поєднують кілька фізичних принципів. Саме такі машини часто зустрічаються у сучасних технологічних лініях.

2.4. Класифікація за характером робочого процесу

1. Машини періодичної дії (табл.2.3). Процес у них відбувається окремими циклами: завантаження, обробка, вивантаження. Такі машини простіші конструктивно, але мають обмежену продуктивність.

2. Машини безперервної дії (табл.2.3). Матеріал подається і обробляється постійним потоком. Вони мають високу продуктивність і краще пристосовані до потокового виробництва.

3. Машини циклічної дії. Поєднують ознаки періодичної і безперервної роботи.

Таблиця 2.3. Порівняння машин періодичної та безперервної дії

Ознаки	Машини періодичної дії	Машини безперервної дії
Організація процесу	Окремі цикли	Безперервний потік
Продуктивність	Нижча	Вища
Регулювання	Гнучкіше для малих обсягів	Ефективніше для великих обсягів
Конструкція	Часто простіша	Часто складніша
Сфера застосування	Невеликі виробництва, лабораторії	Промислові поточкові лінії
Втрати часу	Є на завантаження і вивантаження	Мінімізовані

2.5. Класифікація за ступенем автоматизації

1. Ручні: всі або більшість операцій виконуються людиною.

2. Механізовані: основна робота виконується машиною, але керування і частина допоміжних операцій залишаються за оператором.

3. Напівавтоматичні: Основні операції виконуються автоматично, але окремі етапи вимагають участі людини.

4. Автоматичні: Працюють за заданою програмою без постійного втручання оператора.

5. Автоматизовані системи: Є елементами інтегрованих виробничих комплексів із централізованим керуванням, датчиками, системами моніторингу і цифрового контролю.

2.6. Класифікація за видом енергії

Машини та обладнання можуть використовувати енергію: електричну; теплову; механічну; гідравлічну; пневматичну; комбіновані джерела.

Найбільш поширеним джерелом енергії в сучасних умовах є електричний привід, що пояснюється зручністю регулювання, високою надійністю і можливістю автоматизації.

2.7. Класифікація за конструктивними ознаками

За конструкцією машини можуть бути: стаціонарні; пересувні; мобільні; модульні; секційні; одноярусні або багатоярусні; вертикального або горизонтального виконання; відкритого або закритого типу.

Такі ознаки мають велике значення для компоновки виробничих приміщень, вибору місця встановлення, організації технічного обслуговування.

2.8. Класифікація за видом сировини

У переробній промисловості частина машин є універсальними, а частина - спеціалізованими для конкретного виду сировини.

Можна виділити обладнання для: зерна; насіння олійних культур; овочів; плодів; молока; м'яса; кормів; комбікормової сировини.

Властивості сировини визначають конструкцію робочих органів, допустимі режими, матеріали деталей та санітарні вимоги.

Таблиця 2.4 – Приклади класифікації машин за різними ознаками

Ознака класифікації	Групи машин
За функціональним призначенням	приймальні, очищувальні, сушильні, транспортуючі, подрібнювальні, фасувальні, зберігальні
За принципом дії	механічні, теплові, пневмомеханічні, гідромеханічні, комбіновані
За характером процесу	періодичної, безперервної, циклічної дії
За ступенем автоматизації	ручні, механізовані, напівавтоматичні, автоматичні
За видом енергії	електричні, теплові, гідравлічні, пневматичні
За конструкцією	стаціонарні, мобільні, секційні, модульні
За видом сировини	для зерна, овочів, плодів, молока, кормів тощо

2.9. Класифікація транспортуючих машин

Окремо слід розглядати транспортуючі машини, оскільки вони є обов'язковим елементом майже будь-якої технологічної лінії.

За напрямком переміщення:

- горизонтальні;
- вертикальні;
- похилі;
- комбіновані.

За принципом транспортування:

- стрічкові;
- шнекові;
- скребкові;
- ланцюгові;
- ковшові;
- пневматичні;
- гравітаційні.

За характером вантажу:

- для сипких матеріалів;
- для штучних вантажів;
- для рідин;
- універсальні.

2.10. Класифікація обладнання для зберігання

Обладнання для зберігання можна поділити за кількома критеріями.

За типом об'єкта зберігання:

- зерносховища;

- овочесховища;
- фруктосховища;
- холодильні камери;
- бункери і силоси.

За способом підтримання режимів:

- пасивного зберігання;
- активного вентилявання;
- регульованого газового середовища;
- холодильного зберігання;
- комбінованого зберігання.

За конструкцією:

- підлогові;
- силосні;
- контейнерні;
- камерні;
- траншейні;
- баштові.

2.11. Класифікація машин для очищення та сортування

Ці машини особливо важливі у післязбиральній обробці зерна та насіння.

За ознакою поділу матеріалу:

- за розмірами;
- за формою;
- за аеродинамічними властивостями;
- за щільністю;
- за станом поверхні;
- за магнітними властивостями;
- за кольором та оптичними характеристиками.

За типом робочого органа:

- ситові;
- барабанні;
- вібраційні;
- повітряно-решітні;
- трісрні;
- фотоелектронні;
- магнітні.

2.12. Класифікація машин для подрібнення

Подрібнення - одна з найпоширеніших операцій у комбикормовому, борошномельному, харчовому та інших виробництвах.

За способом руйнування матеріалу:

- ударні;
- стискальні;
- роздавлювальні;
- стираючі;
- різальні;
- комбіновані.

За ступенем подрібнення:

- крупне;
- середнє;
- дрібне;
- тонке;
- надтонке.

За типом робочого органа:

- молоткові;
- вальцьові;

- ножові;
- дискові;
- жорнові;
- роторні.

Таблиця 2.5 – Приклади машин за функціональними групами

Функціональна група	Приклади машин і обладнання	Основне призначення
Очищення	сепаратори, аспіратори, магнітні уловлювачі	Видалення домішок
Сортування	калібратори, трієри, фотоелектронні сортувальники	Поділ на фракції
Подрібнення	молоткові дробарки, вальцьові млини	Зменшення розмірів частинок
Сушіння	шахтні, барабанні, камерні сушарки	Зниження вологості
Транспортування	норії, шнеки, стрічкові конвеєри	Переміщення сировини
Змішування	шнекові, лопатеві, барабанні змішувачі	Отримання однорідної суміші
Дозування і фасування	вагові дозатори, фасувальні автомати	Точне порціонування
Зберігання	силоси, бункери, холодильні камери	Забезпечення умов збереження

2.13. Принципи вибору класифікаційної ознаки

У практичній діяльності одна й та сама машина може одночасно належати до кількох класифікаційних груп. Наприклад, шнековий транспортер можна класифікувати:

- за функцією - як транспортуючу машину;
- за принципом дії - як механічну;
- за процесом - як машину безперервної дії;
- за рівнем автоматизації - як механізовану або автоматизовану;
- за конструкцією - як стаціонарну або мобільну.

Тому класифікація має бути не формальною, а функціонально доцільною. Інженер повинен уміти обирати ту ознаку, яка є найважливішою для конкретного завдання.

2.14. Практичне значення класифікації для агроінженера

Класифікація машин дає можливість:

- швидше орієнтуватися в номенклатурі обладнання;
- підбирати технічні засоби для заданого процесу;
- розуміти взаємозв'язки між машинами у складі лінії;
- оцінювати можливість заміни або модернізації обладнання;
- проводити аналіз технічного рівня підприємства;
- вивчати спеціальні дисципліни на більш високому рівні.

Для бакалавра агроінженерії це є особливо важливим, оскільки формує основу майбутньої професійної діяльності у сфері технічного забезпечення аграрного виробництва та переробної галузі.

Питання для самоперевірки

1. У чому полягає різниця між поняттями “машина”, “апарат” і “обладнання”?
2. Які основні функції виконують машини у процесах переробки та зберігання продукції?
3. Які показники характеризують ефективність роботи машини?
4. Що таке продуктивність і які її види розрізняють?
5. Чому показники ефективності потрібно аналізувати комплексно?
6. За якими ознаками класифікують машини та обладнання?
7. Чим відрізняються машини періодичної і безперервної дії?
8. Які машини належать до транспортуючих?
9. За якими ознаками класифікують обладнання для зберігання?
10. У чому полягає практичне значення класифікації машин для агроінженера?

Література:

1. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції: підручник / за ред. О. І. Шаповаленка, О. М. Сафонової. Харків: Еспада, 2008. 544 с.
2. Жемела Г. П., Шемавньов В. І., Олексюк О. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: навч. посіб. Полтава: ТЕРРА, 2003. 420 с.
3. Осокіна Н. М., Гайдай Г. С. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : підручник. Умань : Уманське видавничо-поліграфічне підприємство, 2005. 614 с.

4. 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.

5. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / за ред. І. Ф. Малежика. Київ : НУХТ, 2003. 400 с.

6. Дацишин О. В., Ткачук А. І., Гвоздєв О. В., Ялпачик Ф. Ю., Гвоздєв В. О. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: навч. посіб. Вінниця: Нова книга, 2008. 488с.

Лекція №3

Підйомно-транспортне обладнання

План лекції:

1. Підйомні машини.
2. Транспортні машини.

Вступ

У системі машин і обладнання для переробки та зберігання сільськогосподарської продукції особливе місце займає підйомно-транспортне обладнання. Жодне сучасне підприємство агропромислового комплексу - елеватор, зерносклад, комбікормовий завод, млин, олійниця, консервний цех, овочесховище чи холодильний комплекс - не може ефективно функціонувати без технічних засобів, які забезпечують переміщення сировини, напівфабрикатів, готової продукції, тари та допоміжних матеріалів.

Підйомно-транспортне обладнання виконує надзвичайно важливу функцію - воно забезпечує безперервність технологічного процесу. Саме від правильного вибору транспортних засобів залежить ритмічність роботи виробничих ліній, узгодженість окремих операцій, рівень втрат продукції, енергоємність виробництва, безпечність праці та економічна ефективність підприємства.

На відміну від основних технологічних машин, які безпосередньо змінюють властивості продукції, підйомно-транспортне обладнання в більшості випадків не змінює фізичну природу продукту, але істотно впливає на його збереження, стан,

рівень механічного пошкодження, засмічення, ущільнення та втрат. Це особливо важливо при роботі з зерном, насінням, плодами, овочами, борошном, комбікормами та іншими матеріалами, чутливими до ударних навантажень і багаторазового перевантаження.

З технічного погляду підйомно-транспортне обладнання охоплює широку групу машин, які можна поділити на підйомні та транспортні. Підйомні машини призначені переважно для вертикального або похилого переміщення вантажів із значною зміною рівня їх розташування, а транспортні - для горизонтального, похилого, вертикального або комбінованого переміщення матеріалу в межах технологічних ліній, складів чи виробничих приміщень.

Для майбутнього агроінженера знання конструкції, принципу дії, класифікації, розрахункових параметрів та умов експлуатації підйомно-транспортного обладнання є обов'язковою складовою професійної підготовки.

1. Підйомні машини

1.1. Загальна характеристика підйомних машин

Підйомні машини - це машини циклічної або безперервної дії, призначені для вертикального чи похилого переміщення вантажів, матеріалів або вантажонесучих пристроїв на певну висоту. Їх основне завдання полягає у зміні рівня розташування вантажу, тобто в подоланні сили тяжіння.

У технологіях переробки і зберігання сільськогосподарської продукції підйомні машини використовуються:

- під час завантаження і розвантаження складів;
- для подачі зерна на верхні яруси силосів;

- у зерноочисних і сушильних агрегатах;
- при транспортуванні тари, мішків, контейнерів;
- у ремонтно-монтажних роботах;
- у складських комплексах та логістичних системах.

Характерною особливістю підйомних машин є те, що вони, як правило, працюють із концентрованим вантажем або організованим потоком сипкого матеріалу, який переміщується у вантажонесучих елементах - ковшах, платформах, гаках, клітях, підвісках, канатах чи ланцюгах.

1.2. Основні функції підйомних машин

Підйомні машини у виробництві виконують такі функції:

- піднімання вантажу на задану висоту;
- опускання вантажу;
- утримання вантажу у певному положенні;
- переміщення вантажу між рівнями технологічної системи;
- подача матеріалу до машин або бункерів;
- забезпечення монтажних, навантажувальних і розвантажувальних робіт.

В окремих випадках підйомна машина виконує не лише функцію зміни висоти, а й просторового переміщення вантажу, наприклад, у кранах, тельферах, штабелерах.

1.3. Класифікація підйомних машин

Підйомні машини класифікують за кількома ознаками.

За характером дії:

- машини періодичної дії;
- машини безперервної дії.

За конструкцією і призначенням:

- лебідки;
- талі;
- тельфери;
- крани;
- підйомники;
- ліфти;
- штабелери;
- норії (ковшові елеватори).

За типом приводу:

- ручні;
- електричні;
- гідравлічні;
- пневматичні;
- комбіновані.

За видом вантажу:

- для штучних вантажів;
- для сипких матеріалів;
- для тарно-штучних вантажів;
- універсальні.

За напрямком переміщення:

- вертикальні;
- похилі;
- комбіновані.

Таблиця 3.1 – Класифікація підйомних машин

Ознака класифікації	Групи машин
За характером роботи	періодичної дії, безперервної дії
За конструкцією	лебідки, талі, тельфери, крани, підйомники, ліфти, норії
За типом приводу	ручні, електричні, гідравлічні, пневматичні
За видом вантажу	для сипких, штучних, тарно-штучних вантажів
За напрямком руху	вертикальні, похилі, комбіновані

1.4. Лебідки

Лебідка - це підйомна машина, призначена для переміщення вантажу за допомогою каната або ланцюга, який намотується на барабан. Лебідки належать до найпростіших підйомних механізмів і широко застосовуються у складських, монтажних, допоміжних та ремонтних операціях.

Основні елементи лебідки:

- станина;
- барабан;
- канат або ланцюг;
- привід;
- гальмовий пристрій;
- редуктор;
- система керування.

Лебідки можуть бути:

- ручні;
- електричні;
- стаціонарні;
- пересувні;

- тягові;
- підйомні.

Їх перевагою є відносна простота конструкції, надійність і універсальність. Недоліком є обмежена функціональність та, у багатьох випадках, циклічний характер роботи.

1.5. Талі та тельфери

Таль - це підйомний механізм, що забезпечує вертикальне переміщення вантажу на невелику висоту. Вона складається з поліспасти, гака, ланцюга або каната, гальма і, залежно від типу, ручного або механічного приводу.

Тельфер - це механізована або електрична таль, яка часто може переміщатися по монорейці. У виробничих умовах тельфери широко використовуються для переміщення обладнання, тари, окремих вантажів, вузлів машин та елементів технологічних ліній.

Переваги тельферів:

- компактність;
- зручність монтажу;
- можливість роботи у важкодоступних місцях;
- зниження трудомісткості вантажних операцій;
- досить висока точність позиціонування вантажу.

1.6. Крани

Кран - це вантажопідіймальна машина, призначена для піднімання, переміщення та опускання вантажів у просторі. На відміну від простих підйомників, кран забезпечує не лише вертикальний, а й горизонтальний або поворотний рух вантажу.

У переробній і складській галузі застосовуються:

- мостові крани;
- козлові крани;
- консольні крани;
- баштові крани;
- кран-балки;
- поворотні крани.

Основні рухи крана:

- піднімання та опускання вантажу;
- переміщення візка;
- переміщення мосту або стріли;
- поворот робочої частини.

Крани особливо ефективні при роботі з важкими штучними вантажами, металоконструкціями, мішками, біг-бегами, технологічними вузлами та контейнерами.

1.7. Підйомники і ліфти

Підйомники - це машини, призначені для переміщення вантажів або людей по визначеній траєкторії, переважно вертикально або під кутом. Підйомник може мати платформу, кліть, ковші або інший вантажонесучий елемент.

У виробничій практиці розрізняють:

- вантажні підйомники;
- платформні підйомники;
- ковшові підйомники;
- клітьові підйомники;
- похилі підйомники.

Ліфти є спеціальним видом підйомників із жорстко фіксованою вертикальною траєкторією руху. На підприємствах

вони можуть використовуватися як для вантажів, так і для персоналу.

1.8. Норії як підйомні машини безперервної дії

Норія, або ковшовий елеватор, є одним із найпоширеніших видів підйомно-транспортного обладнання у зернопереробній і елеваторній галузі. Вона призначена для вертикального переміщення сипких матеріалів безперервним потоком.

Основні складові норії:

- башмак;
- головка;
- тяговий орган (стрічка або ланцюг);
- ковші;
- привід;
- натяжний пристрій;
- корпус;
- завантажувальний і вивантажувальний патрубки.

Переваги норій:

- висока продуктивність;
- компактність у плані;
- можливість вертикального переміщення на значну висоту;
- відносно невеликі енергетичні витрати на одиницю продукції;
- можливість інтеграції у технологічні лінії.

Недоліки:

- чутливість до перевантаження;
- потреба в ретельному технічному обслуговуванні;
- небезпека травмування та пилових вибухів за порушення режимів експлуатації;

- можливість пошкодження крихкого матеріалу при надмірній швидкості.

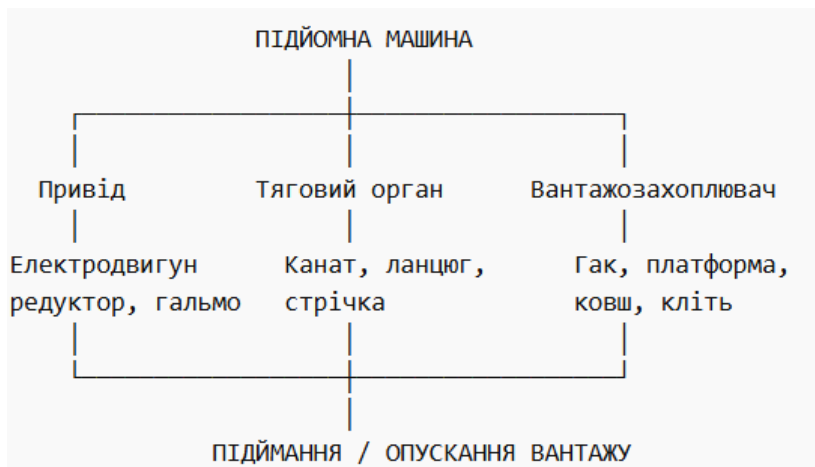


Рис.3.1. Узагальнена схема підйомної машини

1.9. Основні параметри підйомних машин

Для вибору та оцінювання підйомної машини використовують ряд технічних параметрів (табл.3.2):

- вантажопідйомність - максимальна маса вантажу, яку машина може піднімати;
- висота підйому - максимальна відстань по вертикалі;
- швидкість підйому;
- потужність приводу;
- режим роботи;
- продуктивність;
- маса машини;
- габаритні розміри;
- коефіцієнт запасу міцності;

- надійність і довговічність.

Для машин безперервної дії, таких як норії, продуктивність часто визначається у т/год, а для кранів і тельферів важливою є вантажопідйомність у кг або т.

Таблиця 3.2 – Основні параметри підйомних машин

Параметр	Сутність	Одиниця вимірювання
Вантажопідйомність	Максимальна допустима маса вантажу	кг, т
Висота підйому	Максимальна висота переміщення	м
Швидкість підйому	Швидкість вертикального руху вантажу	м/с, м/хв
Потужність приводу	Енергія, необхідна для роботи машини	кВт
Продуктивність	Кількість вантажу за одиницю часу	т/год, шт/год
Режим роботи	Частота і тривалість робочих циклів	якісна характеристика
Надійність	Здатність працювати безвідмовно	-

1.10. Вимоги до підйомних машин

До підйомних машин висуваються підвищені вимоги з огляду на безпечність та відповідальність їх роботи.

Основні вимоги:

- достатня міцність усіх несучих елементів;
- наявність надійних гальмівних пристроїв;

- стабільність роботи приводу;
- безпечність обслуговування;
- захист від перевантаження;
- наявність кінцевих вимикачів і блокувань;
- мінімальний ризик пошкодження продукції;
- ремонтпридатність;
- відповідність вимогам охорони праці.

У виробництві особливо важливо забезпечити не лише надійну роботу машини, а й захист персоналу від падіння вантажу, затягування у рухомі частини, ураження електричним струмом, запилення та вибухонебезпечних ситуацій.

2. Транспортні машини

2.1. Загальна характеристика транспортних машин

Транспортні машини - це машини, призначені для переміщення вантажів, сировини, напівфабрикатів, готової продукції або відходів у межах підприємства, складу, цеху, технологічної лінії чи окремої виробничої ділянки.

На відміну від підйомних машин, які в першу чергу змінюють висотне положення вантажу, транспортні машини переважно забезпечують організований потік матеріалу між операціями. Вони є сполучною ланкою між окремими машинами та апаратами.

У технологіях переробки і зберігання сільськогосподарської продукції транспортні машини використовуються для:

- подачі зерна до очисних машин;
- транспортування матеріалу між бункерами;
- переміщення продукту до сушарок;
- відведення відходів;

- подачі готового продукту до фасувальних машин;
- переміщення продукції в складах та сховищах.

2.2. Значення транспортних машин у технологічному процесі

Ефективність технологічної лінії великою мірою залежить від правильного вибору транспортних машин. Неправильно підібраний транспортер може:

- обмежити продуктивність всієї лінії;
- призвести до перевантаження окремих ділянок;
- спричинити дроблення, травмування чи засмічення матеріалу;
- збільшити витрати електроенергії;
- підвищити втрати продукції;
- погіршити санітарний стан виробництва.

Тому транспортні машини слід розглядати не як допоміжні, а як невід’ємні функціональні елементи всієї виробничої системи.

2.3. Класифікація транспортних машин

Транспортні машини класифікують за різними ознаками (табл.3.3).

Узагальнена схема представлена на рис.3.2.

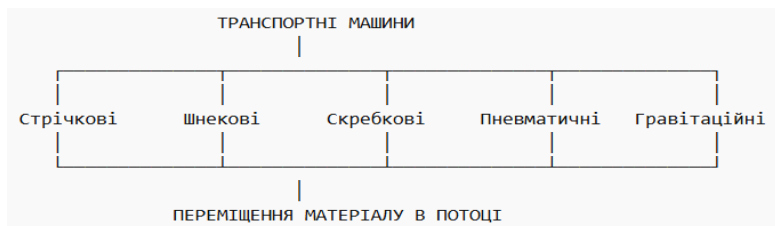


Рис. 3.2. Узагальнена схема транспортних машин

За характером переміщення вантажу:

- машини безперервної дії;
- машини періодичної дії.

За напрямком переміщення:

- горизонтальні;
- вертикальні;
- похилі;
- просторові комбіновані.

За видом вантажу:

- для сипких матеріалів;
- для штучних вантажів;
- для рідин;
- універсальні.

За принципом дії:

- стрічкові;
- шнекові;
- скребкові;
- ланцюгові;
- роликові;
- пластинчасті;
- пневматичні;
- гідравлічні;
- гравітаційні.

За рухомих елементом:

- з гнучким тяговим органом;
- без тягового органа;
- з повітряним або рідинним потоком.

Таблиця 3.3 – Класифікація транспортних машин

Ознака класифікації	Групи транспортних машин
За характером дії	безперервної, періодичної дії
За напрямком руху	горизонтальні, похилі, вертикальні, комбіновані
За видом вантажу	для сипких, штучних, рідких вантажів
За принципом дії	стрічкові, шнекові, скребкові, роликові, пневматичні, гідравлічні
За конструкцією	стаціонарні, пересувні, мобільні

2.4. Стрічкові транспортери

Стрічковий транспортер - одна з найпоширеніших транспортних машин безперервної дії. Робочим елементом є стрічка, яка рухається по барабанах і роликоопорах та переносить вантаж.

Основні елементи стрічкового транспортера:

- стрічка;
- приводний барабан;
- натяжний барабан;
- роликоопори;
- станина;
- завантажувальний пристрій;
- привід;
- очисні пристрої.

Переваги:

- безперервність транспортування;

- порівняно висока продуктивність;
- плавність руху;
- відносно невелике пошкодження продукту;
- можливість транспортувати різні матеріали.

Недоліки:

- обмежений кут нахилу;
- чутливість до умов навколишнього середовища;
- потреба в належному натягу і центруванні стрічки;
- зношування стрічки.

Стрічкові транспортери широко застосовуються у зерносховищах, комбикормових цехах, сортувальних лініях, системах відвантаження продукції.

2.5. Шнекові транспортери

Шнековий транспортер, або гвинтовий конвеєр, призначений для переміщення сипких, дрібнокускових, порошкоподібних та інколи пастоподібних матеріалів у закритому жолобі або трубі за допомогою обертового гвинта.

Особливості шнекових транспортерів:

- можуть працювати у горизонтальному, похилому та вертикальному положенні;
- мають відносно просту конструкцію;
- забезпечують герметичність транспортування;
- зручні для дозування та подачі матеріалу.

Переваги:

- компактність;
- закрите транспортування;
- простота компонування;
- можливість поєднання транспортування з дозуванням.

Недоліки:

- підвищене травмування крихкого матеріалу;
- значне тертя;
- порівняно вищі енерговитрати;
- інтенсивне зношування при роботі з абразивними матеріалами.

2.6. Скребкові транспортери

Скребковий транспортер переміщує матеріал за допомогою скребків, закріплених на тяговому ланцюзі або канаті. Він особливо ефективний для транспортування сипких матеріалів у горизонтальному або слабкопохилому напрямку.

Переваги:

- герметичність;
- можливість транспортувати пилюваті та дрібнодисперсні матеріали;
- робота в закритих жолобах;
- надійність при відносно великій довжині траси.

Недоліки:

- інтенсивне зношування жолоба і скребків;
- підвищений опір руху;
- обмеження за делікатністю транспортування.

2.7. Роликові та пластинчасті транспортери

Роликові транспортери використовуються переважно для штучних вантажів: ящиків, мішків, коробок, контейнерів, тари. Рух вантажу може здійснюватися за рахунок сили тяжіння або приводу роликів.

Пластинчасті транспортери застосовуються у випадках, коли необхідне транспортування важких, гарячих або складних за формою вантажів. У переробній галузі вони зустрічаються рідше, але можуть бути корисними у тарному господарстві та логістиці.

2.8. Пневматичний транспорт

Пневматичний транспорт - це спосіб переміщення сипких матеріалів у потоці повітря по трубопроводах. У зернопереробній галузі він застосовується для транспортування зерна, борошна, висівків, пилоподібних продуктів, комбікормових компонентів.

Переваги пневмотранспорту:

- можливість транспортування у складних просторових умовах;
- герметичність системи;
- зменшення запиленості виробництва;
- зручність автоматизації;
- компактність комунікацій.

Недоліки:

- значна енергоємність;
- підвищений знос трубопроводів і колін;
- можливість травмування зерна;
- складність очищення системи в окремих випадках.

Пневмотранспорт особливо доцільний там, де необхідно транспортувати матеріал на значні відстані або з великою кількістю поворотів траси.

2.9. Гідравлічний транспорт

Гідравлічний транспорт полягає у переміщенні матеріалу потоком рідини. У переробці сільськогосподарської продукції

використовується обмежено, переважно там, де технологічно допустима взаємодія продукту з водою: при транспортуванні коренеплодів, овочів, митті сировини, переміщенні окремих видів відходів.

Переваги:

- одночасне переміщення і миття;
- зменшення механічного травмування в окремих випадках;
- можливість транспортування на складних трасах.

Недоліки:

- потреба у воді;
- необхідність подальшого зневоднення продукту;
- корозійні ризики;
- складність очищення і санітарної обробки.

2.10. Гравітаційний транспорт

Гравітаційний транспорт здійснюється під дією сили тяжіння без використання активного приводу. Для цього використовують самопливні труби, жолоби, лотки, похилі канали, спуски.

У зерновій промисловості самопливний транспорт має дуже велике значення, оскільки дає змогу зменшити енерговитрати, спростити конструкцію виробничої лінії та підвищити її надійність.

Переваги:

- простота конструкції;
- відсутність приводу;
- низькі експлуатаційні витрати;
- висока надійність.

Недоліки:

- залежність від планувальної схеми будівлі;
- обмежена керованість потоку;
- можливість сегрегації сипких сумішей;
- потреба у достатньому перепаді висот.

2.11. Основні параметри транспортних машин

Ефективність транспортних машин оцінюють за такими показниками (табл.3.4): продуктивність; швидкість руху робочого органа; потужність приводу; довжина транспортування; висота підйому; кут нахилу; коефіцієнт заповнення робочого органа; питомі енерговитрати; рівень пошкодження продукту; надійність і довговічність.

Таблиця 3.4 – Основні параметри транспортних машин

Параметри	Характеристика	Одиниця вимірювання
Продуктивність	Обсяг або маса вантажу за одиницю часу	т/год, м³/год
Швидкість робочого органа	Швидкість руху стрічки, шнека, ланцюга або потоку	м/с, об/хв
Довжина транспортування	Максимальна довжина траси	м
Висота підйому	Перепад рівнів при транспортуванні	м
Кут нахилу	Допустимий нахил машини	градуси
Потужність	Потужність приводу	кВт
Енергоємність	Витрати енергії на одиницю продукції	кВт·год/т
Надійність	Безвідмовність роботи	-

Для сипких матеріалів продуктивність зазвичай виражають у т/год або м³/год. Під час вибору машини обов'язково враховують фізико-механічні властивості матеріалу: насипну густину, вологість, сипкість, абразивність, крихкість, схильність до злежування.

2.12. Вибір транспортної машини

Вибір транспортної машини здійснюється з урахуванням:

- виду вантажу;
- фізико-механічних властивостей матеріалу;
- потрібної продуктивності;
- довжини та конфігурації траси;
- умов виробничого приміщення;
- вимог до герметичності;
- допустимого рівня травмування продукту;
- енергетичних витрат;
- умов технічного обслуговування;
- вимог безпеки і санітарії.

Наприклад:

- для горизонтального транспортування зерна часто використовують стрічкові або скребкові транспортери;
- для коротких відстаней і дозованої подачі - шнекові;
- для вертикального транспортування - норії;
- для пиловатих продуктів - пневматичні системи;
- для штучних вантажів - роликові або ланцюгові транспортери.

2.13. Порівняльна характеристика основних транспортних машин

Таблиця 3.5 – Порівняння транспортних машин

Тип машини	Основний вантаж	Переваги	Недоліки	Типова сфера застосування
Стрічковий транспортер	зерно, комбікорм, штучні вантажі	висока продуктивність, плавність руху	обмежений нахил, зношування стрічки	склади, елеватори, цехи
Шнековий транспортер	сипкі та порошкоподібні матеріали	компактність, герметичність	пошкодження матеріалу, тертя	дозування, короткі траси
Скребоквий транспортер	зерно, борошно, комбікорм	закрита конструкція, надійність	зношування скребоків і жолоба	горизонтальні і похилі траси
Пневматичний транспорт	борошно, зерно, висівки	гнучкість траси, герметичність	висока енергоємність	млини, комбікормові заводи
Гравітаційний транспорт	сипкі матеріали	простота, відсутність приводу	потреба у перепаді висот	елеватори, самопливні системи

2.14. Вимоги до транспортних машин

Сучасні транспортні машини повинні:

- забезпечувати задану продуктивність;
- не порушувати структуру продукту;
- мати мінімальні втрати матеріалу;
- бути надійними і довговічними;

- працювати з мінімальними енерговитратами;
- забезпечувати безпечні умови праці;
- бути зручними в очищенні та технічному обслуговуванні;
- відповідати санітарно-гігієнічним вимогам;
- легко інтегруватися у загальну технологічну лінію.

2.15. Безпека експлуатації підйомно-транспортного обладнання

Безпечна експлуатація підйомно-транспортного обладнання є одним із найважливіших обов'язків інженера. Основні небезпечні фактори:

- рухомі частини;
- падіння вантажів;
- обрив канатів, стрічок, ланцюгів;
- перевантаження обладнання;
- запилення та вибухонебезпечність;
- ураження електричним струмом;
- заклинювання матеріалу;
- самозапуск після зупинки.

Заходи безпеки:

- огороження рухомих частин;
- використання блокувань і кінцевих вимикачів;
- контроль натягу та зношування тягових елементів;
- регулярні огляди і технічне обслуговування;
- очищення від пилу і залишків продукту;
- заземлення електрообладнання;
- дотримання інструкцій з експлуатації;
- навчання персоналу.

Питання для самоперевірки

1. Яке місце займає підйомно-транспортне обладнання у системі машин переробного підприємства?
2. Що називають підйомною машиною?
3. За якими ознаками класифікують підйомні машини?
4. Які особливості конструкції лебідок, талей і тельферів?
5. Чому норії належать до машин безперервної дії?
6. Що називають транспортною машиною?
7. Які основні типи транспортних машин застосовуються у переробці та зберіганні сільськогосподарської продукції?
8. Які переваги та недоліки мають стрічкові транспортери?
9. У яких випадках доцільно використовувати шнекові та пневматичні транспортери?
10. Які основні вимоги висуваються до безпечної експлуатації підйомно-транспортного обладнання?

Література:

1. Мирончук В. Г., Гулий І. С., Пушанко М. М., Орлов Л. О., Українець А. І., Лісовенко О. Т. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник. 2-ге вид., перероб. і допов. Вінниця: Нова книга, 2007. 642 с.
2. Дацишин О. В., Ткачук А. І., Гвоздєв О. В., Ялпачик Ф. Ю., Гвоздєв В. О. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: навч. посіб. Вінниця: Нова книга, 2008. 488с.
3. Козуб Ю. Г. Підйомно-транспортні машини : підручник / Ю.Г. Козуб, С.В. Маслійов – Старобільськ: Вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2018. – 277с.
4. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції: підручник / за ред. О. І. Шаповаленка, О. М. Сафонової. Харків : Еспада, 2008. 544 с.

Лекція №4

Обладнання для миття сировини і тари, дозування

План лекції:

1. Показники та визначення.
2. Основні параметри та їх розрахунки.
3. Сервіс та експлуатація.
4. Технологічні схеми та компоновка обладнання.

Вступ

У технологічних процесах переробки сільськогосподарської продукції важливе місце займають операції миття сировини, миття тари та дозування матеріалів і продуктів. Ці процеси є не допоміжними, а функціонально необхідними стадіями, які безпосередньо впливають на якість готової продукції, санітарно-гігієнічний стан виробництва, стабільність рецептур, точність технологічного режиму та економічну ефективність підприємства.

Операція миття застосовується до різних об'єктів:

- рослинної сировини;
- коренеплодів;
- плодів та овочів;
- м'яких ягід;
- технічної тари;
- транспортної тари;
- ємностей, інвентарю та трубопроводів.

Миття забезпечує:

- видалення механічних домішок;
- зниження мікробіологічного забруднення;
- підготовку сировини до подальших операцій;
- дотримання санітарних норм;
- зменшення зношування наступного обладнання;
- підвищення товарного вигляду продукту.

Не менш важливою є операція дозування, яка полягає у відмірюванні заданої кількості сировини, напівфабрикату або допоміжних компонентів. Від точності дозування залежить:

- стабільність складу продукту;
- дотримання рецептури;
- економія матеріалів;
- повторюваність технологічного процесу;
- якість готової продукції.

Для агроінженера знання обладнання для миття і дозування є необхідними не лише для розуміння конструкції машин, а й для грамотного вибору режимів роботи, розрахунку продуктивності, організації експлуатації та побудови технологічних ліній.

1. Показники та визначення

1.1. Загальні поняття про миття сировини

Миття сировини - це технологічна операція, спрямована на видалення з поверхні продукту забруднень фізичного, хімічного або біологічного походження за допомогою води або мийних розчинів, іноді в поєднанні з механічним, гідродинамічним, пневматичним чи щітковим впливом.

До забруднень, що видаляються під час миття, належать:

- ґрунт;
- пил;

- пісок;
- рослинні залишки;
- мікроорганізми;
- залишки добрив і засобів захисту рослин;
- органічні нашарування;
- сторонні частинки.

У переробній промисловості миття сировини є особливо важливим перед:

- сортуванням;
- різанням;
- подрібненням;
- бланшуванням;
- сушінням;
- консервуванням;
- фасуванням.

1.2. Загальні поняття про миття тари

Миття тари - це процес очищення зовнішніх і внутрішніх поверхонь тари, упаковки або виробничих ємностей від механічних забруднень, залишків продукту, пилу, жиру, мікрофлори та інших небажаних нашарувань.

Миттю можуть підлягати:

- пляшки;
- банки;
- ящики;
- контейнери;
- бочки;
- лотки;
- бункери;

- технологічні ємності;
- трубопроводи;
- фасувальні вузли.

Особливо високі вимоги до миття тари пред'являються у виробництвах, пов'язаних із:

- харчовими продуктами;
- молочною сировиною;
- соками;
- консервами;
- рідкими напівфабрикатами;
- дитячим харчуванням;
- кормовими сумішами високої якості.

1.3. Загальні поняття про дозування

Дозування - це процес відмірювання точно визначеної кількості продукту, матеріалу або компонента відповідно до технологічного завдання чи рецептури.

Залежно від об'єкта дозування розрізняють:

- дозування сипких матеріалів;
- дозування рідин;
- дозування пастоподібних мас;
- дозування штучних виробів;
- дозування багатокомпонентних сумішей.

Дозування є критично важливим для:

- виробництва комбікормів;
- змішування компонентів;
- фасування продуктів;
- подачі сировини в апарати;
- приготування рецептурних сумішей;

- нормованого внесення добавок.

1.4. Основні визначення

Для правильного розуміння теми необхідно ввести ключові терміни.

Мийна машина - це технічний пристрій або комплекс пристроїв, призначений для очищення поверхні сировини, тари або обладнання шляхом дії води, мийного розчину, повітря, щіток, струменів або інших засобів.

Мийний агент - це середовище або речовина, що забезпечує процес очищення. Ним може бути вода, вода з мийними добавками, дезінфікуючий розчин, пароводяна суміш.

Дозатор - це машина або пристрій, призначений для відмірювання заданої кількості матеріалу за масою, об'ємом, кількістю одиниць або часом подачі.

Похибка дозування - це відхилення фактичної дози від заданого значення.

Продуктивність машини - кількість сировини, тари чи продукту, що проходить обробку за одиницю часу.

Інтенсивність миття характеризує активність впливу мийного середовища на поверхню об'єкта очищення.

1.5. Основні показники роботи мийного обладнання

Робота обладнання для миття оцінюється за кількома основними показниками:

1. Якість миття: Це головний показник, який відображає ступінь очищення поверхні від забруднень.

Він може оцінюватися:

- візуально;

- санітарно-мікробіологічно;
- за масою залишкових забруднень;
- за відсотком очищеної поверхні.

2. Продуктивність: Кількість сировини або одиниць тари, оброблених за одиницю часу: кг/год; т/год; шт/год; м²/год.

3. Витрата води: Важливий показник, що характеризує раціональність використання водних ресурсів.

4. Енергоємність: Питома витрата енергії на одиницю обробленого матеріалу.

5. Тривалість миття: Час перебування продукту або тари в зоні очищення.

6. Ступінь пошкодження сировини: Особливо важливий для плодів, овочів, ягід, насіннєвого матеріалу.

7. Санітарна ефективність: Оцінює зменшення бактеріального та біологічного забруднення після миття.

1.6. Основні показники роботи дозувального обладнання Для дозаторів основними показниками є (табл.4.1):

1. Точність дозування: Один із найважливіших показників, який визначає якість роботи дозатора.

2. Продуктивність: Кількість доз, маса або об'єм продукту, що подається за одиницю часу.

3. Межі дозування: Мінімальна і максимальна величина дози, яку може забезпечити пристрій.

4. Стабільність роботи: Здатність підтримувати однакові параметри дозування протягом тривалого часу.

5. Чутливість до властивостей матеріалу: Вологість, сипкість, гранулометричний склад, липкість, текучість можуть суттєво впливати на точність дозування.

6. Надійність: Стійкість до відмов і збереження параметрів при експлуатації.

Таблиця 4.1 – Показники мийного і дозувального обладнання

Група обладнання	Показник	Зміст показника
Мийне	Якість миття	Ступінь видалення забруднень
Мийне	Продуктивність	Обсяг обробки за одиницю часу
Мийне	Витрата води	Кількість води на одиницю продукції
Мийне	Тривалість миття	Час перебування у мийній зоні
Мийне	Санітарна ефективність	Зниження мікробного забруднення
Дозувальне	Точність дозування	Відхилення фактичної дози
Дозувальне	Продуктивність	Кількість доз або маса за одиницю часу
Дозувальне	Межі дозування	Діапазон регульованих доз
Дозувальне	Стабільність	Повторюваність результату дозування

1.7. Класифікація обладнання для миття

Обладнання для миття класифікують за кількома ознаками (рис.4.1).

За об'єктом миття:

- для рослинної сировини;

- для коренеплодів;
- для плодів та овочів;
- для ягід;
- для скляної тари;
- для металевої тари;
- для полімерної тари;
- для технологічних ємностей.

За способом дії:

- замочувальні;
- душові;
- щіткові;
- барабанні;
- лопатеві;
- вібраційні;
- струминні;
- комбіновані.

За характером процесу:

- періодичної дії;
- безперервної дії.

За типом мийного середовища:

- водяні;
- пароводяні;
- з мийними розчинами;
- з дезінфікуючими засобами.

1.8. Класифікація дозувального обладнання

За фізичною ознакою дози:

- вагові;
- об'ємні;

- штучні;
- часові.

За видом продукту:

- для сипких матеріалів;
- для рідин;
- для пастоподібних мас;
- універсальні.

За режимом роботи:

- періодичної дії;
- безперервної дії.

За способом керування:

- ручні;
- механізовані;
- автоматичні;
- автоматизовані.

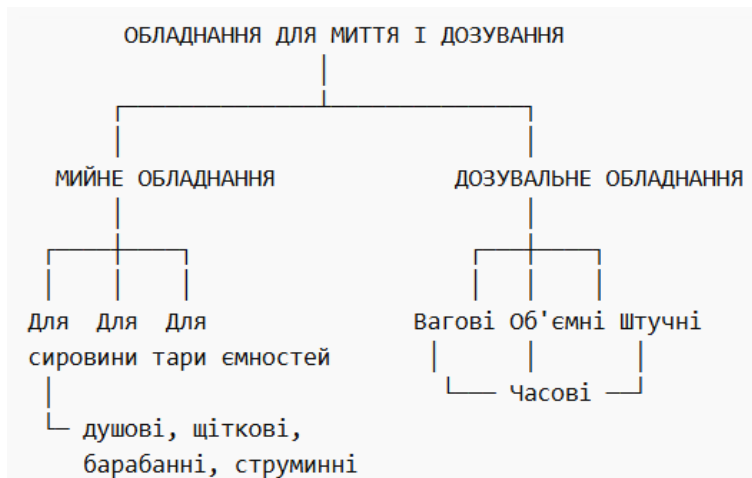


Рис.4.1. Класифікація обладнання для миття і дозування

2. Основні параметри та їх розрахунки

2.1. Основні параметри мийного обладнання

Для мийного обладнання основними розрахунковими параметрами є:

- продуктивність;
- швидкість подачі;
- тривалість миття;
- витрата води;
- тиск у форсунках;
- кількість мийних зон;
- довжина робочої камери;
- потужність приводу;
- температура мийного середовища.

2.2. Продуктивність мийної машини

Продуктивність визначають як кількість продукту або одиниць тари, що проходять через машину за одиницю часу.

Для сировини:

$$Q = \frac{m}{t}, \quad (4.1)$$

де: Q - продуктивність, кг/год або т/год; m - маса обробленої сировини, кг або т; t - час роботи, год.

Для тари:

$$Q = \frac{n}{t}, \quad (4.2)$$

де: Q - продуктивність, шт/год; n - кількість вимитих одиниць тари; t - час, год.

2.3. Тривалість миття

Тривалість миття є одним із головних параметрів, оскільки від неї залежить якість очищення.

$$\tau = \frac{L}{v}, \quad (4.3)$$

де: τ - тривалість перебування продукту у мийній зоні, с; L - довжина робочої ділянки машини, м; v - швидкість переміщення продукту або транспортуючого органа, м/с.

Чим довший шлях та менша швидкість, тим більший час впливу мийного середовища.

2.4. Витрата води на миття

Витрата води визначається кількістю води, що подається на одиницю часу або на одиницю продукції.

$$G_v = \frac{V}{t}, \quad (4.4)$$

де: G_v - витрата води, м³/год або л/хв; V - об'єм використаної води, м³ або л; t - час, год або хв.

Питома витрата води:

$$g_v = \frac{V}{m}, \quad (4.5)$$

де: g_v – витрата води на 1 кг або 1 т сировини.

2.5. Потужність приводу мийної машини

Приблизний розрахунок потужності приводу може враховувати витрати енергії на:

- переміщення продукту;
- обертання робочих органів;
- циркуляцію води;
- подолання гідравлічного опору.

Загально:

$$N = \frac{A}{t}, \quad (4.6)$$

де: N - потужність, Вт або кВт; A - виконана робота, Дж; t - час, с.

У реальних машинах потужність визначається за сумарним навантаженням двигунів приводу, насосів, транспортерів, щіток, мішалок тощо.

2.6. Основні параметри дозаторів

Для дозаторів головними параметрами є:

- величина дози;
- точність дозування;
- продуктивність;
- швидкість подачі;
- частота циклів;
- об'єм мірної камери;
- чутливість до властивостей продукту;
- потужність приводу.

2.7. Продуктивність дозатора

Для дозаторів періодичної дії:

$$Q = q \cdot n, \quad (4.7)$$

де: Q - продуктивність, кг/год, л/год або шт/год; q - маса, об'єм або кількість в одній дозі; n - кількість циклів за годину.

Для безперервних дозаторів:

$$Q = \rho \cdot F \cdot v, \quad (4.8)$$

де: Q - масова продуктивність; ρ - густина або насипна густина продукту; F - площа поперечного перерізу потоку; v - швидкість руху продукту.

2.8. Похибка дозування

Похибка дозування визначається як відносне відхилення фактичної дози від заданої.

$$\delta = \frac{q_{\text{ф}} - q_{\text{з}}}{q_{\text{з}}} \cdot 100\%, \quad (4.9)$$

де: δ - похибка дозування, %; $q_{\text{ф}}$ - фактична доза; $q_{\text{з}}$ - задана доза.

У багатьох технологічних процесах допускаються лише невеликі відхилення, особливо якщо мова йде про дорогі добавки, премікси, рідкі компоненти чи рецептурні суміші.

2.9. Об'ємна подача рідин

Для рідин продуктивність дозатора може визначатися:

$$Q = \frac{V}{t}, \quad (4.10)$$

де: Q - об'ємна продуктивність, л/год або м³/год; V - об'єм поданої рідини; t - час подачі.

Алгоритм розрахунку параметрів мийної та дозувальної машини представлений на рис.4.2.

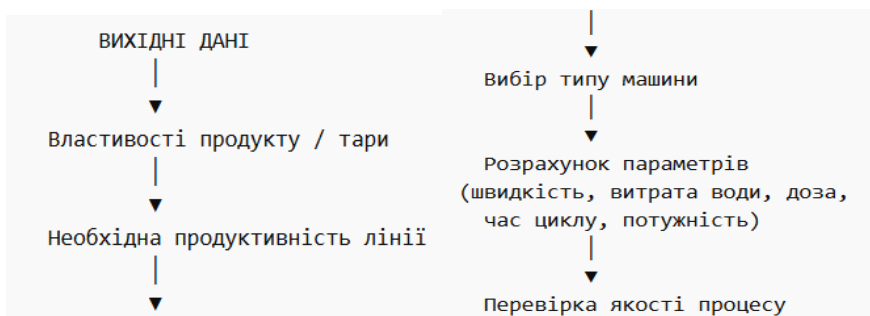


Рис.4.2. Алгоритм розрахунку параметрів мийної та дозувальної машини

3. Сервіс та експлуатація

3.1. Значення правильної експлуатації

Ефективність роботи мийного і дозувального обладнання суттєво залежить від умов експлуатації. Навіть технічно досконала машина не забезпечить потрібної якості процесу, якщо:

- неправильно підібрано режим;
- не виконується очищення;
- не дотримується регламент технічного обслуговування;
- не проводиться калібрування дозаторів;
- не контролюється санітарний стан.

Правильна експлуатація забезпечує:

- стабільну якість миття або дозування;
- надійність роботи;
- довговічність обладнання;
- зниження аварійності;
- економне використання ресурсів.

3.2. Основні вимоги до сервісу мийного обладнання

Сервіс мийних машин включає:

- щоденне очищення робочих камер;
- перевірку форсунок і систем подачі води;
- контроль герметичності трубопроводів;
- очищення фільтрів;
- контроль роботи насосів;
- перевірку стану щіток, барабанів, транспортерів;
- огляд приводів і редукторів;
- запобігання корозії;
- санітарну обробку.

Особливу увагу приділяють:

- відкладенням солей;
- засміченню форсунок;
- зношуванню гумових і полімерних деталей;
- бактеріальному забрудненню важкодоступних зон.

3.3. Основні вимоги до сервісу дозаторів

Для дозувального обладнання критично важливими є:

- періодична перевірка точності;
- калібрування;
- очищення мірних камер;
- перевірка датчиків;
- контроль зношування робочих органів;
- перевірка систем автоматики;
- попередження зависання і злежування продукту;
- захист від перевантажень.

Для вагових дозаторів необхідна систематична перевірка:

- тензодатчиків;
- нульового положення;
- стійкості сигналу;
- правильності калібрування.

3.4. Типові несправності мийного обладнання

До найпоширеніших несправностей належать:

- зниження тиску води;
- засмічення форсунок;
- нерівномірність миття;
- підтікання;
- знос щіток;

- зниження швидкості транспортерів;
- корозія елементів;
- накопичення бруду у ваннах;
- порушення санітарного режиму.

3.5. Типові несправності дозувального обладнання

Характерні проблеми:

- неточність дозування;
- нестабільність циклів;
- зависання продукту;
- знос шнеків або мірних вузлів;
- засмічення клапанів;
- похибки датчиків;
- порушення синхронізації з фасувальною лінією;
- відхилення через зміну вологості або сипкості продукту.

Типові несправності та заходи усунення представлено в табл.4.3, а схема сервісу обладнання на рис.4.3.

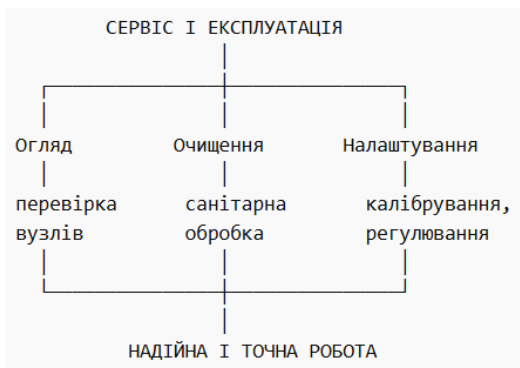


Рис. 4.3. Система сервісу обладнання

Таблиця 4.3 – Типові несправності та заходи усунення

Обладнання	Несправність	Можлива причина	Заходи усунення
Мийне	Слабке миття	низький тиск, засмічення форсунок	очищення форсунок, перевірка насоса
Мийне	Надмірна витрата води	розгерметизація, неправильне регулювання	перевірка трубопроводів, налаштування
Мийне	Пошкодження сировини	надмірна швидкість, агресивний режим	зменшення інтенсивності миття
Дозувальне	Велика похибка	неправильне калібрування	повторне налаштування
Дозувальне	Нерівномірна подача	зависання продукту	вібрація бункера, зміна конструкції живильника
Дозувальне	Збій автоматики	пошкодження датчиків	діагностика та заміна елементів

3.6. Санітарні вимоги

Оскільки мийне та дозувальне обладнання часто контактує з харчовою сировиною, воно повинно:

- легко очищатися;
- не мати застійних зон;
- бути виготовленим із матеріалів, дозволених для контакту з продуктом;

- мати гладкі поверхні;
- допускати миття і дезінфекцію;
- виключати вторинне забруднення.

3.7. Вимоги безпеки

Під час експлуатації необхідно:

- огорожувати рухомі частини;
- захищати електрообладнання від вологи;
- забезпечувати заземлення;
- контролювати тиск у системах;
- виключати самовільний пуск;
- дотримуватися правил роботи з мийними реагентами;
- контролювати герметичність систем дозування рідин.

4. Технологічні схеми та компоновка обладнання

4.1. Місце мийного обладнання у технологічних лініях

Обладнання для миття може бути розміщене:

- на початку лінії;
- після первинного сортування;
- перед різанням чи подрібненням;
- перед фасуванням;
- у зоні санітарної підготовки тари.

У технологічній схемі миття повинно узгоджуватися з:

- прийманням сировини;
- транспортуванням;
- сортуванням;
- інспекцією;
- стіканням води;
- сушінням поверхні;

- подачею на подальшу переробку.

4.2. Місце дозаторів у технологічних схемах

Дозатори можуть встановлюватися:

- на ділянці підготовки компонентів;
- перед змішувачами;
- перед пакувальними машинами;
- у системах подачі рідких компонентів;
- у вузлах рецептурного приготування;
- на лініях фасування готової продукції.

Важливо, щоб дозатор:

- був синхронізований з іншими машинами;
- забезпечував потрібну точність;
- відповідав продуктивності всієї лінії.

4.3. Принципи компоновки обладнання

При компоновці обладнання враховують: послідовність операцій; напрямок руху продукту; мінімізацію зайвих перевантажень; зручність обслуговування; підведення води, пари, електроенергії; відведення стічних вод; доступ до сервісних зон; санітарне зонування; можливість автоматизації.

4.4. Технологічна схема миття рослинної сировини

Типова схема може включати:

1. Приймання сировини.
2. Попереднє очищення від грубих домішок.
3. Замочування або попереднє зволоження.
4. Основне миття.
5. Ополіскування.

6. Стікання води.
7. Інспекція.
8. Подальша переробка.

4.5. Технологічна схема миття тари

1. подача брудної тари.
2. Попереднє ополіскування.
3. Основне миття.
4. Обробка мийним розчином.
5. Повторне ополіскування.
6. Сушіння або стікання.
7. Контроль чистоти.
8. подача на наповнення.

4.6. Технологічна схема дозування

1. Приймання продукту або компонента.
2. Накопичення в бункері або резервуарі.
3. подача в дозатор.
4. Відмірювання дози.
5. Передача дози у змішувач або інший апарат.
6. Контроль точності.
7. Коригування параметрів при відхиленні.

Принципи компоновки мийного і дозувального обладнання представлені в табл.4.4.

Таблиця 4.4 – Принципи компоновки мийного і дозувального обладнання

Послідовність операцій	Машини повинні бути розташовані за логікою технологічного процесу
Узгодження продуктивності	Усі вузли мають працювати без перевантаження і простоїв
Санітарія	Необхідно виключити перехресне забруднення
Сервіс	Забезпечити доступ до огляду, миття, ремонту
Комунікації	Рациональне підведення води, електроенергії, стоків
Автоматизація	Можливість інтеграції датчиків і систем керування

4.7. Компоновка в цеху

У цеховому плануванні важливо: забезпечити прямоочність руху продукту; уникати зустрічних потоків; передбачати місця для накопичення; зменшувати довжину транспортних комунікацій; розділяти зони брудної і чистої тари; передбачати відведення брудної води; враховувати ергономіку для персоналу.

Питання для самоперевірки

1. Що називають миттям сировини і які його завдання?
2. Які види забруднень видаляються під час миття?
3. Що таке дозування і яке його значення у технологічному процесі?
4. Які показники характеризують мийне обладнання?
5. Які показники характеризують дозувальне обладнання?
6. Як визначають продуктивність мийної машини?

7. Як визначають похибку дозування?
8. Які основні види мийних машин застосовуються у переробній галузі?
9. Які фактори впливають на точність дозування?
10. Які вимоги пред'являються до сервісу та санітарної експлуатації мийного і дозувального обладнання?
11. Які принципи потрібно враховувати під час компоновки обладнання у технологічній лінії?
12. Де у виробничій схемі доцільно розміщувати мийні машини та дозатори?

Література:

1. Мирончук В. Г., Гулий І. С., Пушанко М. М., Орлов Л. О., Українець А. І., Лісовенко О. Т. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник. 2-ге вид., перероб. і доп. Вінниця: Нова книга, 2007. 642 с.
2. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум: навч. посіб. / за ред. І. Ф. Малежика. Київ: НУХТ, 2006. 223 с.
3. Богомолів О. В., Верешко Н. В., Сафонова О. М. та ін. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції: підручник. Харків: Еспада, 2008. 544 с.
4. Ялпачик В. Ф. та ін. Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції: лабораторний практикум. Мелітополь: ММД, 2015. 326 с.

Словник термінів

Технологічний процес - сукупність операцій, у результаті яких сировина перетворюється на готову продукцію або напівфабрикат.

Машина - технічний засіб, що виконує механічну роботу або технологічну операцію.

Апарат - пристрій, у якому відбуваються теплові, масообмінні, хімічні чи інші процеси.

Технологічна лінія - сукупність взаємопов'язаних машин і апаратів, що працюють у певній послідовності.

Автоматизація - застосування технічних засобів, які забезпечують виконання операцій без безпосередньої участі людини.

Енергоефективність - здатність забезпечувати необхідний результат за мінімальних витрат енергії.

Ресурсозбереження - комплекс заходів, спрямованих на раціональне використання сировини, енергії, води та інших ресурсів.

Продуктивність - кількість продукції, яку машина обробляє або переміщує за одиницю часу.

ККД - відношення корисної енергії до загальної витраченої енергії.

Надійність - здатність машини безвідмовно працювати упродовж заданого часу.

Класифікація машин - систематизація машин за певними ознаками з метою їх вивчення, порівняння та правильного вибору.

Підйомна машина - машина, призначена для вертикального або похилого переміщення вантажу із зміною рівня його розташування.

Транспортна машина - машина, призначена для переміщення вантажів, сировини або продукції у межах виробничого простору.

Вантажопідйомність - максимальна маса вантажу, яку допускається переміщувати машиною.

Норія - підйомно-транспортна машина безперервної дії для вертикального переміщення сипких матеріалів у ковшах.

Стрічковий транспортер - машина безперервної дії, у якій вантаж переміщується на стрічці.

Шнековий транспортер - машина, що переміщує матеріал за допомогою обертового гвинта.

Пневматичний транспорт - спосіб переміщення сипких матеріалів трубопроводами у потоці повітря.

Гравітаційний транспорт - переміщення матеріалу під дією сили тяжіння без активного приводу.

Миття сировини - процес очищення поверхні сировини від механічних, органічних та біологічних забруднень.

Миття тари - очищення внутрішніх і зовнішніх поверхонь тари від забруднень та залишків продукту.

Мийна машина - машина, призначена для очищення сировини, тари або обладнання.

Дозатор - пристрій або машина для точного відмірювання певної кількості матеріалу.

Похибка дозування - відносне відхилення фактичної дози від заданої.

Продуктивність - кількість продукції або одиниць тари, оброблених за одиницю часу.

Санітарна ефективність - ступінь зниження забрудненості після миття.

Компоновка обладнання - взаємне розміщення машин у виробничому просторі відповідно до технологічного процесу.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue 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.

[illegible]

ЗУБКО ВЛАДИСЛАВ МИКОЛАЙОВИЧ
ХАРЧЕНКО СЕРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ
ХАРЧЕНКО ФАРІДА МАГОМЕДІВНА

МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

**Конспект лекцій
(Частина 1. Модуль 1)
для здобувачів 3 с.т. та 4. курсу освітньої програми
«Агроінженерія» денної та заочної форм здобуття освіти
ступеню вищої освіти «бакалавр»**

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

Підписано до друку: березень, 2026 р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж: 50 примірників Замовлення _____ Ум. друк. арк. 2.4
