

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

на тему:

**Розрахунок та ремонт вузла приводу трієра-куколевідбірника марки
БТХМ-2 для очистки зерна пшениці**

Виконав: студент IV курсу, групи МО-41,
спеціальності: 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

Баб'як В.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Кравець О.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Ворощук В.Я.

Завідувач кафедри

Вітенько Т.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2025

Анотація

Віктор Іванович Баб'як. Розрахунок та ремонт вузла приводу трієра-куколевідбірника марки БТХМ-2 для очистки зерна пшениці.

Виконано огляд сучасного обладнання для сортування дисперсних матеріалів, аналіз патентних матеріалів та літературних джерел.

Проведено розрахунок трієра марки БТХМ-2.

Розроблено технологі. виготовлення валу редуктора приводу трієра: обґрунтовано вибір заготовки; розроблено маршрут механічної обробки; здійснено вибір інструменту; виконано розрахунок режимів різання; проведено технічне нормування процесу; визначення кількості необхідного обладнання.

Розглянуто заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

					<i>КРБ 025.00.00.000 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Анотація		
Розроб.		Баб'як В.І.					
Перевір.		Кравець О.І.					
Н. контр.		Ворощук В.Я					
Затверд.		Вітенько Т.М			ТНТУ, каф. ОХ, гр. МО-41		

Зміст

Анотація	2
Вступ.....	5
Розділ 1. Огляд обладнання для сортування дисперсних матеріалів та визначення задач кваліфікаційної роботи	6
1.1. Огляд обладнання для сортування дисперсних матеріалів	6
1.2. Огляд конструкції циліндричного трієра	11
1.3. Аналіз патентних матеріалів та літературних джерел	13
1.4. Мета та задачі основні задачі роботи.....	17
Розділ 2. Обґрунтування конструкції трієра та розрахунки вузла приводу трієра-куколевідбірника марки БТХМ-2	18
2.1. Розрахунок трієра.....	18
2.1.1. Вихідні дані для розрахунку.....	18
2.1.2. Розрахунок параметрів трієра.....	18
2.1.3. Розрахунок транспортуючого шнека	20
2.1.4. Підбір електродвигуна	22
2.1.5. Кінематичний розрахунок приводу	22
2.2. Визначення оптимального місця розташування приймального жолоба.....	26
2.3. Висновки до розділу	31
Розділ 3. Технологічна частина	33
3.1. Розроблення технологічної документації на проведення ремонту.....	33
3.2. Дефектування та сортування	37

					КРБ 025.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Баб'як В.І.			Зміст				
Перевір.		Кравець О.І.							
Н. контр.		Ворожук В.Я							
Затверд.		Вітенько Т.М							
					Літ.	Арк.	Акрушів		
					ТНТУ, каф. ОХ, гр. МО-41				

3.3. Аналіз технічних умов роботи вала	39
3.4. Розроблення технології виготовлення вала.....	41
3.4.1. Вибір заготовки.....	41
3.4.2. Розроблення маршруту механічної обробки.....	48
3.4.3. Вибір інструменту.....	50
3.4.4. Розрахунок режимів різання.....	51
3.4.5. Вибір обладнання.....	55
3.4.6. Технічне нормування процесу. Визначення числа обладнання.....	59
Розділ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	64
4.1. Аналіз умов праці при обслуговуванні обладнання для сортування зерна.....	64
4.2. Заходи забезпечення безпеки на підприємствах харчової галузі в умовах надзвичайної ситуації.....	65
4.3. Стійкість підприємства в умовах виникнення надзвичайних ситуацій	66
Загальні висновки.....	68
Перелік посилань.....	69
Додатки.....	73
Специфікації	80

					КРБ 025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Актуальність теми. В умовах інтеграції у світовий ринок агропродукції необхідно відповідати міжнародним стандартам. Тому обладнання для сортування зерна має відповідати вимогам високої точності калібрування.

Сортування за довжиною дозволяє ефективно видаляти домішки та зерна з аномальними розмірами, що покращує посівні та харчові якості продукції. Особливо це важливо для насіннєвого матеріалу, де розмір зерна впливає на рівномірність проростання.

Використання автоматизованих трієрів і сепараторів скорочує ручну працю, підвищує продуктивність і зменшує втрати зерна під час обробки. Також покращення якості зерна без значного підвищення собівартості дає змогу агровиробникам отримувати більший прибуток і підвищувати конкурентоспроможність продукції. Крім цього ефективне сортування дозволяє зменшити кількість відходів і забезпечити повніше використання врожаю.

Об'єкт та предмет розробки. Об'єктом розробки є трієр-куколевідбірник марки БТХМ-2 загалом та його привід зокрема. Предметом розробки є параметри трієра та технологічний процес виготовлення вала редуктора вузла приводу.

					КРБ 025.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Баб'як В.І.			Вступ			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кравець О.І.								
Н. контр.		Ворощук В.Я						ТНТУ, каф. ОХ, гр. МО-41		
Затверд.		Вітенько Т.М								

Розділ 1. Огляд обладнання для сортування дисперсних матеріалів та визначення задач кваліфікаційної роботи

1.1. Огляд обладнання для сортування дисперсних матеріалів

Сортування дисперсних матеріалів є важливим етапом у багатьох галузях: гірничодобувній, харчовій, хімічній, будівельній тощо. Нижче подано основні типи обладнання, що використовуються для реалізації цієї мети:

Ситові класифікатори (рис. 1.1 і 1.2). Принцип роботи полягає у тому, що матеріал пропускається через сита з отворами певного розміру. Частинки, що менші за отвори, проходять крізь сито а більші залишаються зверху.

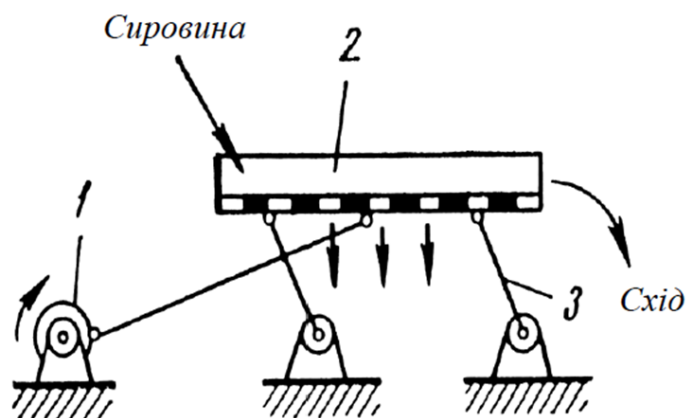


Рисунок 1.1. Схема ситового просіювача з поступальним рухом

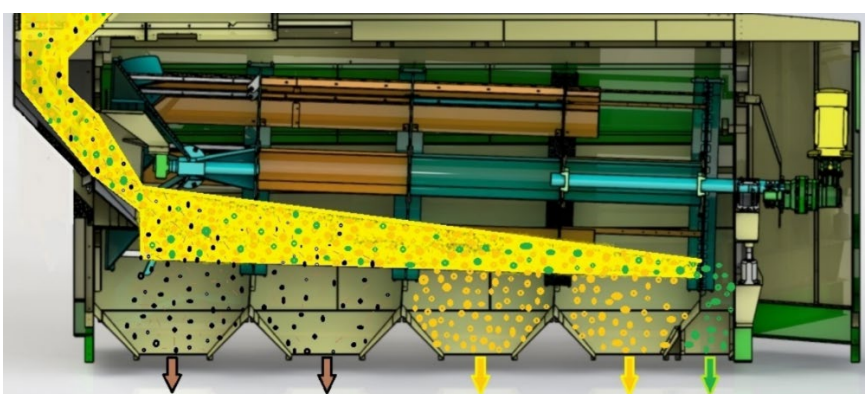


Рисунок 1.2. Схема ситової машини для просіювання з поступальним рухом

					КРБ 025.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Баб'як В.І.			Розділ. 1. Огляд обладнання для сортування дисперсних матеріалів та визначення задач кваліфікаційної роботи	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Кравець О.І.							
						ТНТУ, каф. ОХ, гр. МО-41			
Н. контр.		Ворожук В.Я							
Затверд.		Вітенько Т.М							

Існують наступні види сит:

- Вібраційні сита – найпоширеніший тип, оснащені вібраторами для покращення просіювання.
- Гіраційні (коливальні) сита – що обертаються або здійснюють кругові рухи.
- Планетарні сита – використовують складну траєкторію руху, ефективні для дрібних фракцій.

До їх переваг можна віднести: простоту, ефективність, низьке енергоспоживання. Але є також і недоліки: засмічення отворів, обмеження за формою частинок.

Аеродинамічні сепаратори (рис. 1.3).

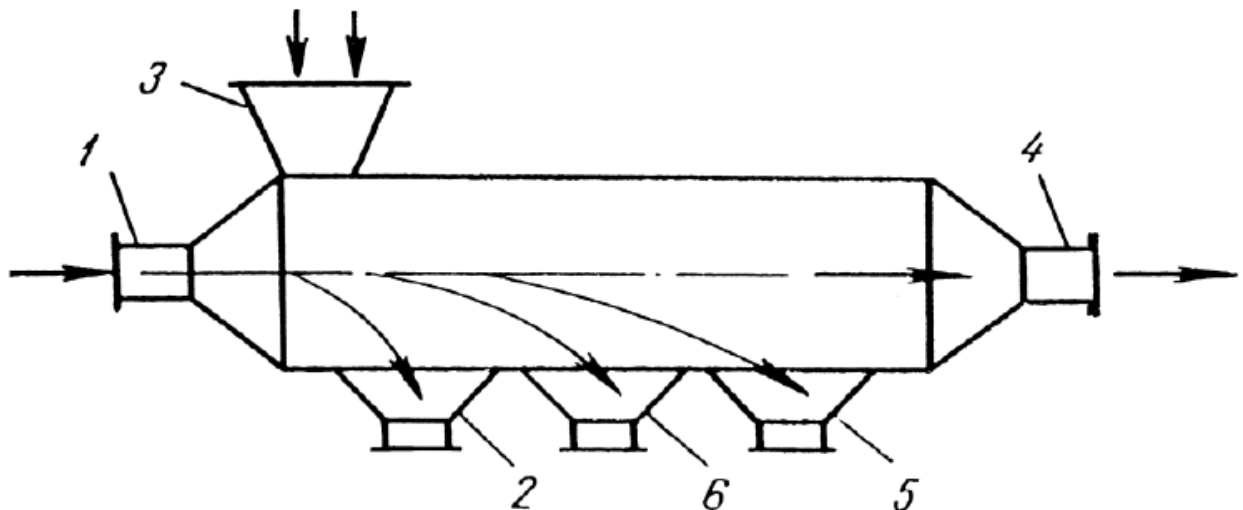


Рисунок 1.3 Схема аеродинамічного сепаратора (віялки)

У них сортування здійснюється за допомогою повітряного потоку, в якому поділяються частинки за масою або аеродинамічними властивостями.

Існують наступні типи аеродинамічних сепараторів:

- циклонні сепаратори;
- класифікатори з регульованим повітряним потоком;

Турбулентні сепаратори Їх переваги це безконтактне сортування, вони підходять для дрібнодисперсних матеріалів. Їх недоліки: вимагають джерела повітря, можуть створювати пил.

Ще одним типом обладнання є гідравлічні класифікатори. Їх принцип роботи: частинки розділяються у водному середовищі за щільністю або швидкістю осідання. До них відносяться гідроциклони та спеціальні седиментаційні резервуари (рис. 1.4.).

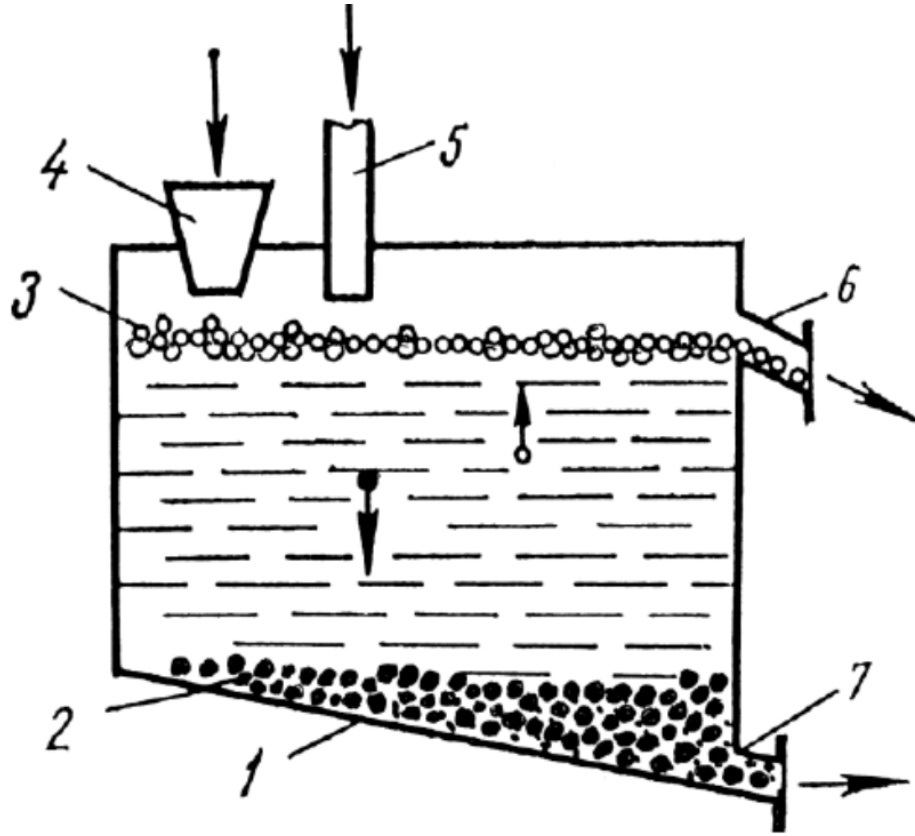


Рисунок 1.4. Відстійник

Також використовуються струменеві класифікатори.

Вони застосовуються у гірничій промисловості, при очищення піску та збагачення руд.

Їх перевагою є висока точність при поділі за густиною. А до недоліків можна віднести потребу у воді та утворення відходів.

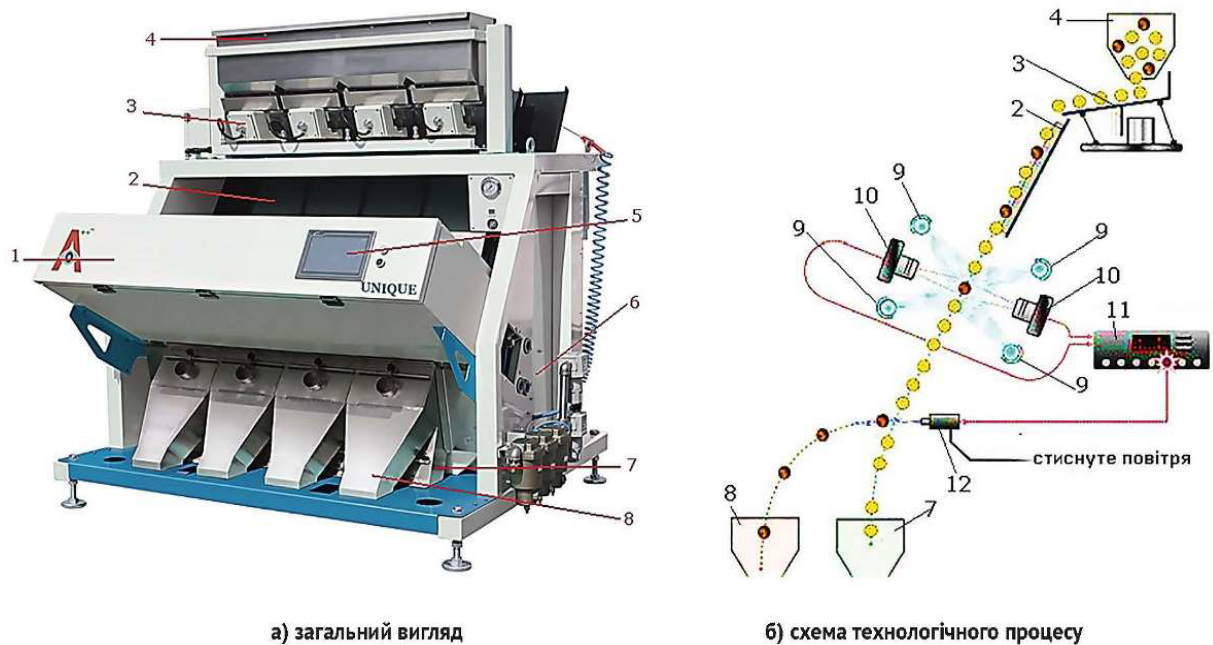
Магнітні та електростатичні сепаратори. В них проводять розділення матеріалу за електромагнітними властивостями. До таких машин відносяться:

- барабанні магнітні сепаратори;
- роликові електростатичні сепаратори

Ці сепаратори застосовуються для вилучення металевих домішок, очищення сировини.

Їх перевагою є селективність. А до недоліків можна віднести вузьку спеціалізацію та чутливість до вологості.

Що одним видом машин для сортування є оптичні сортувальники (рис. 1.5).



1) передній оптико-електронний відсік сортувальної камери; 2) жолоб подачі зернового матеріалу; 3) вібратор; 4) приймальний бункер; 5) сенсорний екран; 6) задній оптико-електронний відсік сортувальної камери; 7) патрубок виведення чистого зерна; 8) патрубок виведення відходів; 9) освітлювальна лампа; 10) сенсорна відеокамера; 11) процесор; 12) ежектор

Рисунок 1.5. Машина для оптичного сортування

У них використовуються камери та сенсори для розпізнавання кольору, форми чи матеріалу, після чого за допомогою повітряного струменя або механічного відсікача здійснюється сортування.

Їх сфера застосування: харчова промисловість, переробка пластику, зернові культури.

До переваги даного обладнання відноситься висока точність та високий рівень автоматизації процесу. Проте дані машини є дорогавартісними та складними у обслуговуванні.

Центрифуги (для дрібнодисперсних суспензій). У них відцентрова сила розділяє частинки за густиною та розміром. Центрифуги застосовуються у фармацевтиці, хімічній промисловості, очищенні стічних вод.

Їх перевагою є ефективне розділення в рідкому середовищі а недоліком є висока енергоємність.

Вибір обладнання для сортування дисперсних матеріалів залежить від таких факторів як тип матеріалів (розмір, форма, густина, вологість) необхідна точність сортування, продуктивність).

Таблиця 1.1. Порівняння різних типів обладнання для сортування

Тип обладнання	Принцип сортування	Переваги	Недоліки	Типові галузі застосування	Тип обладнання	Принцип сортування
Ситові класифікатори	За розміром частинок (механічне просіювання)	Простота, невелика вартість, висока продуктивність	Засмічення отворів, обмеження за формою частинок	Гірничодобувна, будівельна, аграрна	Ситові класифікатори	За розміром частинок (механічне просіювання)
Аеродинамічні сепаратори	За масою та формою частинок у повітряному потоці	Безконтактність, придатні для дрібнодисперсних матеріалів	Пилоутворення, енерговитрати на повітря	Харчова, цементна, фармацевтична	Аеродинамічні сепаратори	За масою та формою частинок у повітряному потоці
Гідравлічні класифікатори	За густиною або швидкістю осідання у воді	Висока точність, ефективність при збагаченні	Необхідність води, складне очищення після процесу	Гірничодобувна, будівельна	Гідравлічні класифікатори	За густиною або швидкістю осідання у воді
Магнітні сепаратори	За магнітними властивостями	Висока ефективність для металовмісних домішок	Обмежене застосування (лише магнітні матеріали)	Металургія, переробка сировини	Магнітні сепаратори	За магнітними властивостями

Електро- статичні сепаратор и	За електрич ною провідніс тю	Точне розділення мінералів або полімерів	Чутливіс ть до вологості, необхідніс ть сухої суміші	Видобуток корисних копалин, полімерна промислов ість	Електро- статичні сепаратор и	За електрич ною провідніс тю
--	--	--	---	---	--	--

1.2. Огляд конструкції циліндричного трієра

Трієр — це спеціалізована зерноочисна машина, призначена для сортування і очищення зернових матеріалів за довжиною зерен. Він широко використовується на елеваторах, у млинарстві, насіннєвому виробництві та комбікормовій промисловості. Основний принцип дії трієра ґрунтується на відборі зерен з різною довжиною шляхом утримання їх у спеціальних вичерпуючих гніздах на внутрішній поверхні обертового циліндра (трієрного барабана).

В процесі роботи трієра зернова суміш надходить у внутрішню частину обертового циліндра, поверхня якого містить овальні або круглі гнізда. Під час обертання барабана зерна, довжина яких відповідає розміру гнізд, потрапляють у ці заглиблення. Частинки з іншими розмірами не захоплюються й скочуються вниз. Гнізда з частинками піднімаються обертотим циліндром до певного рівня, де вони під дією сили тяжіння або щіток/скребків вивантажуються в приймальний жолоб.

Основна фракція (зерно, що не потрапило в гнізда) виходить в окремий вихідний отвір. Таким чином відбувається розділення за довжиною.

Циліндричний трієр працює за принципом розділення зернової суміші за довжиною частинок. Зерно подається всередину обертового металевих циліндра, на внутрішній поверхні якого розміщені спеціальні гнізда (виймки). Під час обертання барабана частинки зерна, довжина яких відповідає розміру гнізд, потрапляють у ці заглиблення. Надалі, у процесі обертання, ці зерна піднімаються разом із циліндром до певного рівня, де під дією сили тяжіння

або за допомогою спеціальних щіток вони випадають у збірний жолоб. Зерна, які не потрапили в гнізда (бо вони або довші, або коротші, залежно від типу трієра), скочуються по внутрішній поверхні циліндра та виводяться через окремий вихід. Таким чином відбувається ефективне сортування зерна за геометричними розмірами — зокрема, за довжиною.

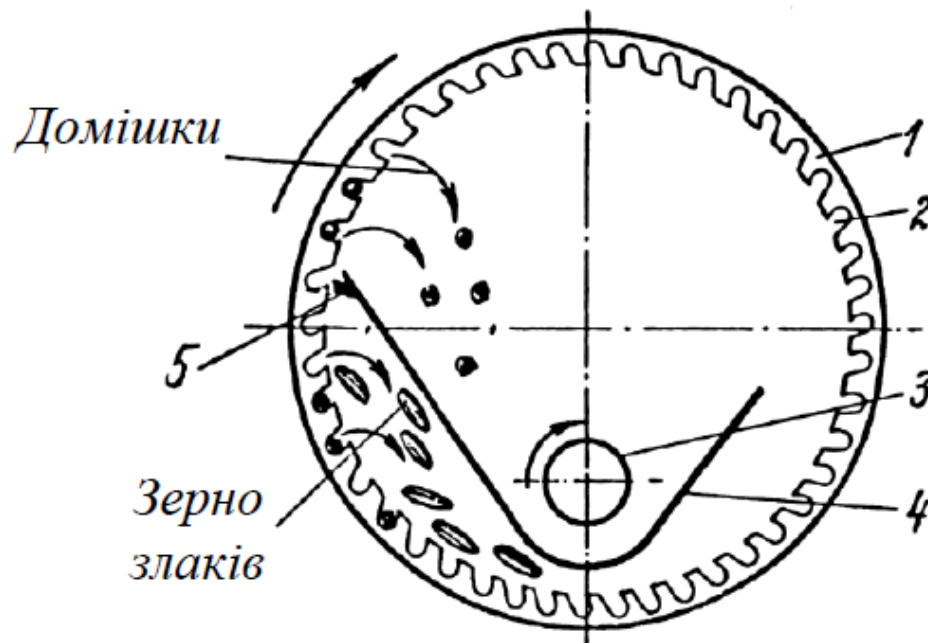


Рисунок 1.6. Трієр

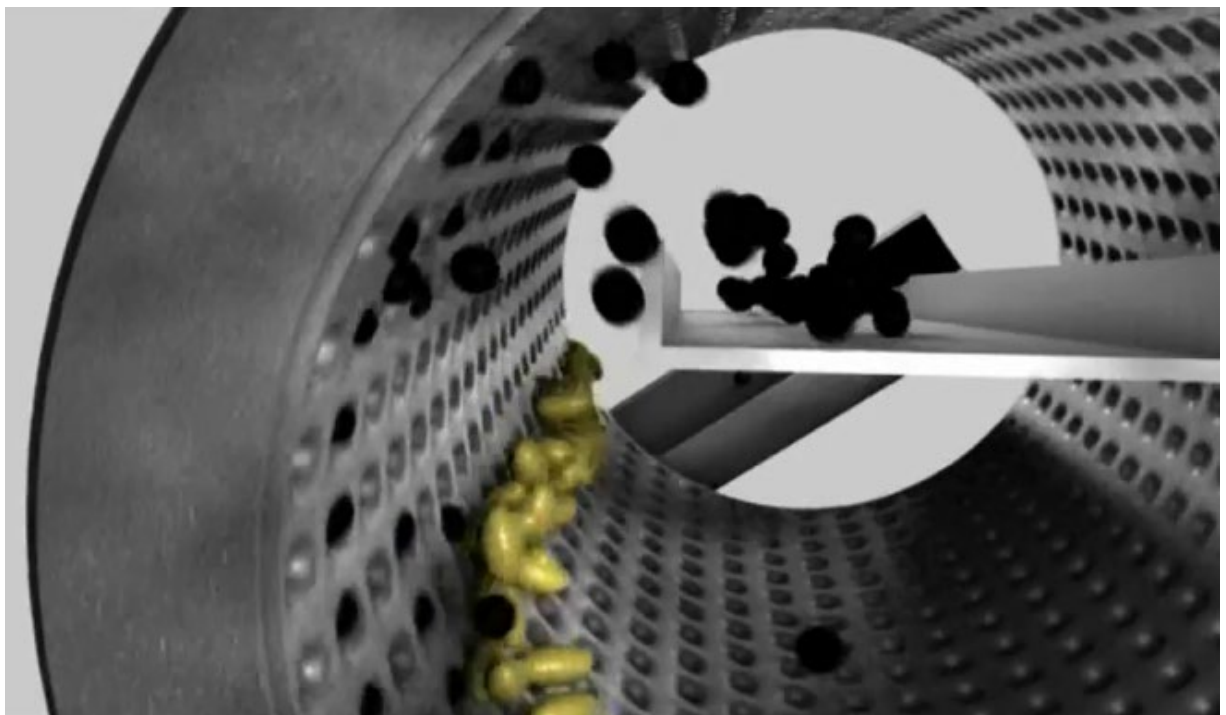


Рисунок 1.7. Сортування зерна в барабані трієра

Транспотруючий шнек трієра може бути розміщений концентрично відносно його осі або ексцентрично.

Частинки випадаючи із комірок рухаються по параболідальній траєкторії

Відстань польоту частинки у горизонтальній проекції можна визначити як:

$$2\alpha = \frac{\omega^2 \cdot R^2}{g} \sin 2\alpha.$$

де R – радіус циліндра, м;
 α - кут підйому зерна в комірці
 ω – кутова швидкість циліндра.

Відстань польоту зерна у вертикальній проекції:

$$b = \frac{\omega^2 \cdot R^2}{2g} \cos^2 \alpha = \frac{\omega^2 \cdot R^2}{2g} \sin^2 \beta.$$

де $\beta = 90 - \alpha$ - кут випадання;

$$\alpha = \varphi + \arcsin(K \cos \varphi),$$

де K – коефіцієнт кінематичного режиму;
 φ – кут тертя.

1.3. Аналіз патентних матеріалів та літературних джерел

Огляд патентів, що стосуються трієрів для сортування зерна за довжиною, демонструє еволюцію технологій у цій галузі. Нижче наведено деякі ключові патенти та розробки, які вплинули на розвиток трієрів:

Німецький патент DE4420071C2 описує пристрій для розділення сипких матеріалів, зокрема зерна, за допомогою комбінації циліндричних сепараторів. Пристрій складається з циліндра для відбору круглих зерен, циліндра для відбору довгих зерен та пристрою попереднього сортування (дискового сепаратора)

Ці компоненти можуть бути з'єднані паралельно або послідовно, що дозволяє гнучко налаштовувати процес сортування залежно від характеристик зернової суміші.

Український патент №78533U (рис. 1.8.) спрямований на інтенсифікацію технологічного процесу очищення зерна. Особливу увагу приділено зоні лотка-інтенсифікатора та циліндричного решета, що дозволяє покращити ефективність сортування та зменшити травмування зерна під час обробки.

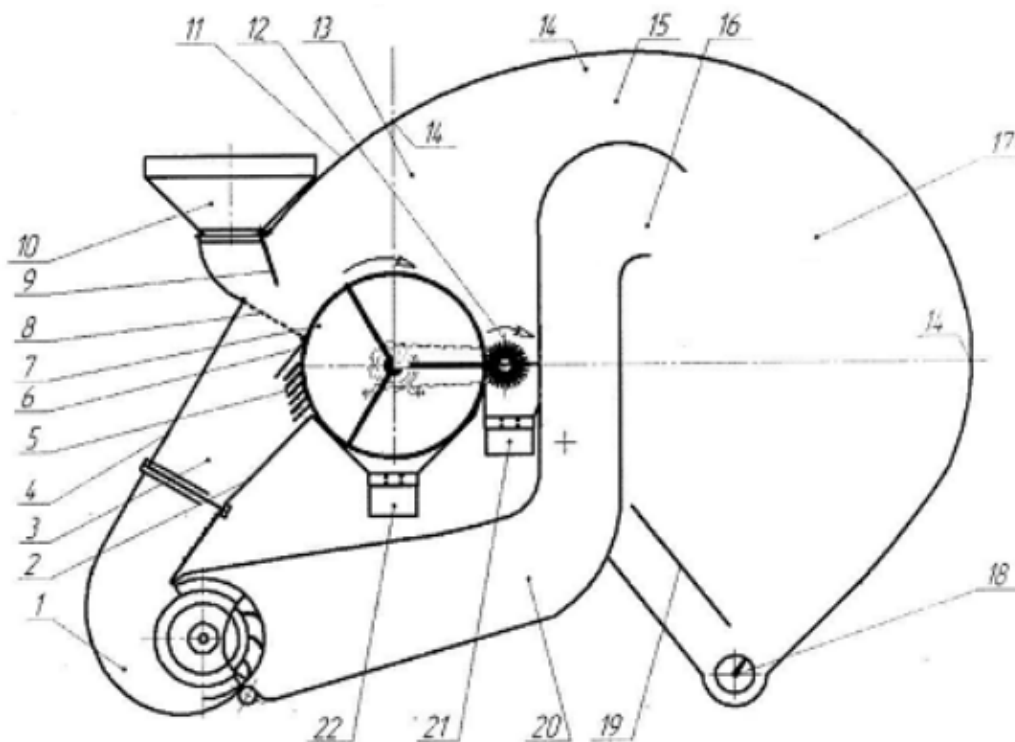


Рисунок 1.8.

Ультратрієрна установка марки UTR 401/4 (рис. 1.9.) Трієр UTR 401/4 (рис.1.9) призначена для сортування дисперсного матеріалу за довжиною

Основними елементами машини є станина, вузол завантаження, циліндр, жолоб із шнеком та вузол валу ударного валка.

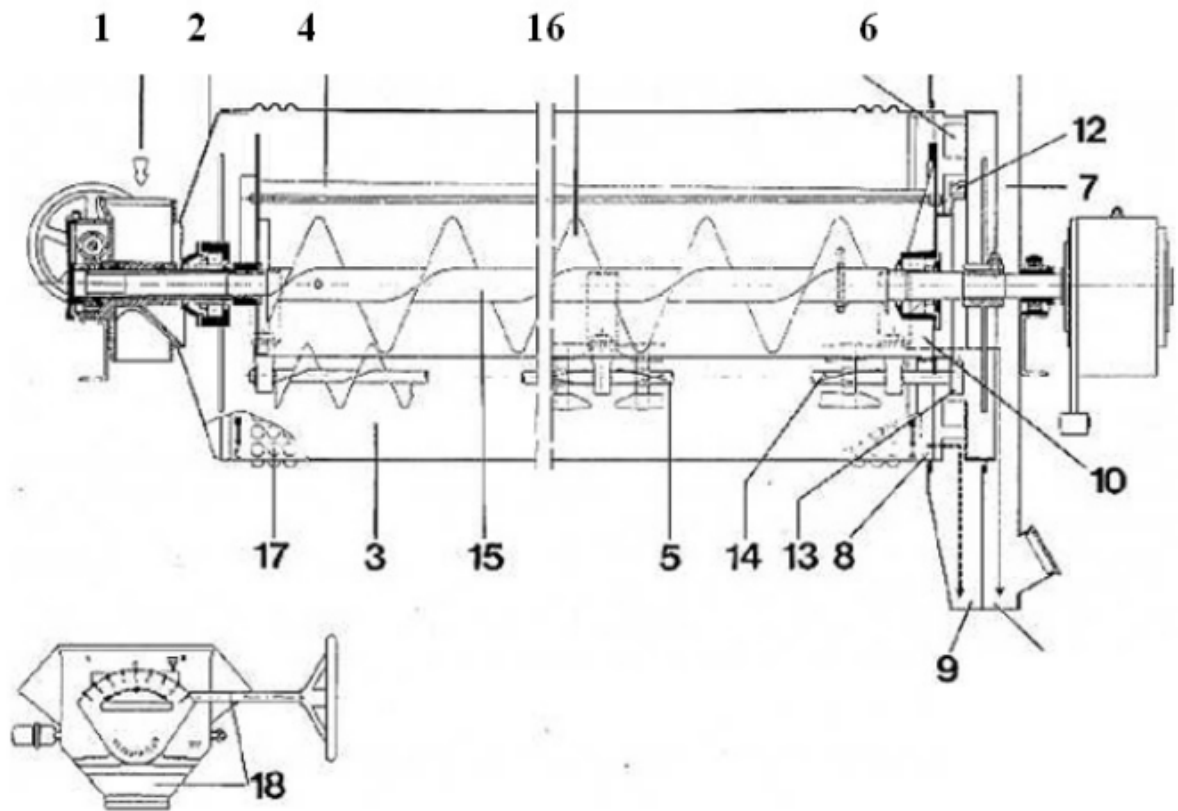


Рисунок 1.9. Ультратрієрна установка марки UTR 401/4

1 – впуск; 2 – зірочка впуску; 3 – циліндр трієра; 4 – жолоб трієра; 5 – ударний валок; 6 – зірочка випуску; 7 – кришка випуску; 8 – випуск циліндра трієра; 9 – підключення продукту оболонки; 10 – випуск жолоба; 11 – підключення жолобового продукту; 12 – зубчастий вінець; 13 – шестерня; 14 – вал ударного валка; 15 – серединний вал трієра; 16 – транспортувальний шнек; 17 – комірка трієра; 18 – впускний вузол.

Ударний валок приводиться в рух завдяки шестерні та зубчастого колеса, зі сторони завантаження вал оснащений транспортувальним шнеком, а з іншого боку - ударним валком

Також широкого поширення в промисловості отримали двохбарабанні трієри (рис. 1.10).



Рисунок 1.10 – Двохбарабанний трієр

Вони дозволяють забезпечувати двохступеневу очистку дисперного матеріалу. При цьому циліндри таких трієрів відрізняються між собою розмірами комірок, крім цього кожен із циліндрів обладнаний окремим приводом.

Машина Hyde 5XW-5 (рис. 1.10), яка використовується для сортування зерна за довжиною.



Рисунок 1.9. Машина Hyde 5XW-5 для сортування зерна за довжиною

Вона оснащена індентифікованими циліндрами для відбору коротких і довгих зерен, що дозволяє ефективно видаляти домішки та покращувати якість

кінцевого продукту. ([tradechina.com][3], [maoshengmachinery.en.made-in-china.com][4])

Огляд патентів та розробок в галузі трієрів для сортування зерна за довжиною демонструють постійне вдосконалення технологій з метою підвищення ефективності, точності та зменшення травмування зерна. Інновації включають комбінації різних типів сепараторів, оптимізацію конструкцій та впровадження нових матеріалів. Ці досягнення сприяють покращенню якості обробки зерна та задоволенню потреб сучасного аграрного виробництва.

1.4. Мета та задачі основні задачі роботи

Метою кваліфікаційної роботи є розрахунок трієра для очистки зерна та ремонт вузла приводу підвищення трієра.

Досягнення поставленої мети досягається шляхом вирішення наступних завдань:

- огляд обладнання для сортування дисперсних матеріалів;
- аналіз патентних матеріалів та літературних джерел;
- аналіз конструкції трієра для очистки зерна;
- обґрунтування конструкції і розрахунки трієра для зерна;
- розрахунок приводу трієра;
- розроблення заходів із ремонту вузла приводу підвищення трієра;
- розробити заходи із модернізації приймального жолоба барабанного трієра.
- розроблення заходів із охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуацій.

Розділ 2. Обґрунтування конструкції трієра та розрахунки вузла приводу трієра-куколевідбірника марки БТХМ-2

2.1. Розрахунок трієра

2.1.1. Вихідні дані для розрахунку

Розрахунки виконують відповідно до заданої продуктивності трієра Q . Важливими вхідними параметрами для цього є характеристика зернової суміші, зокрема вміст коротких і довгих зерен та їхні розміри. Крім того, для початку розрахунку необхідно знати значення так званого центрального кута A , який визначає місце перетину траєкторії частинки, що випадає з комірки, з верхньою межею зони випадання на поверхні циліндричного корпусу трієра.

Дані представлено в таблиці 1.

Таблиця 1. Вихідні дані для розрахунку

Культура	Продуктивність Q , кг/год	Частота домішок (довгих), %	Розмір комірок d , мм	A
Пшениці	800	8	10,0	– 35

2.1.2. Розрахунок параметрів трієра

Частка домішок:

$$q_k = \frac{b_k Q}{100 \cdot 3600}.$$

					<i>КРБ 025.00.00.000 ПЗ</i>						
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>							
<i>Розроб.</i>		<i>Баб'як В.І.</i>			Розділ 2. Обґрунтування конструкції трієра та розрахунки вузла приводу трієра- куколевідбірника марки БТХМ-2	<i>Літ.</i>		<i>Арк.</i>		<i>Акрушів</i>	
<i>Перевір.</i>		<i>Кравець О.І.</i>									
						<i>ТНТУ, каф. ОХ, гр. МО-41</i>					
<i>Н. контр.</i>		<i>Ворощук В.Я</i>									
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М</i>									

де Q – продуктивність машини, кг/год;

b_d – частка домішок, %.

Підставимо:

$$q_d = \frac{8 \cdot 800}{100 \cdot 3600} = 0,018 \text{ кг/с}$$

Число комірок залежить від діаметра комірки і відстані між двома сусідніми:

$$n = \frac{2 \cdot 10^6}{\sqrt{3}(d + \theta)^2}.$$

де θ – зазор між комірками, мм.

$$\theta = 0,47\sqrt{d}.$$

Одержимо:

$$\Theta = 0,47\sqrt{10} = 1,49 \text{ мм},$$

$$\Theta = 1,5 \text{ мм}.$$

Число комірок на 1 м.кв.:

$$n = \frac{2 \cdot 10^6}{\sqrt{3}(10 + 1.5)^2} = 8731$$

Розміри циліндра (діаметр та довжину) визначимо за формулою:

$$L^2 r = \frac{q_k 10^6}{c \gamma d^3 n \sqrt{kg}},$$

де:

$$c = 2,5 \cdot 10^{-2}, \text{ м}^{-3/2}$$

Насипна густина куکیлю: $0,7 \text{ г/см}^3$.

$$L^2 r = \frac{0,018 \cdot 10^6}{2,5 \cdot 10^{-2} \cdot 0,7 \cdot 10^3 8731 \sqrt{0,434 \cdot 9,8}} = 0,16 \text{ м}^3$$

Прийmemo діаметру циліндра 0,3 м.

Тепер:

$$L^2 0,3 = 0,16;$$

$$L^2 = 0,53;$$

$$L = 0,73 \text{ м.}$$

Число обертів циліндра трієра:

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{kg}{r}}.$$

$$n = \frac{30}{3,14} \sqrt{\frac{0,434 \cdot 9,8}{0,3}} = 35 \text{ об/хв}$$

2.1.3. Розрахунок транспоруючого шнека

Продуктивність шнека:

$$Q_{\text{ш}} = (S - s) \rho \cdot n \cdot l \cdot \rho \cdot 60,$$

де S - площа поверхні перерізу шнека, м²;

s - площа поверхні перерізу вала, м²;

ρ - крок шнекового конвеєра, м;

n - число обертів, об/хв;

l - коефіцієнт заповнення жолоба куколем (30%);

ρ_w - питома маса кукулю, кг/м³;

$$\rho_w = 700 \text{ кг/м}^3.$$

У цьому випадку продуктивність є заданою, оскільки відома частка зерна пшеници у вихідній суміші. Це дозволяє, виходячи з відповідного

виразу, визначити необхідну кількість обертів шнека трієра для досягнення заданої продуктивності очищення пшениці.

Перш ніж перейти до розрахунків, зупинимось на продуктивності шнека. Відомо, що загальна продуктивність трієра по вихідній суміші становить 800 кг/год, а частка довгих домішок — 8%. Виходячи з припущення, що інші домішки у суміші незначні, можна вважати, що продуктивність трієра по очищеній пшениці (а відповідно — і продуктивність шнека) дорівнює:

$$Q_{\text{ш}} = Q - Q \cdot 8\%$$

$$Q_{\text{ш}} = 800 - 800 \cdot 0.08 = 736 \text{ кг/год}$$

Площі поверхонь поперечного перерізу шнека і валу.

Шнека:

$$S = 3.14 \cdot D^2 / 4$$

$$S = 3.14 \cdot 0.08^2 / 4 = 0.005 \text{ м}^2;$$

Вала шнека:

$$S = 3.14 \cdot d^2 / 4$$

$$S = 3.14 \cdot 0.02^2 / 4 = 0.0003 \text{ м}^2;$$

Кількість обертів шнека:

$$n = \frac{Q_{\text{ш}}}{(S - s) \rho \cdot l \cdot \rho \cdot 60}$$

буде:

$$n = \frac{736}{(0.005 - 0.0003) 0.03 \cdot 0.3 \cdot 700 \cdot 60} = 125 \text{ об/хв}$$

Кількість обертів шнека, що дасть можливість забезпечити транспортування необхідної маси очищеного зерна пшениці становить 125 об/хв., що становить 2.1 с^{-1} .

2.1.4. Підбір електродвигуна

Обертний момент:

$$P_{\text{эд}}^{\text{тр}} = \frac{P_{\text{рв}}}{\eta_o}, \text{ Вт},$$

де $P_{\text{рв}} = T_{\text{рв}} \cdot \omega_{\text{рв}}, \text{ Вт}$ – потужність, Вт

$$\eta_o = \eta_m \cdot \eta_{\text{зк}} \cdot \eta_{\text{зцо}} - \text{ККД};$$

$$\omega_{\text{рв}} = \pi \cdot n / 30, \text{ } \tilde{\text{н}}^{-1} - \text{кутова швидкість обертання:}$$

$$\omega_{\text{рв}} = 3,14 \cdot 0,6 / 30 = 0,06$$

$$\eta_{\text{зцо}} = 0,95 - \text{ККД пасової передачі};$$

$$\eta_m = 1 - \text{ККД муфти};$$

$$\eta_{\text{зк}} = 0,97 - \text{ККД редуктора.}$$

$$P_{\text{рв}} = 9000 \cdot 0,06 = 565 \text{ Вт}$$

Обертний момент:

$$P_{\text{ед}}^{\text{тр}} = \frac{565}{1 \cdot 0,97 \cdot 0,95} = 613 \text{ Вт.}$$

Кількість обертів валу електродвигуна:

$$Dn_{\text{эд}} = 4,1 \cdot (6 \div 28) = 24,6 \div 115 \text{ об/хв.}$$

2.1.5. Кінематичний розрахунок приводу

К-ть обертання двигуна Д1:

$$n_1 = 115 \text{ об/хв.}$$

К-ть обертання циліндра:

$$n_2 = 35 \text{ об/хв.}$$

За потужності 613кВт та к-ть обертання 115об/хв беремо пас із січенням Б.

Передаточне відношення передачі, яка передає рух від електродвигуна до циліндра:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{115}{35} = 3,3 .$$

К-сть пасів 2. Потужність, для одного паса:

$$N_0 \geq \frac{P}{3} = \frac{612}{2} = 306 \text{ Вт.}$$

Із довідника беремо, що передаточному відношенню 3,3 та потужності $N_0=300\text{Вт}$ відповідає шків діаметром $d_1=30\text{мм}$.

Тепер діаметр більшого шківa буде:

$$d_2 = d_1 u (1 - \xi) = 30 \cdot 3,3 (1 - 0,02) = 97 \text{ мм.}$$

Візьмемо $d_2=100 \text{ мм}$. Дійсне передаточне числа:

$$i_d \geq \frac{d_2}{d_1} = \frac{97}{30} = 3,2$$

Дійсна частота циліндра:

$$n_2 \geq \frac{n_1}{i_d} = \frac{115}{3,2} = 36 \text{ хв}^{-1}$$

Відхилення:

$$\frac{36 - 35}{35} \cdot 100\% = 2,8\% ,$$

Перевірка міжосевої віддалі

Мінімальний зазор між шківaми повинен бути:

$$a_{\min} = 0,55(d_2 - d_1) + T_0.$$

Буде:

$$a_{\min} = 0,55(30 + 97) + 10,5 = 80,35 \text{ мм.}$$

$$a = 100 \text{ мм.}$$

Довжина обраного пасу:

$$L_p = \frac{2a + \pi(d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} =$$

$$= \frac{2 \cdot 100 + 3,14(97 + 30)}{2} + \frac{(97 - 30)^2}{4 \cdot 100} = 310 \text{ мм.}$$

Дійсна віддаль між осями:

$$a = \frac{2L - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2L - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} =$$

$$= \frac{2 \cdot 310 - 3,14(97 + 30) + \sqrt{[2 \cdot 310 - 3,14(97 + 30)]^2 - 8(97 - 30)^2}}{8}$$

$$= 105 \text{ мм.}$$

Кут обхвату шківа меншого діаметру:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 57 \frac{97 - 30}{105} = 132^\circ$$

Потужність для одного пасу:

$$N_p = N_o \cdot C_\alpha \cdot \frac{C_L}{C_p} = 3,5 \cdot 0,87 \cdot \frac{0,98}{1} = 2,98$$

де $C_\alpha = 0,95$;

$C_L = 0,98$.

$C_p = 1,00$.

Потрібність мінімальна кількість пасів:

$$z = \frac{N}{N_p} \cdot C_2 = \frac{600}{2,98} \cdot 0,95 = 2$$

Швидкість руху пасу:

$$v = \pi d_1 \cdot \frac{n_1}{60} = 3,14 \cdot 0,125 \cdot \frac{125}{60} = 0,8 \text{ м\с.}$$

Кількість обертів:

$$\vartheta = \frac{v}{L} = \frac{0,8}{1,8} \approx 0,44 \text{ с}^{-1},$$

Зусилля:

$$F_t = \frac{N}{t} = \frac{612}{0,8} = 765 \text{ Н.}$$

Сила на вал циліндра трієра:

$$F_b = 1,5 \cdot F_t \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 1,5 \cdot 1,68 \cdot \frac{\sin 132}{2} =$$

$$1,5 \cdot 1,68 \cdot 0,921 = 2,32 \text{ кН}$$

Привід транспортуючого шнека:

К-ть обертів двигуна Д2, від якого приводиться в рух шнек:

$$n_1 = 500 \text{ об/хв.}$$

К-ть обертів шнека:

$$n_2 = 125 \text{ об/хв.}$$

Передаточне відношення:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{500}{125} = 4 .$$

Візьмемо наступні значення діаметрів шківів:

- ведучий 30 мм
- ведений 120мм.

Мінімальна відстань між осями:

$$a_{\min} = 0,55(d_2 - d_1) + T_0.$$

$$a_{\min} = 0,55(30 + 120) + 10,5 = 93 \text{ мм.}$$

Візьмемо $a = 100 \text{ мм.}$

Довжина пасу:

$$L_p = \frac{2a + \pi(d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} =$$

$$= \frac{2 \cdot 100 + 3,14(120 + 30)}{2} + \frac{(120 - 30)^2}{4 \cdot 100} = 355 \text{ мм.}$$

Візьмемо $L = 360 \text{ мм.}$

Дійсна відстань між їх осями:

$$a = \frac{2L - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2L - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} =$$

$$= \frac{2 \cdot 100 - 3,14(120 + 30) + \sqrt{[2 \cdot 100 - 3,14(120 + 30)]^2 - 8(120 - 30)^2}}{8} \\ = 110 \text{ мм.}$$

Кут обхоплення:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 57 \frac{120 - 30}{320} = 162^\circ$$

Потужність:

$$N_p = N_o \cdot C_\alpha \cdot \frac{C_L}{C_p} = 3,5 \cdot 0,87 \cdot \frac{0,98}{1} = 2,98$$

2.2. Визначення оптимального місця розташування приймального жолоба

Для побудови траєкторії падіння одного зерна куколю достатньо визначити траєкторії чотирьох точок: а, b, с,е. Точка а характеризується мінімальною висотою на котру підніметься зерно при падінні в результаті дії сили інерції, яка для цієї точки буде переважати над силою земного тяжіння. Із цієї причини точка а розташовуватиметься на вершині параболи.

Координати точки "а" визначимо із системи рівнянь:

$$\begin{cases} x_a = \frac{\omega^2 r^2}{g} \sin \alpha_\epsilon \cos \alpha_\epsilon = \frac{kr}{2} \sin 2\alpha_\epsilon; \\ y_a = \frac{\omega^2 r^2}{2g} \cos^2 \alpha_\epsilon = \frac{kr}{2} \cos^2 \alpha_\epsilon. \end{cases}$$

де ω – кутова швидкість

$$\omega^2 r / g = k$$

$$\omega = \sqrt{gk/r} = \sqrt{9,8 \cdot 0,434/0,3} = 3,77$$

Координати точки а для зерна, яке випадає із комірки на нижній зоні випадання:

$$x_a = \frac{0,434 \cdot 0,15}{2} \sin(2 \cdot 25,7) = 0,025$$

$$y_a = \frac{0,434 \cdot 0,15}{2} \cos^2(25,7) = 0,026$$

Координати точка b визначимо із наступної системи:

$$x_b = 2x_a = 2 \cdot 0,051 = 0,05$$

$$y_b = 0.$$

Для нижньої зони випадання зерна:

$$x_c = r \sin \alpha_g (k \cos \alpha_g + \sqrt{k^2 \cos^2 \alpha_g + 2k \sin \alpha_g}).$$

$$y_c = -r \sin \alpha_g.$$

$$\begin{aligned} x_c &= 0,15 \sin(25,7) \left(0,434 \cdot \cos(25,7) \right. \\ &\quad \left. + \sqrt{0,434^2 \cdot \cos^2(25,7) + 2 \cdot 0,434 \cdot \sin(25,7)} \right) \\ &= 0,065(0,39 + 1,37) = 0,115 \\ y_c &= -0,15 \cdot \sin(25,7) = -0,065 \end{aligned}$$

Координати точки e для нижньої зони випадання обумовлені центральним кутом A. Його значення можна визначити так:

$$\begin{aligned} A &= \alpha_b - \arccos(1 - 2k \sin \alpha_b) = \\ &= 25,7 - \arccos(1 - 2 \cdot 0,434 \sin(25,7)) = \\ &= 25,7 - 51,8 = -26,1 \end{aligned}$$

Через отримані точки будуюмо траєкторію руху зерна (рис. 2.1.)

()

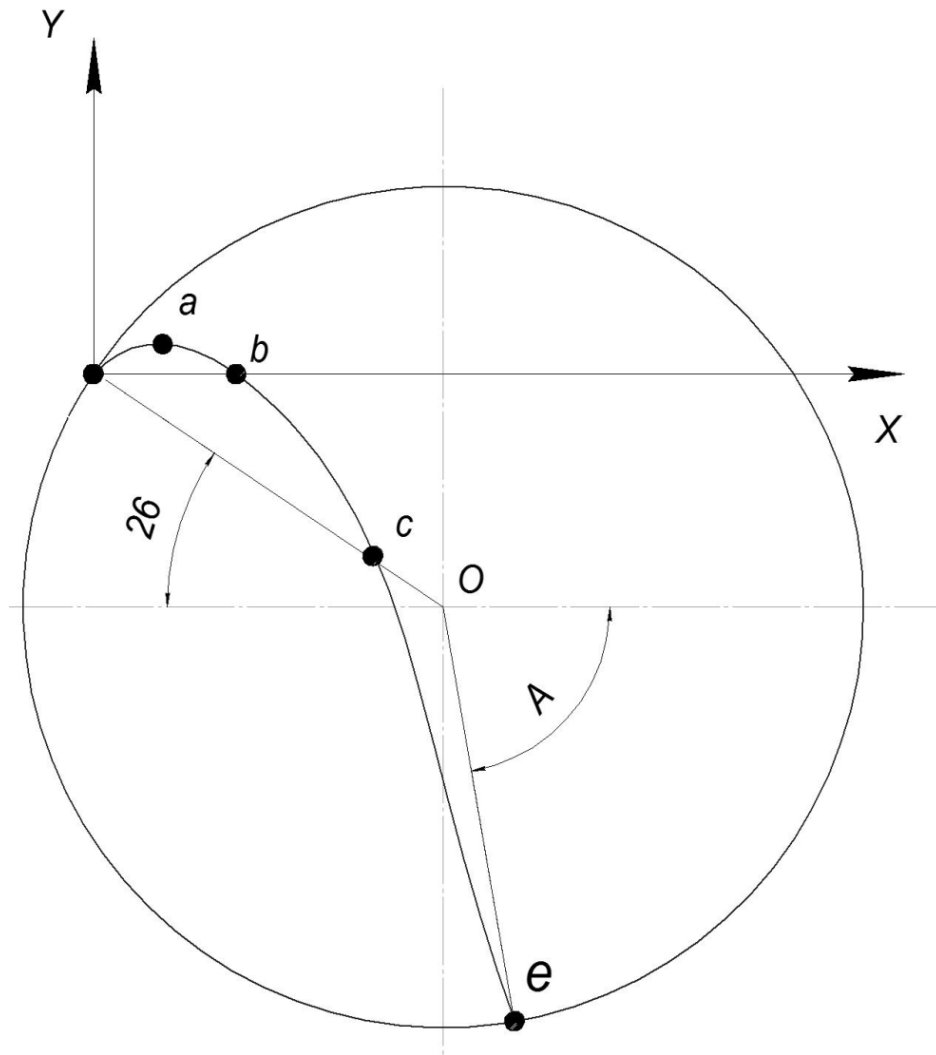


Рисунок 2.1. Траекторія руху зерна куколю у нижній зоні випадання

Далі отримаємо координати точок для верхньої зони.

$$x_a = \frac{0,434 \cdot 0,15}{2} \sin(2 \cdot 63) = 0,029$$

$$y_a = \frac{0,434 \cdot 0,15}{2} \cos^2(63) = 0,0067$$

Точка b:

$$x_b = 2x_a = 2 \cdot 0,029 = 0,058$$

$$y_b = 0.$$

Координат т. с для верхньої зони:

$$\begin{aligned}
 x_c &= 0,15 \sin(63) \left(0,434 \cdot \cos(63) + \sqrt{0,434^2 \cdot \cos^2(63) + 2 \cdot 0,434 \cdot \sin(63)} \right) \\
 &= 0,13(0,2 + 0,9) = 0,143 \\
 y_c &= -0,15 \cdot \sin(63) = -0,135
 \end{aligned}$$

Координати т. е для верхньої зони.

$$\begin{aligned}
 A &= \alpha_B - \arccos(1 - 2k \sin \alpha_B) = \\
 &= 63 - \arccos(1 - 2 \cdot 0,434 \sin(63)) = \\
 &= 63 - 77 = -14
 \end{aligned}$$

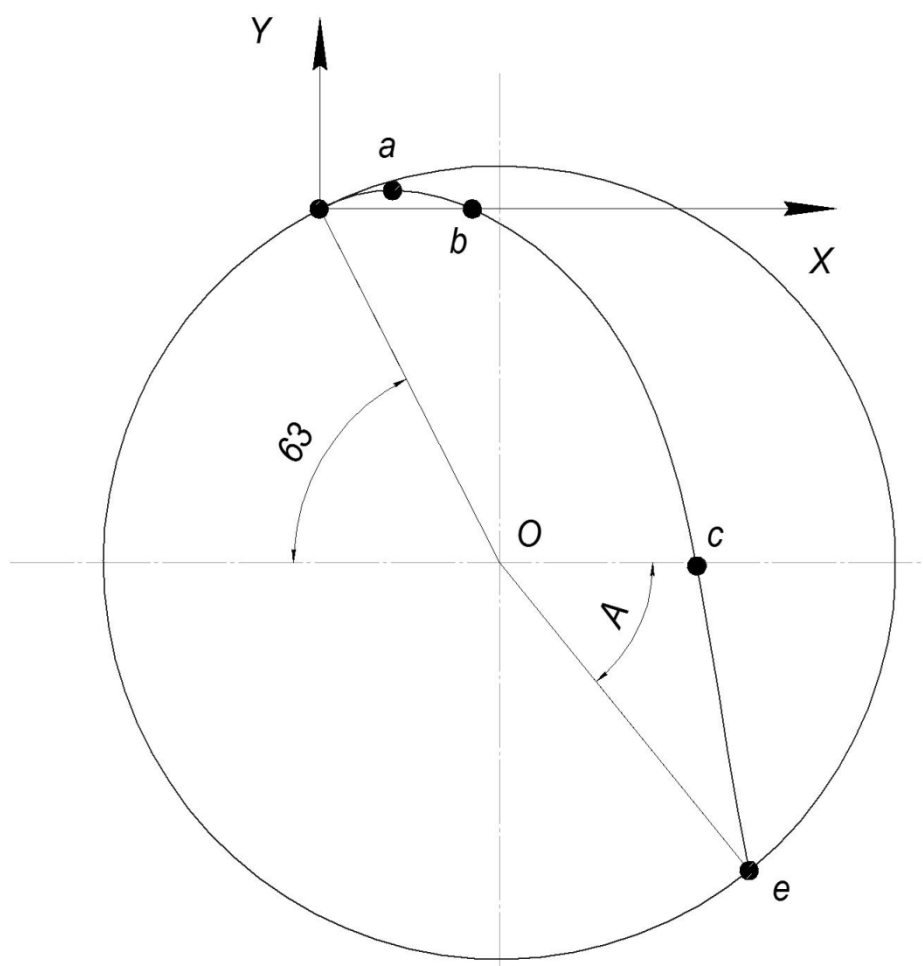


Рисунок 2.2. Траєкторія руху зерна куколю у верхній зони

Отримані результати подано у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Координати точок траєкторії руху зерна куколю

Точки	Координати точок траєкторії			
	Нижня зона випадання		Верхня зона випадання	
	х	у	х	у
а	0,051	0,053	0,058	0,013
б	0,102	0	0,116	0
с	0,229	- 0,13	0,37	-0,27
Центральний кут	- 26,1		- 14	

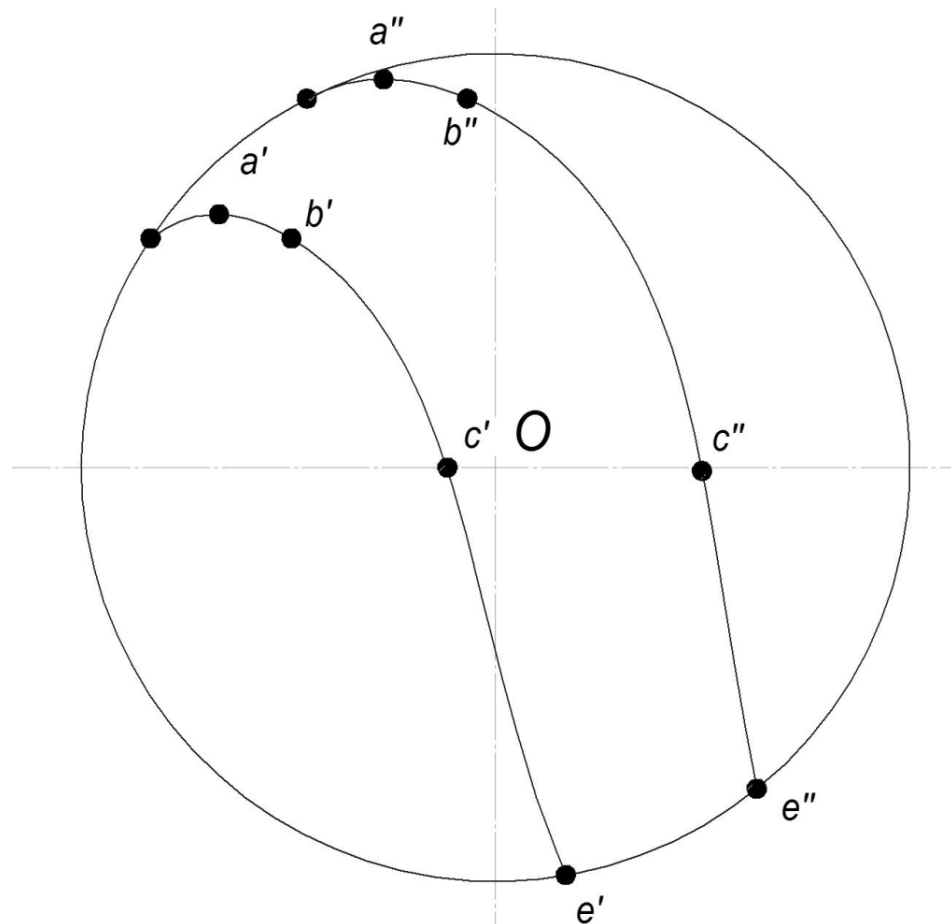


Рисунок 4.5. Траєкторії падіння зерна куколю для нижньої та верхньої зон випадання

Місце встановлення приймального жолоба в циліндрі трієра та його форму визначимо виходячи із траєкторій руху зерен куколю, таким чином, щоб дані траєкторії проходили крізь горловину приймального жолоба (рис. 2.3).

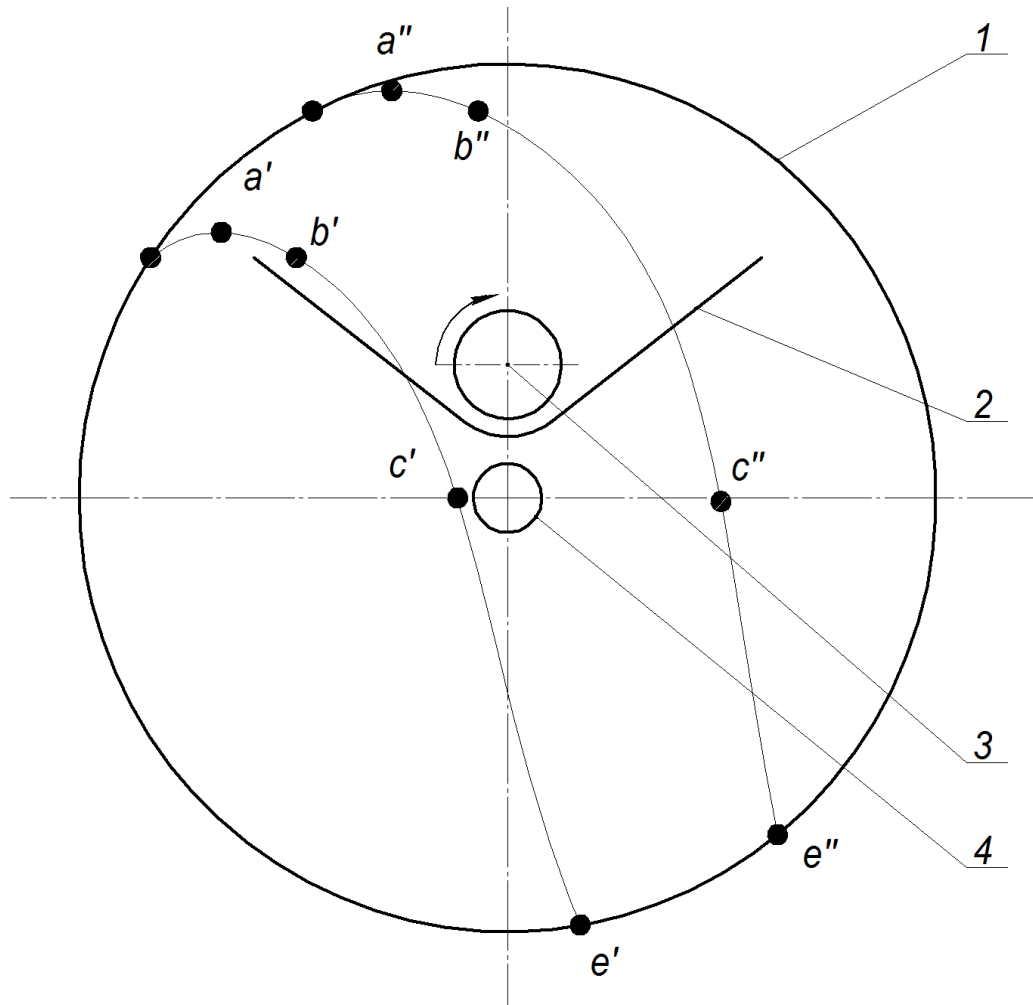


Рисунок 2.3. Розміщення приймального жолоба
1-цилінд; 2- жолоб; 3- шнек; 4-вал циліндра

2.3. Висновки до розділу

Здійснили розрахунок трієра, отримали значення основних параметрів трієра:

- число обертів циліндра трієра 35 об/хв,
- діаметр цилінда 0,3 м,
- довжина циліндра 0,73 м.

Виконали розрахунок приводу трієра марки БТХМ-2 для очистки зерна пшениці: підбір двигуна; розрахунок пасової передачі.

Побудували траєкторії руху зерен куколю після їх випадання із комірок циліндра.

Визначили оптимальне місце для кріплення приймального жолоба.

Розділ 3. Технологічна частина

3.1. Розроблення технологічної документації на проведення ремонту

Під тривалістю проведення ремонтних робіт виконується демонтаж вузла, окремі деталі якого потребують відновлення. Для цього складається відповідна технічна документація, зокрема схема розбирання та карта демонтажу. Процедура розбирання здійснюється у визначеній послідовності, тоді як збирання проводиться у зворотному порядку. До процесу складання пред'являються певні технічні вимоги. Перед монтажем валів і шківів, з'єднаних за допомогою шпонок, перевіряється стан контактних поверхонь, усуваються забоїни, задири й заусениці. Розміри пазів і призматичних шпонок повинні відповідати чинним стандартам. Шпонку встановлюють у паз легкими ударами молотка. Перед збиранням підшипники кочення очищаються від консерванту, промиваються в бензині або у мінеральній олії, підігрітій до 80°C. Під тривалістю монтажу підшипників на вал та у корпус дотримуються встановлених правил. Послідовність збирання вузла представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Послідовність складання редуктора

№ п/п	Опер. та переходи	Інструмент и, матеріал	Тех.вимоги	Фахівець	Норма часу, хв
1	2	3	4	5	6
1	В корпус 4 встановлюємо підшипник 7.	Прес	Підшипник нагріти у мастилі до 70...80°C, вручну перевірити легкість оберт.	Слюсар ІІІ розряду	2,5

					<i>КРБ 025.00.00.000 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 3. Технологічна частина		
Розроб.		Баб'як В.І.					
Перевір.		Кравець О.І.					
Н. контр.		Ворощук В.Я					
Затверд.		Вітенько Т.М					
					Літ.	Арк.	Акрушів
					ТНТУ, каф. ОХ, гр. МО-41		

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
2	встановлюємо шайбу	—	без перекосу	-- // --	1,8
3	встановлюємо підшипник 7	прес	Підшипник нагріти у мастилі до 70...80°C,	-- // --	2,3
4	На вал встановлюємо шпонку 10	прес	без перекосу	-- // --	2,5
5	встановлюємо шестерню 9	прес	без перекосу	-- // --	2,5
6	встановлюємо підшипник 13	прес	Підшипник нагріти у мастилі до 70...80°C	-- // --	1,8
7	встановлюємо шпонку 11	прес	без перекосу	-- // --	2,3
8	встановлюємо зубчасте колесо 12	прес	без перекосу	-- // --	2,5
9	встановлюємо підшипник 13	прес	Підшипник нагріти у мастилі до 70...80°C	-- // --	2,5
10	встановлюємо ущільнення 17		без перекосу	-- // --	1,8

Продовження табл.3.1.

1	2	3	4	5	6
11	встановлюємо підшипник 7	прес	Підшипник нагріти у мастилі до 70...80°C,	-- // --	2,3
12	встановлюємо шайбу 16	—	Без перекошення	-- // --	2,5
13	встановлюємо підшипник 7	Прес	Підшипник нагріти у мастилі до 70...80°C	-- // --	2,5
14	встановлюємо в корпус 4	Прес	Без перекошення	-- // --	1,8
15	На корпус 18 встановлюємо шайбу 19	—	Без перекошення	-- // --	2,3
16	встановлюємо болт 20 і загвинчуємо	КлючП-8-05	Перевіряємо надійність кріплення		2,5
17	встановлюємо шайбу 5	—	Без перекошення	-- // --	2,5
18	4 встановлюємо ущільнення 6	—	Без перекошення	-- // --	1,8
19	4 встановлюємо шайбу 5	—	Без перекошення	-- // --	2,3
20	встановлюємо ущільнення 6	—	Без перекошення	-- // --	2,5

1	2	3	4	5	6
21	встановлюємо шайбу 5	—	Без перекошення	-- // --	2,5
22	встановлюємо ущільнення 6	—	Без перекошення	-- // --	1,8
23	загвинчуємо гайку 2	КлючП-8-05	Перевіряємо надійність кріплення	-- // --	2,3
24	встановлюємо ущільнення 22	—	Без перекошення	-- // --	2,5
25	загвинчуємо кришку 25	Ключ спец.	Перевіряємо надійність кріплення	-- // --	2,5
26	встановлюємо ущільнення 22	—	Без перекошення	-- // --	1,8
27	встановлюємо манжету 23	—	Без перекошення	-- // --	2,3
28	встановлюємо шайбу 21	Круглогубц і	Без перекошення	-- // --	2,5
29	загвинчуємо кришку 24	Ключ спец.	Перевіряємо надійність кріплення	-- // --	2,5
30	4 встановлюємо ущільнення 27	—	Без перекошення	-- // --	1,8
31	загвинчуємо пробку 28	КлючП-12- 05	Перевіряємо надійність кріплення	-- // --	2,3
32	встановлюємо ущільнення 27	—	Без перекошення	-- // --	2,5
1	2	3	4	5	6

3.2. Дефектування та сортування

Під тривалістю підготовки обладнання до ремонту необхідно дотримуватись установленого порядку, який гарантує збереження всіх деталей та виключає можливість їхньої випадкової заміни на компоненти з інших одиниць техніки. Демонтаж машини виконується в строго визначеній послідовності: спочатку знімається кришка, далі — привід і чаша.

У процесі розбирання вузлів проводиться оцінка ступеня зношення деталей. Перед початком ремонту всі елементи ретельно очищаються та знежирюються. Спряжені деталі маркуються однаковими позначками за допомогою кернера. Вимірювання зношення здійснюється згідно зі стандартними методиками.

Посадкові місця для підшипників повинні бути чистими, без пошкоджень — задирів, подряпин чи тріщин. Шпонкові пази мають бути рівними, з гладкими, паралельними стінками; їх розміри перевіряються шаблоном. Стан різьбових з'єднань оцінюють за якістю обробки: пошкодження більш ніж на 1,5 витка є неприйнятними. Невеликі дефекти усувають за допомогою метчика або плашки. Допустимий розтяг різьби — не більше 0,5 кроку на кожні 10 витків. Поверхні гайок і болтів мають бути без вм'ятин, а отвори під шплінти — чистими. Підшипники змащують мастилом типу Л, М, Т або УСс-1.

Деталі сортують на наступні групи:

- 1) придатні без ремонту;
- 2) придатні після ремонту;
- 3) повністю зношені;

2 групу деталей позначають фарбою у місцях, що вимагають ремонту.

3 групу позначають червоним кольором.

Результати цього дефектування заносять у дефектну відомість. В

ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ

на

ремонт

(середній, капітальний)

(назва обладнання)

інвентарний №

у

цеху

№ п/п	Деталі, що мають дефект	Дефект	Шляхи усунення	Потрібна кількість запасних деталей і мат.		Трудоміс- т- кість, дюдино- годин	Оцінка стану обладнання при здачі
				Наймену- вання	Кількість		
1	Зубчасте колесо	Викришува- ння	заміна				Незадовільний
2	Підшипник	Нерівномір- не обертання	заміна				Незадовільний
3	Вал	деформації	заміна				Незадовільний
4	Підшипник	Нерівномір- не обертання	заміна				Незадовільний
5	Прокладка	значні пошкоджен- я	Заміна				Незадовільний

3.3. Аналіз технічних умов роботи вала

Ця деталь належить до категорії валів і має як циліндричні, так і плоскі поверхні. Робочими поверхнями, які забезпечують виконання основних функцій деталі, є В, Е та І. До основних базових поверхонь, що визначають її положення у складі вузла, належать Ж, З і Н. Поверхні 4 і частково 7 виконують роль допоміжних баз — вони служать для орієнтування інших елементів конструкції відносно цієї деталі. Поверхні А, Б і Д вважаються вільними — вони не виконують функціонального призначення, але потрібні для формування повного геометричного контуру на кресленні.

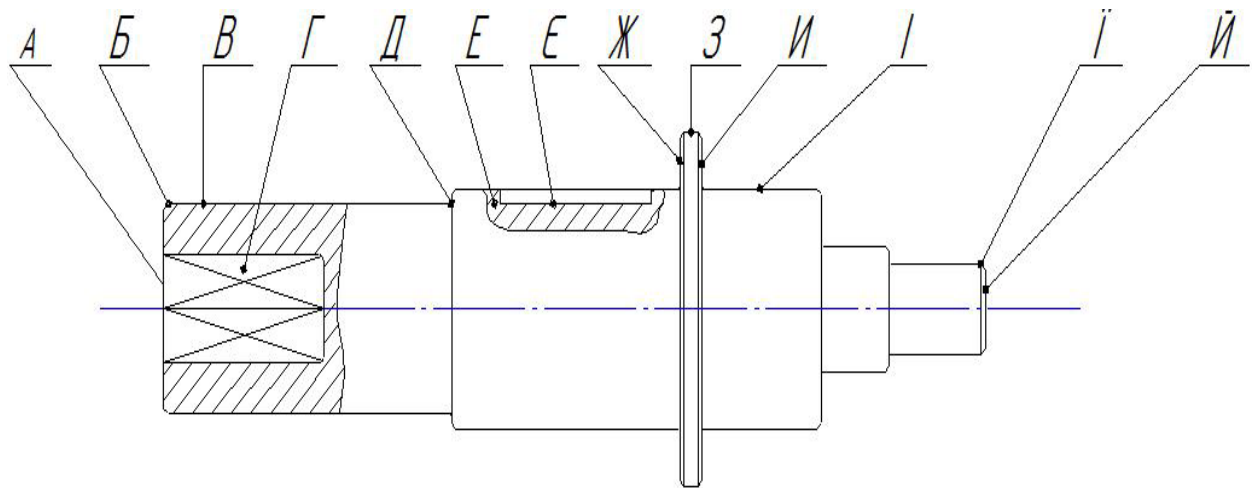


Рисунок 3.1. Ескіз

Деталь виготовлена зі сталі 40Х, властивості якої наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.2. Хім.склад сталі 40Х

С.	Si.	Mn.	Ni.	Cr.	S.	P.	Ti.
0,38-0,42	0,17-0,31	0,5-0,8	0,08	0,86-1,12	0,04	0,04	0,08

Таблиця 3.3 Мех. властивості сталі 40Х

Межа міц. σ_B , МПа	Межа тек., σ_T , МПа	Межа витр. при згині, σ_{-1} , МПа	Твердість, МПа	Відносне видовж., %
500-570	380-450	340-400	1680	21-23

Узагальнення технічних умов представимо в таблицю 3.3

Таблиця 3.3 Узагальнення технічних умов

Позн. поверхні	Технічна умова	Метод	Метод контролю
1	2	3	4
А, Й	точності по 14 кв. з чистотою поверхні Ra 12,5	-Чорноветочіння	Штангенциркуль ШЦ-2-250-0,1 Профілограф ПМД2
Б, Ї	точності по 14 кв.	-Чорноветочіння	Фаскомір, або шаблон

Продовження таб.3.3

1	2	3	4
В,Е,І	Заб.точності по 6 кв. і шорсткість 6,3	Точіння: чорнове напівчистове шліфування чистове шліфування тонке	Штангенцикуль ШЦ-1-125-0,1 Профілограф ПМД2
Д,Ж,И	Заб. точності по 14 кв. і шорсткість 12,5	-Чорнове точіння	Штангенцикуль ШЦ-1-125-0,1 Профілограф ПМД2
З	Заб.точності по 10 кв. і шорсткість 12,5	-Напівчистове точіння -Чистове точіння	Штангенцикуль ШЦ-1-125-0,1 Профілограф
Г	Заб.точності по 14 кв. і шорсткість 12,5	Фрезерування пальцевою фрез.	Штангенцикуль ШЦ-1-125-0,1 Профілограф ПМД2
Є	Заб. точності по 7 кв. і шорсткість 6,3	Фрезерування шпоночною фрез.	

3.4. Розроблення технології виготовлення вала

3.4.1. Вибір заготовки

Спосіб виготовлення заготовки для машинної деталі визначається її функціональним призначенням, конструктивними особливостями, матеріалом, типом виробництва та економічною доцільністю.

У випадку одиничного виробництва цю заготовку можна отримати шляхом штампування або використанням прокату. Штампування доцільно застосовувати, якщо маса готової штампованої заготовки перевищує масу заготовки з прокату більш ніж на 15 %.

Для виготовлення даної деталі приймаємо заготовку з прокату 12-ї квалітету точності, діаметром $d = 63$ мм і довжиною $l = 184$.

Порахуємо масу деталі і її заготовки:

$$V_1 = \pi R^2 H = 41,7 \text{ см}^3;$$

$$V_2 = \pi R^2 H = 31,1 \text{ см}^3;$$

$$V_3 = \pi R^2 H = 8,5 \text{ см}^3;$$

$$V_4 = \pi R^2 H = 30,9 \text{ см}^3;$$

$$V_5 = a \cdot b \cdot H = 5,0 \text{ см}^3$$

$$V_6 = a \cdot b \cdot H = 0,4 \text{ см}^3$$

$$V_7 = 1/3(R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2) \cdot H = 0,3 \text{ см}^3$$

$$V_8 = V_7 - a \cdot b \cdot H = 0,02 \text{ см}^3$$

Оуюжм деталі:

$$V_d = 107 \text{ см}^3$$

$$\text{маса: } m_d = V_d \cdot \rho = 0,1 \text{ кг}$$

Заготовки:

$$V_{\text{заг}} = \pi \cdot R \cdot H = 3,14 \cdot 2,8^2 \cdot 20 = 493 \text{ см}^3$$

$$m_3 = V_{\text{заг}} \cdot \rho = 0,35 \text{ кг}$$

Вартість заготовки

$$S_{\text{заг}} = \frac{s \times m}{1000} = \frac{1000 \times 0,35}{1000} = 0,35$$

Визначаємо коефіц. використання матеріалу. Його визначаємо як відношення маси нашої деталі до ваги її заготовки:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{m_d}{m_3} = \frac{0,1}{0,35} = 0,3$$

Припуски і міжопераційні розміри

Порахуємо припуск напов. E під підшипник $\varnothing 35$ к6, при чому для цієї поверхні $Ra = 0,63$.

Число переходів:

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46};$$

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_0};$$

де T_3 – допуск заготовки, мкм.;

T_0 – допуск деталі, мкм.;

$T_3 = 390$ мкм. для $\varnothing 38$ при IT13;

$T_0 = 16$ мкм. для $\varnothing 35$ при IT6.

Тоді.

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_0} = \frac{390}{16} = 24,37;$$

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46} = \frac{\lg(24,37)}{0,46} = 3 \text{ переходи}$$

Необхідно точність поверхні можна забезпечити шляхом трьох переходів: 2 чорнових точіння та 1 чистове.

Вибираємо для всіх переходів шорсткість, глибину деф.-шару, відхилення та похибку базування.

Прокат $Rz = 150$ мкм.; $T = 250$ мкм.. ([4] с.66 табл. 27).

Чорнова обробка різцем

$Rz = 50$ мкм.; $T = 50$ мкм...

Напівчистова обробка різцем

$Rz = 25$ мкм.; $T = 30$ мкм. .

Чистова

$Rz = 5$ мкм.; $T = 15$ мкм..

Визначимо відхилення за формулою

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_y^2};$$

$$\Delta_k = 0,5 \text{ мкм./мм.},$$

Довжина, на протязі якої розглядалися відхилення $l = 63 \text{ мм.}$

$$\rho_k = L \cdot \Delta_k = 63 \cdot 0,5 = 31,5 \text{ мкм.};$$

$$\rho_y = 0,25 \text{ мм.}$$

Визначимо відхилення ρ .

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_y^2} = \sqrt{30^2 + 250^2} = 262 \text{ мкм.};$$

Після чорнового:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 262 = 15,7 \text{ мкм.};$$

Після кінцевого:

$$\rho_1 = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 262 = 10,5 \text{ мкм.};$$

Похибка базування $\varepsilon = 0$ (патрон, що сам центрується).

Мінімальні припуски.

Попереднє обточування:

$$2 \cdot z_{\min 1} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}) = 2 \cdot (150 + 250 + 262) = 2 \times 662$$

мкм..

Кінцеве:

$$2 \cdot z_{\min 2} = 2 \cdot (50 + 50 + 15,7) = 2 \times 115,7 \text{ мкм..}$$

Процес шліфування:

$$2 \cdot z_{\min 3} = 2 \cdot (25 + 30 + 10,5) = 2 \times 65,5 \text{ мкм..}$$

Таблиця 3.4. – Зведена таблиця припусків і допусків поверхні Ø 35 к6
вала розподільника шприца вакуумного марки «Компо – міні 1500»

Технологічні переходи обр. поверхні.	Елементи припуску				Розра - хунко - вий при- пуск	Розра - хунко - вий роз- мір	До- пуск δ , мкм.	Граничні розміри, мм.		Граничні значення при- пусків,	
	R	T	ρ	Квал і- тет.				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Заготовка	15	250	262	13	-	36,70 6	390	35,71	36,10	-	-
Обточування	50	50	15, 7	10	1324	35,38 2	100	35,39	35,49	320	610
Обточування шліфування	25	30	10, 5	8	231	35,15 1	39	35,16	35,20	230	290
Шліфування	5	15	-	6	131	35,02	16	35,02	35,04	140	160
Всього										690	1060

Отримані значення діаметрів:

$$d_{p1} = 35,02 + 2 \cdot 0,0655 = 35,151_{мм.};$$

$$d_{p2} = 35,151 + 2 \cdot 0,1157 = 35,382 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = 35,382 + 2 \cdot 0,662 = 36,706 \text{ мм}.$$

Найбільші розміри:

$$d_{\max 3} = 35,02 + 0,016 = 35,036 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 35,16 + 0,039 = 35,20 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = 35,39 + 0,10 = 35,49 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = 35,71 + 0,39 = 36,10 \text{ мм}.$$

Припуски:

$$2 \cdot z_{\max 1} = 36,10 - 35,49 = 0,61 \text{ мм}, ;$$

$$2 \cdot z_{\max 2} = 35,49 - 35,20 = 0,29 \text{ мм}, ;$$

$$2 \cdot z_{\max 3} = 35,20 - 35,04 = 0,16 \text{ мм}, ;$$

$$2 \cdot z_{\min 3} = 35,16 - 35,02 = 0,14 \text{ мм}, ;$$

$$2 \cdot z_{\min 2} = 35,39 - 35,16 = 0,23 \text{ мм}, ;$$

$$2 \cdot z_{\min 1} = 35,71 - 35,39 = 0,32 \text{ мм}, .$$

Значення номінального припуску

$$z_{\text{nom}} = z_{\min} + ei_{i-1} + ei_i = 1690 + 19 + 46 + 120 = 1875 \text{ МКМ}. ;$$

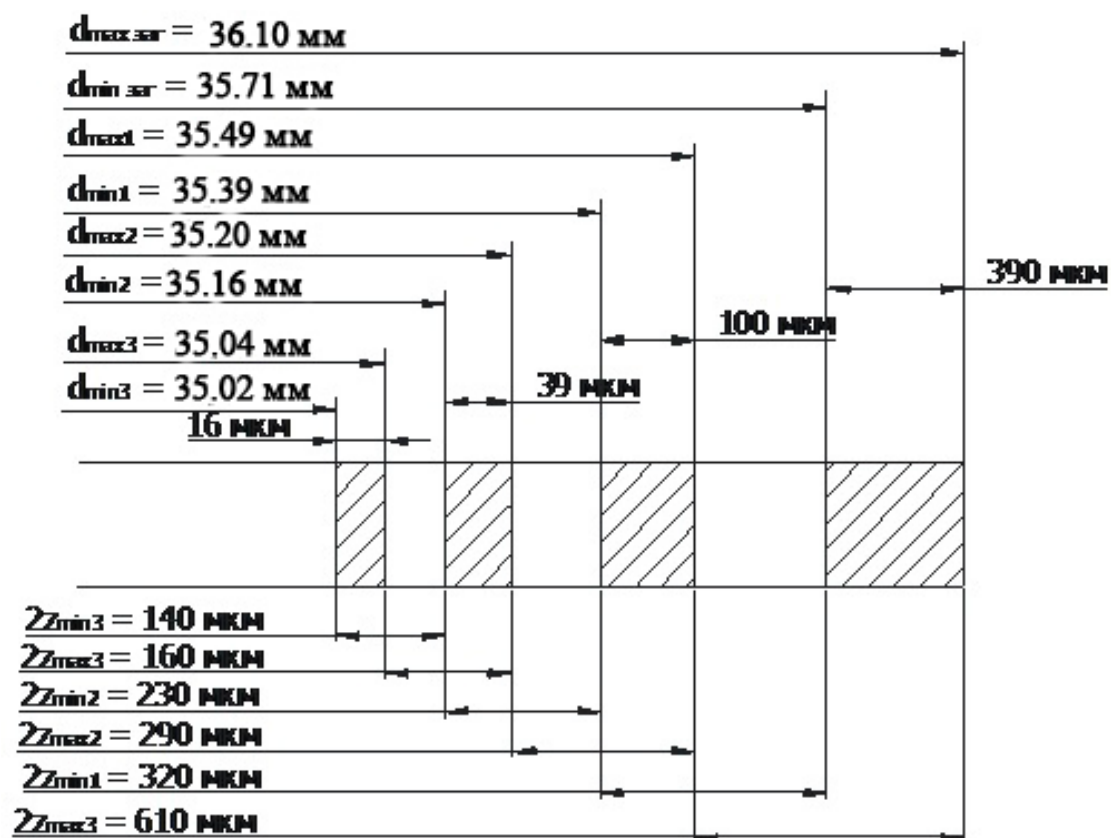


Рисунок 3.2. Припуски та допуски на $\varnothing 35k6$

3.4.2. Розроблення маршруту механічної обробки

Таблиця 3.5. Маршрут виготовлення вала

№ операції.	Назва опер. (переходу)	Оброблювана поверхня	База ва поверхня	Обладнання
1	2	3	4	5
005уст. А	Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець в розмір 182. 2.Точити пов. Ø59 довжиною 67 мм., 3. Точити пов. Ø40 довжиною 63 мм., 4. Точити пов. Ø21 довжиною 36 мм., 5. Точити пов. Ø15 довжиною 21 мм., 6. Точити фаску 1x45°.	Й,З,И, I, Ї	Зовнішня поверхня заготовки	Токарно-гвинторізний верст. 16K20
установ Б	Токарно-гвинторізна 7.Підрізати торець в розмір 180. 8.Точити пов. Ø59 довжиною 118 мм., 9Точити пов. Ø40 довжиною 113 мм., 10Точити пов. Ø35 довжиною 63 мм., 11 Точити фаску 1x45°.	А,З,Е,Ж,Е, Ж,В,Д,Б	Попереду оброблена поверхня І і ІІ	Токарно-гвинторізний верст. 16K20
010	Фрезерна 1Фрезерувати шпоночний паз 4js7 на довж. 33 мм.,	Є	В, І	Широкоуніверсальний фрезерний верст мод. 676П

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5
015	Фрезерна 1.Фрезерувати квадрат 18 мм, на глибину 35 мм,.	Г	І, І	Широкоуніверсальний фрезерний верст. мод. 676П
020 установ А	Круглош- ліфувальна 1Шліф. пов. Ø40,3 мм, на довж. 26 мм,. 2Шліф. пов. Ø40 мм, на довж. 26 мм,.	І	Е, Ж	Круглошліфувальний верст. мод. 3М150
установ Б	Круглош- ліфувальна 3.Шліф. пов. Ø40,3 мм, на довж. 50 мм,. 4Шліф. пов. Ø40 мм, на довж. 50 мм,. 5.Шліф. пов. Ø35,3 мм, на довж. 63 мм,. 6Шліф. пов. Ø35 мм, на довж. 63 мм,.	Е	І, І	Круглошліфувальний верст. мод. 3М150

3.4.3. Вибір інструменту

Таблиця 3.11 Вибір інструменту

№ операції	Назва опер.	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
005 уст. А, Б.	Токарно-гвинторізна	Різець прохідний упорний з $\varphi=90^0$ з пластиною з твердого сплаву Т15К6 2103-1057 ГОСТ 18879-73 Різець прохідний з $\varphi=45^0$ з пластиною з твердого сплаву 2112-1062 ГОСТ 18983-73 Різець підрізний 2334 ГОСТ 18463 – 73	Штангенцикуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 – // – – // – – // –
010	Фрезерна	Шпоночна фреза 2234-7515 ГОСТ 9140-78	Штангенцикуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80
015	Фрезерна	Фрезерна 2883-6822 ГОСТ 9343-82	Штангенцикуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80
020 уст. А, Б	Шліфувальна	Круг шліфувальний ПП250*80*40 25А25ПСМ15К5 50м/с. А1КЛ ГОСТ 2424-83	– // –

3.4.4. Розрахунок режимів різання

Операція. 005 - Токарно-гвинторізна.

Перехід 2. Точити поверхню до $\varnothing 40$ на відстань 26 мм,

Верст. 16к20

Інструмент різання: різець прохідний.

Глибина $t=2$ мм,

Подача $S=0,2$ мм./об,

Швидкість $V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_{mv}$, м/хв,

де, C_v – коефіцієнт, $C_v=292$,

T – період. стійкості різців, $T=120$,

M, X, Y – коефіцієнти

K_{mv} – коефіцієнт швидкості

$$K_{mv} = \frac{750}{\delta_{vp}} = \frac{750}{650} = 1,15$$

$C_v=292$ $M=0,35$ $X=0,15$

$Y=0,3$ $T=120$

$$V = \frac{292 \cdot 1,15}{120^{0,35} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,2^{0,3}} = 89,1 \text{ м/хв}$$

Число обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 89,1}{3,14 \cdot 40} = 507 \text{ об/хв}$$

Поправка:

$$N=500 \text{ об/хв.}$$

Дійсна швидкість:

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 500}{1000} = 91,4 \text{ м/хв.}$$

Ефективна потужність процесу різання:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020}, \text{кВт.}$$

де P_z – вертикальна складова сили різання, Н

$$P_Z = 10 C_{pZ} t^x s^y V^n K_m \cdot H \quad [1.с.378]$$

$$C_{pZ}=384; X_p=0,9; V=0,9; N=-0,15 \quad [1,с.378]$$

$$K_m = \frac{\delta_{BP}}{750} = \frac{650}{750} = 0,87$$

$$P_Z = 10 \cdot 384 \cdot 2,0^{0,9} \cdot 0,2^{0,9} \cdot 91,4^{-0,15} \cdot 0,87 = 920 \text{ Н}$$

$$N_e = \frac{920 \cdot 91,4}{60 \cdot 1020} = 1,37 \text{ кВт}$$

$$\text{Основна тривалість } T_o = \frac{L}{n \cdot s}, \text{ хв}$$

$$L = l + l_1 + l_2 = 26 \quad \text{мм},$$

$$T_o = \frac{26}{520 \cdot 0,2} = 0,25 \text{ хв}$$

Режими різання заносимо в таблицю 3.12

Таблиця 3.12. Розрахунок режимів різання

№ Оп.	Назва опер. переходи	L. мм,	t. мм,		S.мм./об	Sm. мм./об	n. об/хв.	V.м/хв.	To. хв.	N.кВ т.
	2	3	4		6	7	8	9	10	11
05	Токарно-гвинторіз на									
	1. Підрізати торець в розмір 182.	2	2.0		0.2	-	520	91.4	0.12	0.8
	2.Точити пов. Ø59 довжиною 67 мм,.	67	2.0		0.2	-	520	91.4	0.87	1.37
	3. Точити пов. Ø40 довжиною 63 мм,.	63	6.0		0.2	-	520	91.4	0.83	4.2
	4. Точити пов. Ø21 довжиною 36 мм,.	36	2.0		0.2	-	520	45.7	1.56	0.1
	Продовження таблиці 3.12									
	5. Точити пов. Ø15 довжиною 21 мм,.	21	1.0		0.3	-	630	⁵ 5.4	0.48	0.6
	6. Точити фаску 1x45°.	1	2.0		0.2	-	520	49.8	0.01	0.1
	Токарно-гвинторіз на									
	7. Підрізати торець в розмір 180.	2	2.0		0.2	-	520	⁹ 1.4	0.12	0.8
	8.Точити пов. Ø59 довжиною 118 мм,.	118	2.0		0.2	-	520	91.4	0.87	1.2

	9.Точити пов. Ø40 довжиною 113 мм,.	113	3.5		0.2	-	520	⁹ 1.4	2.56	3.2
	10. Точити пов. Ø35 довжиною 63 мм,.	63	1.0		0.3	-	630	65.3	0.54	0.6
	11. Точити фаску 1x45°.	1	2.0		0.2	-	520	49.8	0.01	0.1
10	Фрезерна									
	1.фрезерувати шпоночний паз 4js7 на довж. 33 мм,.	33	1		-	200	800	10	3.9	0.8
Продовження таблиці 3.12										
15	Фрезерна									
	1. Фрезерувати квадрат 18 мм, на глибину 33 мм,.	33	-		-	200	800	10	6.7	1.3
20	Кругло- шліфувальна									
	1. Шліф. пов. Ø40.3 мм, на довж. 26 мм,.	26	0.35		0.0 02	-	160	12.6	0.78	0.4

	2. Шліф. пов. Ø40 мм, на довж. 26 мм,.	26	0.15		0.0 02	-	160	7.2	0.78	0.3
	Круглошлі- фувальна									
	3. Шліф. пов. Ø40.3 мм, на довж. 50 мм,.	50 0.35			0.002	-	160	12.6	0.78	0.4
	4. Шліф. пов. Ø40 мм, на довж. 50 мм,.	50	0.15		0.002	-	160	7.2	0.78	0.3
	5. Шліф. пов. Ø35.3 мм, на довж. 63 мм,.	63	0.35		0.002	-	160	12.6	0.78	0.4
	6. Шліф. пов. Ø35 мм, на довж. 63 мм,.	63	0.15		0.002	-	160	7.2	0.78	0.3

3.4.5. Вибір обладнання

Токарно-гвинторізний 16K20

Технічні характеристики	16K20
Найбільший діаметр оброблюваної заготовки:	
-над станиною	400
-над супортом	220
найбільша довжина оброблюваної заготовки	710
Крок нарізувальної різі:	
-метричної	0,5-112
-дюймової(число ниток на дюйм)	56-0,5
-пітчевої,пітч	56-0,5
-модульної,модуль	0,5-112
Частота обертання шпинделя,об/хв.	12,5-1600
Число швидкостей шпинделя	22
Найбільше переміщення супорта:	
-повздовжнє	645-1935
-поперечне	300
Подача супорта мм,/об	
-поперчна	0,025-1,4
-поздовжня	0,05-2,8
Число ступеней подач	24
Потужність електродвигуна головного приводу,кВт.	11
Габаритні розміри:	
-довжина	2505
-ширина	1190
-висота	1500
Маса,кг	2835

Фрезерний широкоуніверсальний 676П

Технічні характеристики	676П
Розмір робочої поверхні стола	250*630
Найбільше переміщення:	
-вертикального стола	400
-поздовжнє	380
-шпиндельної бабки	250
Найбільший кут повороту вертикальної головки, ⁰	90 ⁰
Відстань до робочої поверхні горизонтального стола:	
-від осі горизонтального шпинделя	80-460
-від осі вертикального шпинделя	0-380
Частота обертання шпинделів,об/хв.	50-1650
Поздовжня,поперечна,вертикальна подачі,мм./хв.	13-395
Потужність електродвигуна,кВт.	2,2
Габаритні розміри:	
-довжина	1285
-ширина	1215
-висота	1780
Маса,кг	910

Круглошліфувальний 3М150

Технічні характеристики	3м150
Найбільші розміри встановлюваної заготовки:	
-діаметр	100
-довжина	360
Рекомендований діаметр шліфування	10-45
Найбільша довжина шліфування	340
Найбільше переміщення стола	400
Частота обертання,об/хв.	100-1000
Конус морзе шпинделя передньої бабки і пінолі задньої бабки	3
Найбільші розміри шліфувального круга:	400
-діаметр	40
-висота	2350
Частота обертання шліфувального круга,об/хв.	4
Потужність електродвигуна,кВт.	
Габаритні розміри:	2500
-довжина	2220
-ширина	1920
-висота	2600
Маса,кг	

3.4.6. Технічне нормування процесу. Визначення числа обладнання

При цьому технічні норми тривалості роботи обладнання будемо встановлювати розрахунково-аналітичним методом.

При цьому штучна тривалість однієї операції:

$$T_{шт} = T_0 + T_g + T_{обсл} + T_{відп} = T_{оп} + T_{обсл} + T_{відп}$$

де T_0 - основна тривалість, хв.

T_g - допоміжна тривалість, хв.

$T_{обсл}, T_{відп}$ - тривалість обслуговування робочого місця, відпочинок, природні потреби працівників, хв.

$T_{оп}$ - оперативна тривалість, хв.

$$T_{оп} = T_o + T_g$$

Норма штучного часу операції номер 005Токарно-гвинторізна.

Основна тривалість операції: $T_o = 2.8 \text{ хв}$

Підраховуємо допоміжні роботи та тривалість їх виконання.

1) встановити заготовку та зняти її

Штучна тривалість на операцію:

$$t_{шт} = T_0 + t_{\partial} + t_{обсл} + t_{відп}$$

де T_o - основна тривалість, хв.

t_{∂} - допоміжна тривалість, хв.

$t_{обсл}, t_{відп}$ - тривалість обслуговування робочого місця, відпочинок, природні потреби, хв.

$t_{оп}$ - оперативна тривалість, хв.

$$T_{оп} = T_o + T_g$$

Розраховуємо норму штучної тривалісті на операцію номер 005 (Токарно-гвинторізна).

Основна тривалість на операцію: $t_o = 2.8 \text{ хв}$

Об'єм допоміжних робіт та тривалість на їх виконання.

2) встановити та зняти заготовку

$$t_{yct} = 0,24 \text{ хв} \quad [2, c54]$$

3) тривалість на керування верст.ом

$$T_k = 0,12 \text{ хв} \quad [2, c95]$$

3) тривалість на вимірювання

$$t_{вим} = 0,11 \text{ хв} \quad [2, c119]$$

Загальна допоміжна тривалість

$$t_d = t_{yct} + t_k + t_{вим}$$

$$t_d = t_{yct} + t_k + t_{вим} = 0,24 + 0,12 + 0,1 = 0,47 \text{ хв}$$

Оперативна тривалість на операцію:

$$t_{on} = 2,8 + 0,47 = 3,27 \text{ хв}$$

Тривалість на обслуговування і відпочинок:

$$T_{обсл,відп} = \frac{6 \cdot 3,27}{100} = 0,2 \text{ хв}$$

Штучна тривалість на операцію

$$T_{шт} = 3,27 + 0,2 = 3,47 \text{ хв}$$

У такий самий спосіб виконуємо розрахунки на інші заплановані операції а отримані результати заносимо у таблицю 3.13

Таблиця 3.13.– Штучна тривалість по запланованих операціях
технологічного процесу

№ опер	Назва опер.	T _о , хв.	T _{уст} , хв.	T _к , хв.	T _{вим} , хв.	T _г , хв.	T _{оп} , хв.	T _{обсл,відп} , хв.	T _{шт} , хв.
005 уст. А	Токарно- гвинторізна	0,12	0,015	0,005	0,01	0,15	0,005	0,01	0,005
		0,87	0,03	0,02	0,02	0,94	0,03	0,02	0,03
		0,83	0,07	0,085	0,065	1,05	0,08	0,06	0,06
		0,01	0,002	0,002	0,0015	0,0155	0,0015	0,0015	0,0015
		0,28	0,015	0,01	0,01	0,315	0,01	0,01	0,005
		0,12	0,02	0,0015	0,0015	0,143	0,01	0,01	0,007
		0,12	0,015	0,005	0,01	0,15	0,005	0,01	0,005
уст. Б	Токарно- гвинторізна	0,87	0,02	0,012	0,014	0,916	0,025	0,02	0,019
		3,56	0,06	0,04	0,08	3,74	0,07	0,05	0,03
		0,54	0,03	0,03	0,025	0,625	0,02	0,03	0,035
		0,48	0,07	0,065	0,05	0,665	0,085	0,07	0,04
		0,29	0,035	0,033	0,04	0,398	0,027	0,03	0,025
		0,01	0,0005	0,0005	0,0015	0,0125	0,0015	0,0015	0,0045
		0,87	0,02	0,012	0,014	0,916	0,025	0,02	0,019
010	Фрезерна	5,9	0,04	0,03	0,04	6,01	0,03	0,02	1,24
015	Фрезерна	5,4	0,04	0,03	0,04	5,51	0,03	0,02	1,14
020 уст. А	Шліфувальна	0,63	0,035	0,025	0,015	0,705	0,03	0,02	0,025
		0,63	0,035	0,025	0,015	0,705	0,03	0,02	0,025
		0,63	0,035	0,025	0,015	0,705	0,03	0,02	0,025
уст. Б	Шліфувальна	0,63	0,035	0,025	0,015	0,705	0,03	0,02	0,025
		0,63	0,035	0,025	0,015	0,705	0,03	0,02	0,025
		0,63	0,035	0,025	0,015	0,705	0,03	0,02	0,025

Таким чином коефіцієнт завантаження верстату:

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n};$$

Коефіцієнт завантаження верстатів за основною тривалістю становить:

$$\eta_0 = \frac{T_0}{T_{шт}}$$

$$\eta_0^{005} = \frac{2,8 + 7,1}{3,47 + 8,19} \cdot 100 = 0,85 = 85\% \text{ (токарно-гвинторізна)}$$

$$\eta_0^{010} = \frac{7,3}{8,14} \cdot 100 = 89\% \text{ (фрезерна)}$$

$$\eta_0^{015} = \frac{6,7}{7,13} \cdot 100 = 94\% \text{ (фрезерна)}$$

$$\eta_0^{020} = \frac{0,7 + 1,4}{1,65 + 2,59} \cdot 100 = 50\% \text{ (круглошліфувальна)}$$

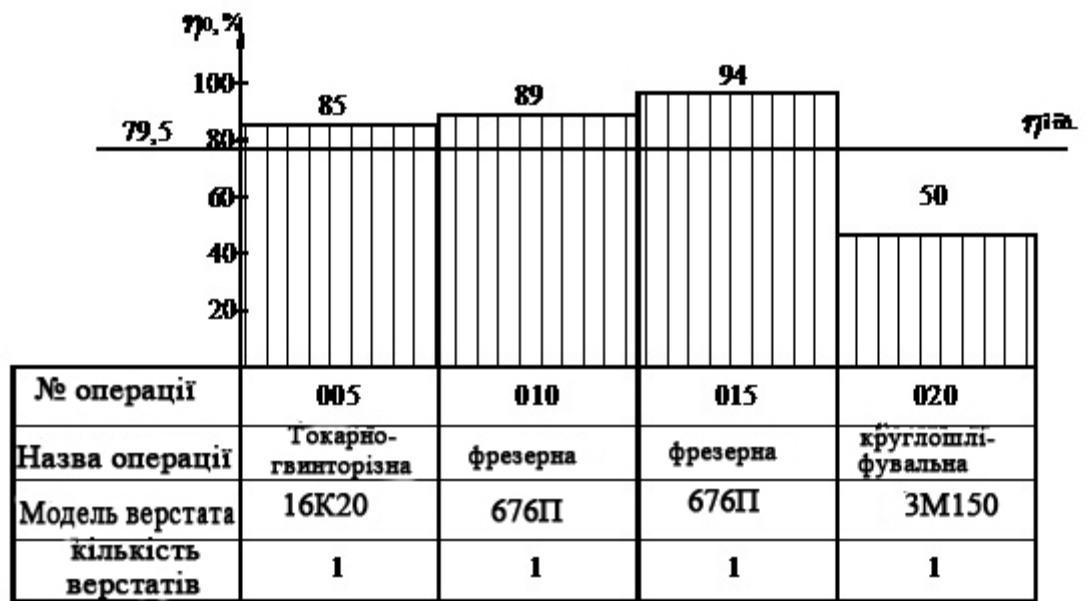


Рисунок 3.5. – Діаграма завантаження обладнання

Довантаження машини 3М150 виконується механічною обробкою аналогічних деталей.

Коефіцієнт використання обладнання за їх потужністю:

$$\eta_n = \frac{N_{on}}{N_{верст}};$$

де N_{on} - потужність, що затрачається на операції;

$N_{верст}$ - вихідна потужність електродвигуна даного верстата.

$$\eta_n^{005} = \frac{4,8 \cdot 100}{11} = 43,6\% \text{ - токарно-гвинторізна}$$

$$\eta_p^{015} = \frac{1,6 \cdot 100}{2,3} = 69\% \text{ - фрезерна}$$

$$\eta_p^{010} = \frac{1,3 \cdot 100}{2,3} = 56,5\% \text{ - шпоночно-фрезерна}$$

$$\eta_p^{020} = \frac{3,4 \cdot 100}{7,5} = 45,3\% \text{ - круглошліфувальна}$$

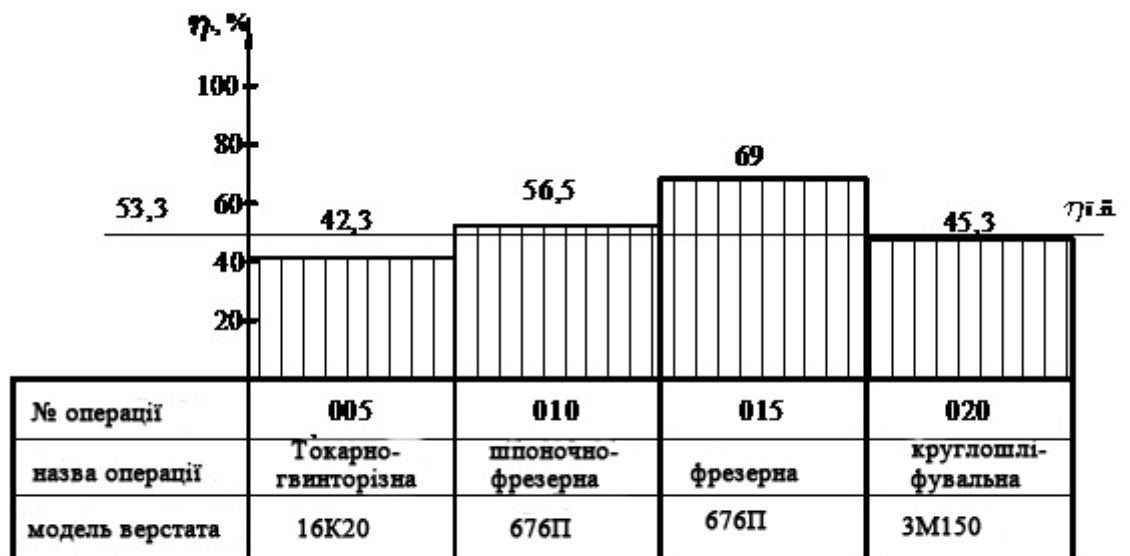


Рисунок 3.6. Використання обладнання за їх потужністю

Розділ 4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

4.1. Аналіз умов праці при обслуговуванні обладнання для сортування зерна

При обслуговуванні обладнання для сортування зерна необхідно враховувати низку факторів, що впливають на умови праці з точки зору охорони праці.

Насамперед, робота з таким обладнанням супроводжується підвищеним пиловиділенням. Зерновий пил може викликати захворювання органів дихання, алергічні реакції, а в закритих приміщеннях — створювати ризик вибуху. Тому важливо забезпечити ефективну витяжну вентиляцію, встановити пиловловлювальні пристрої, а працівники повинні користуватися засобами індивідуального захисту, зокрема респіраторами та захисними окулярами.

Сортувальні машини, зокрема трієри, створюють високий рівень шуму. При тривалому впливі це може негативно впливати на слух працівників. З метою зниження цього ризику рекомендується застосування звукопоглинаючих матеріалів або використання індивідуального захисту слуху — навушників чи беруш.

Додатковий негативний вплив спричиняють вібрації, які передаються через конструктивні елементи машин. Це може викликати втому, порушення в роботі опорно-рухового апарату. Тому важливо обмежувати час контакту з вібруючими частинами та використовувати амортизуючі прокладки.

Особливу увагу слід приділити технічній безпеці. У конструкції обладнання присутні обертальні та рухомі частини, контакт із якими може

					<i>КРБ 025.00.00.000 ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Баб'як В.І.			Розділ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.									
Н. контр.		Ворощук В.Я				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МО-41			
Затверд.		Вітенько Т.М							

призвести до серйозних травм. Всі небезпечні зони повинні бути закриті захисними кожухами, обладнання має бути оснащене аварійними вимикачами та системами блокування пуску при знятих захисних елементах. Важливим є і дотримання електробезпеки: необхідно регулярно перевіряти стан заземлення, контролювати справність електропроводки, проводити інструктажі для персоналу.

Організаційні умови праці також мають велике значення. Працівники повинні проходити попереднє та періодичне навчання з техніки безпеки, пожежної безпеки та надання першої допомоги. Робочий процес має бути організований із дотриманням регламентованого режиму праці та відпочинку, щоб уникнути перевтоми.

Окремо слід зазначити пожежну безпеку. Через наявність зернового пилу, який є легкозаймистим, існує ризик самозаймання або вибуху. Щоб запобігти цьому, необхідно регулярно прибирати приміщення від пилу, контролювати вологість, використовувати іскрозахищене обладнання та забезпечити приміщення засобами пожежогасіння.

Таким чином обслуговування обладнання для сортування зерна потребує комплексного підходу до забезпечення безпечних умов праці, який включає технічні, санітарні та організаційні заходи.

4.2. Заходи забезпечення безпеки на підприємствах харчової галузі в умовах надзвичайної ситуації

У надзвичайних ситуаціях на підприємствах харчової галузі головним завданням є забезпечення безпеки працівників, збереження обладнання та недопущення псування продукції. Для цього впроваджують комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів.

Перш за все, на кожному підприємстві має бути розроблений план дій у надзвичайних ситуаціях. Він передбачає евакуацію персоналу, порядок дій у разі пожежі, витоку небезпечних речовин, аварії чи інших загроз.

Працівники повинні проходити регулярні інструктажі та навчання, під час яких їх ознайомлюють із правилами поведінки в надзвичайних умовах. Крім того, на підприємстві створюють аварійно-рятувальні бригади, які мають бути підготовлені до оперативних дій.

З технічного боку важливо мати систему оповіщення, яка повідомляє про небезпеку за допомогою звукових або світлових сигналів. Обов'язковим є наявність протипожежного обладнання, зокрема вогнегасників, систем пожежогасіння, датчиків диму. Також необхідно передбачити автоматичне відключення електрообладнання в разі аварії, особливо на критичних ділянках виробництва. Там, де є ризик викиду пилу або хімічних речовин, слід забезпечити герметизацію і надійну вентиляцію.

З точки зору санітарії, після надзвичайної ситуації слід обов'язково провести дезінфекцію приміщень і обладнання, особливо якщо сталася аварія, пов'язана з водопостачанням чи забрудненням продукції. Усі продукти, що могли бути забруднені, ізолюють до моменту перевірки. На підприємстві має бути запас питної води, медикаментів, а також засобів індивідуального захисту: респіраторів, протигазів, захисних костюмів.

Також потрібно подбати про безпечні умови для персоналу. Працівники мають бути забезпечені не лише ЗІЗ, а й доступом до медичної допомоги, а за потреби — психологічною підтримкою. Окремо варто зазначити важливість збереження документації та технічної інформації, зокрема через створення резервних копій.

Таким чином, забезпечення безпеки в умовах надзвичайної ситуації на харчових підприємствах — це не лише реагування на події, а й системна підготовка та запобігання можливим загрозам.

4.3. Стійкість підприємства в умовах виникнення надзвичайних ситуацій

Стійкість роботи об'єкта господарської діяльності — це здатність його в умовах НС випускати продукцію у запланованому обсязі та визначеної

номенклатури, а у разі слабких та середніх руйнувань або порушення матеріального постачання - відновлювати виробництво власними силами у короткий термін. На стійкість роботи об'єкта впливають такі фактори:

- захищеність робітників та службовців від уражальних факторів у НС;
- здатність інженерно-технічного комплексу об'єкта (будівель, споруд, обладнання та комунально-енергетичних мереж) протистояти руйнівній дії уражальних факторів аварій, катастроф, стихійного лиха та сучасної зброї;
- надійність постачання об'єкта електроенергією, водою, паливом, комплектуючими та сировиною;
- підготовленість об'єкта до проведення аварійно-рятувальних та відновлюваних робіт;
- оперативність управління виробництвом та здійсненням заходів ЦЗ у НС.

Підвищення стійкості об'єкта досягають проведенням комплексу інженернотехнічних, технологічних, організаційних заходів.

До інженерно-технічних заходів належать роботи, що забезпечують стійкість виробничих будівель і споруд, обладнання та комунально-енергетичних систем.

Технологічні заходи забезпечують підвищення стійкості об'єкта спрощенням технологічного процесу виробництва кінцевої продукції та виключенням або обмеженням розвитку аварій.

Організаційні заходи передбачають розробку ефективних дій керівного складу, служб та формувань ЦЗ, спрямованих на захист виробничого персоналу, проведення рятувальних та інших невідкладних робіт, а також відновлення виробництва.

Загальні висновки

Виконано огляд сучасного обладнання для сортування дисперсних матеріалів, наліз патентних матеріалів та літературних джерел.

Проведено розрахунок трієра марки БТХМ-2. Отримали значення основних параметрів: число обертів циліндра трієра 35 об/хв; діаметр циліндра 0,3 м; довжина циліндра 0,73 м.

В результаті розрахунку приводу трієра виконали підбір двигуна та розрахунок пасової передачі. Побудували траєкторії руху зерен куколлю після їх випадання із комірок циліндра, що дозволило визначити оптимальне місце для кріплення приймального жолоба.

Розроблено технологічний процес мехобробки валу приводу трієра: обґрунтовано вибір заготовки; розроблено маршрут механічної обробки; здійснено вибір інструменту; виконано розрахунок режимів різання; проведено технічне нормування процесу; визначення кількості необхідного обладнання.

Розглянуто заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

					КРБ 025.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Баб'як В.І.			Висновки	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Кравець О.І.							
Н. контр.		Ворощук В.Я				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МО-41			
Затверд.		Вітенько Т.М							

Перелік посилань

1. Вітенько Т., Ворощук В. Навчально-методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 – «Механічна інженерія». ФОП Паляниця, 2024. 52 с.
2. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
3. Ялпачик В. Ф., Ломейко О. П., Циб В. Г., Ялпачик Ф. Ю., Самойчук К. О., Олексієнко В. О., Шпиганович Т. О. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств : лабораторний практикум. Мелітополь : Таврійський державний агротехнологічний університет, 2014. 235 с.
4. Булига Ю. В., Веселовська Н. Р., Міськов В. П. Теорія різання. Розрахунок режимів різання : практикум. Вінниця : ВНТУ, 2019. 67с.
5. Бондаренко С. Г. Основи технології машинобудування : навчальний посібник. Львів : Магнолія, 2018. 500 с.
6. Паливода Ю. Є., Дячун А. Є., Лещук Р. Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.
7. Кирпа М. Технологія післязбиральної обробки та сушіння зерна / М. Кирпа // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. – 2017.

					КРБ 025.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Баб'як В.І.			Перелік посилань	Літ.		Арк.	Акрушів	
Перевір.		Кравець О.І.								
Н. контр.		Ворощук В.Я				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МО-41				
Затверд.		Вітенько Т.М								

8. Кравець, О. І.; Шинкарик, М. М. Компресійно-фільтраційне сушіння пружно-пластичних харчових мас. Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток технічних наук: проблеми та рішення», м. Брно (Чеська Республіка), 2018, 56-59.
9. Piddubnyi, V., Stadnyk, I., Kravets, O., Chahaida, A., Hushtan, T., Kahanets-Havrylko, L., ... & Rozbytska, T. (2023). Characteristics of mucous-forming polysaccharides extracted from flax seeds. *Slovak Journal of Food Sciences/Potravinarstvo*, 17(1).
10. Кравець О.І. Особливості фільтраційно-компресійного сушіння харчових мас / О.І. Кравець, М.М. Шинкарик // матеріали Міжн. наук.-техн. конф. «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій», 14-15 трав. 2020 р. Тернопіль : ТНТУ, 2020. С. 223.
11. Stadnyk, I., Piddubnyi, V., Kolomiiets, O., Chahaida, A., Kravets, O., Fedoriv, V., ... & Radchenko, I. (2025). Determining the influence of drum mixer parameters on the change in dough components concentration at the initial mixing stage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2.
12. Лобур Д.Ю. Шляхи зниження енергоємності процесів сушіння дисперсних матеріалів / Д.Ю. Лобур, О.І. Кравець // зб. тез доп. XIII Міжн. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 11-12 грудня 2024 р. Тернопіль : ТНТУ, 2024. С. 335-336.
13. Кравець В.І. Вплив пористості казеїну на процес його компресійно-фільтраційного сушіння / В.І. Кравець, М.А. Стадницький, М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // мат. Міжнародної науково-практичної конференції: «Біотехнології продовольчих продуктів: проблеми і перспективи» 10 грудня 2024 р. м. Київ : ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод». 2024. С.41-44.
14. Improvement of environmental sustainability of milk processing enterprises / Oleh Kravets, Mariia Shynkaryk, Viktor Kravets // Scientific

Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 114. — No 2. — P. 111–118.

15. Shynkaryk, M., Kravets, O., & Venhrynovych, S. (2021). Features of pressing the juice from viburnum berries. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 101(1), 94-101.
16. Мостенська Т. Г. Екологічні загрози при виробництві харчових продуктів // Екологічні проблеми. – 2015. № 3. – С.93-99.
17. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.
18. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.
19. Пилипець М.І. Раціональні способи виготовлення заготовок для одиничного і дрібносерійного виробництва/ М.І. Пилипець, О.М. Пилипець //Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин“, 2021. - с.13
20. Pylypets M. I. Designing uniformly loaded threaded connections M. I. Pylypets, O.M. Pylypets, V. R Pankiv Modern research in technical sciences: the impact of martial law in Ukraine (March 6–7, 2024. Riga, the Republic of Latvia) : International scientific conference. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024,-p.11-16.

Додатки

Специфікації