

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Навчально-науковий Інженерно-технічний  
інститут ім.акад. І.С. Гулого**

**Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій  
проектування**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)  
\_\_\_\_\_ Блаженко С.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Мирончук В.Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 133 «Галузеве машинобудування»  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Модернізація ротаційного каменеуловлювача з  
удосконаленням приводу

Виконав: здобувач V курсу, групи 1 Кислий Лев Олександрович  
(прізвище та ініціали)

Керівник Олішевський Валентин Вікторович \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній  
роботі немає запозичень із праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого  
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування  
Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва)  
Освітня програма «Обладнання переробних і харчових виробництв»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТОКТП  
проф. Мирончук В.Г.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **З А В Д А Н Н Я** **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Кислий Лев Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація ротаційного каменеуловлювача з удосконаленням приводу

керівник проекту (роботи) Олішевський Валентин Вікторович, доц., канд. тех. наук

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2020 р. № 934-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання.

2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): анотація, зміст; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень, техніко-економічне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту, опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології; загальні висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2 аркуші;

Технологія машинобудування – 1 аркуш.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологія машинобудування			

7. Дата видачі завдання: 14.09.2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	30.09.2020	
2	<i>Вступ</i>	09.10.2020	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	16.10.2020	
4	<i>Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.</i>	23.10.2020	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	30.10.2020	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	13.11.2020	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	13.11.2020	
8	<i>Розрахункова частина</i>	20.11.2020	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	30.11.2020	
10	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	11.12.2020	
11	<i>Опис системи управління</i>	18.12.2020	
12	<i>Заходи щодо охорони праці, екології</i>	18.12.2020	
13	<i>Висновки</i>	30.12.2020	
14	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А3</i>	15.01.2021	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.02.2021	

**Здобувач** \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Кислий Л.О.**  
(прізвище та ініціали)

**Олішевський В.В.**  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему «Модернізація ротаційного камінеуловлювача з удосконаленням приводу» передбачає модернізацію приводу ротаційного каміневловлювача шляхом зміни компоновки розташування приводу та виконання додаткових уловлюючих карманів.

Це дає змогу підвищити надійність обладнання та покращити видалення важких домішок.

В роботі розглянуті конструкції сучасних каменевловлювачів, які виготовляються на ТОВ ТМА, Putsch, ВМА, «Фів Ліль Кай».

Окремі розділи присвячені розробці рекомендацій щодо ремонту, монтажу та обслуговуванню ротаційного каменевловлювача, пропозиції щодо усунення основних недоліків в його роботі а також рекомендації щодо забезпечення охорони праці та техніки безпеки працюючих на тракті подачі буряків.

В кваліфікаційній роботі проведено необхідні розрахунки модернізованого каменевловлювача, що підтверджують роботоздатність обладнання. Також розроблено технологічний процес виготовлення валу.

Пояснювальна записка складається з 10 розділів. Графічна частина проекту складається з 5 креслень формату А1.

Ключові слова: каменевловлювач, барабан, буряки, очищення.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Кислий Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Анотація</b>	<b>06-3217.ДП.10.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

## SUMMARY

Qualification work on "Modernization of the rotary stone catcher with the improvement of the drive" involves the modernization of the drive of the rotary stone catcher by changing the layout of the drive and the implementation of additional catch pockets.

This allows you to increase the reliability of the equipment and improve the removal of heavy impurities.

The paper considers the designs of modern stone catchers, which are manufactured by TMA, Rutsch, VMA, and Thebes Lille Kai.

Separate sections are devoted to the development of recommendations for repair, installation and maintenance of the rotary stone catcher, proposals to eliminate the main shortcomings in its work, as well as recommendations for occupational safety and health of workers working on the beet feed tract.

In the qualification work the necessary calculations of the modernized stone catcher are confirmed, which confirm the operability of the equipment. The technological process of shaft manufacturing has also been developed.

The explanatory note consists of 10 sections. The graphic part of the project consists of 5 drawings of A1 format.

Key words: stone catcher, drum, beets, cleaning.

## ЗМІСТ

	Вступ.....
1	Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі....
2	Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.....
3	Характеристика вихідної сировини і готового продукту.....
4	Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.....
5	Вибір конструкційних матеріалів.....
6	Розрахункова частина.....
7	Технологічний маршрут виготовлення деталі.....
8	Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту.....
9	Опис системи управління.....
10	Заходи щодо охорони праці, екології.....
	Висновки.....
	Список використаної літератури.....
	Специфікація.....

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Кислий Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>	<b>06-3217.ДП.10.000 ПЗ</b>		
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>
					<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>

## ВСТУП

Бурякоцукрова галузь в Україні завжди займала провідне місце в структурі аграрного сектора економіки. Від рівня його розвитку та ефективності функціонування залежить добробут та робочі місця для населення, продовольча безпека держави, рівень експортного потенціалу. Низький обсяг виробництва цукрових буряків та цукру, спричинений негативними організаційно-економічними, техніко-технологічними та чинниками.

На сьогоднішній день, серед експертів поширена думка, що сукупний виробничий потенціал цукрових заводів України використовується максимум на 35-40%, і для повного забезпечення внутрішнього ринку цукру в Україні достатньо 35-45 цукрових заводів.

За останні роки в цукровій галузі України сформувалась група вертикально інтегрованих холдингових компаній, які переробляють близько 70-80% вирощених цукрових буряків. У розвитку і становленні великих приватних цукрових формувань є багато позитивного. Такі структури мають можливість концентрувати капітал та інвестувати його в розвиток галузі, здійснювати реконструкцію і модернізацію наявних цукрових заводів та будувати нові.

За декілька останніх років великі агрохолдинги інвестували значні кошти в переоснащення та модернізацію цукрових заводів, що дало змогу зменшити втрати цукру в процесі виробництва.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Олшебський В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Кислий Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>		<b>06-3217.ДП.10.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>

# 1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

Для видалення важких домішок з водної суміші коренеплодів застосовуються каменевловлювачі.

Принцип роботи їх ґрунтується на розділенні суміші предметів з різними величинами густини. На сучасних бурякопереробних підприємствах для видалення важких домішок використовуються каменевловлювачі безперервної дії ротаційного типу.

Відділення важких домішок в них відбувається по шляху руху суміші, а їх переміщення і відбір – в напрямку, протилежному течії суміші в гідротранспортері.

Двокарманний каменевловлювач РЗ-ПУБ являє собою перфорований барабан, на зовнішній та внутрішній поверхні якого закріплені стрічкові витки. Барабан вловлювача закріплений на валу за допомогою спиць. Вал опирається на два підшипники. На зовнішній поверхні барабана закріплений втулковороликовий ланцюг, який виконує роль вінцевої шестірні. Вловлювач приводиться в рух від приводу, що складається електродвигуна, клинопасової передачі, редуктора і зірочки.

З боку входу суміші до барабана прикріплений кільцевий приймальник, що має два кармани. Вони з'єднані отворами з зовнішньою і внутрішньою порожниною барабана. Кільцевий приймальник з карманами одночасно є і піднімачем для подачі домішок в лоток.

Суміш води і коренеплодів разом з домішками, рухаючись по гідротранспортеру, потрапляє в кільцевий приймальник з двома отворами і переходить на внутрішню поверхню перфорованого барабана.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Олшебський В	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Разробник документа Кислий Л.	Назва, додаткова назва Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі		06-3217.ДП.10.001 ПЗ			
	Документ затверджено Миронюк ВГ.						

Завдяки тому, що швидкість потоку в каменевловлювачі зменшується, то важкі домішки осідають на внутрішню поверхню барабана, а коренеплоди, знаходячись в зваженому стані, рухаються далі. При обертанні барабана внутрішні витки шнека переміщують домішки проти потоку коренеплодів і води до розширеної частини барабана. Одночасно зовнішні витки шнека транспортують до кільцевого приймальника, дрібні домішки, що проникли через отвори барабана і осіли на дні корпусу каменевловлювача. Кармани приймальника, що обертаються разом з барабаном, по чергово занурюються і виходять з заповненої водою частини барабана каменевловлювача. При цьому в кармани через зовнішні отвори потрапляє пісок, що осів на дні корпусу каменевловлювача, а через внутрішні отвори - камінці, що осіли в кільцевому каналі на внутрішній поверхні барабана. При обертанні вловлювача вода з напівкільцевих карманів і виходить у внутрішню частину каменевловлювача через внутрішні отвори. В перерізі отвору потік води рухається з такою швидкістю, що пропускає в карман камінці і не дає можливості осіданню коренеплодів і при подальшому обертанні барабана камінці і пісок піднімаються карманом вгору і вивантажуються на лоток. Каменевловлювач не вимагає додаткової затрати води для відділення важких домішок від коренеплодів. Затрата потужності на привід складає 2,8 кВт. Продуктивність ротаційних карманних каменевловлювачів визначається за паспортними даними. Однак, при виборі розмірів отворів для вловлювання камінців і частоти обертання барабана слід враховувати, що швидкість висхідного потоку води повинна знаходитись в межах 0,3-0,38 м/с.

## Технічна характеристика каменевловлювача РЗ-ПУБ

Параметри	РЗ-ПУБ-3	РЗ-ПУБ-6
Продуктивність по буряку	3 000	6 000
Ефект уловлення, %	98	98
Потужність приводу, кВт	3	4
Габаритні розміри, мм.		
Довжина	5 405 (4 775)	6 195 (5 595)
Ширина	3 700 (3 232)	3 920 (3 390)
Висота	2 930 (3 150)	3 190 (3 150)

**Конструкція модернізованого ротаційного каменевловлювача РМЗ-ПУБ** який виготовляє ООО НФП Адвісмаш представлена на рис. 1.1

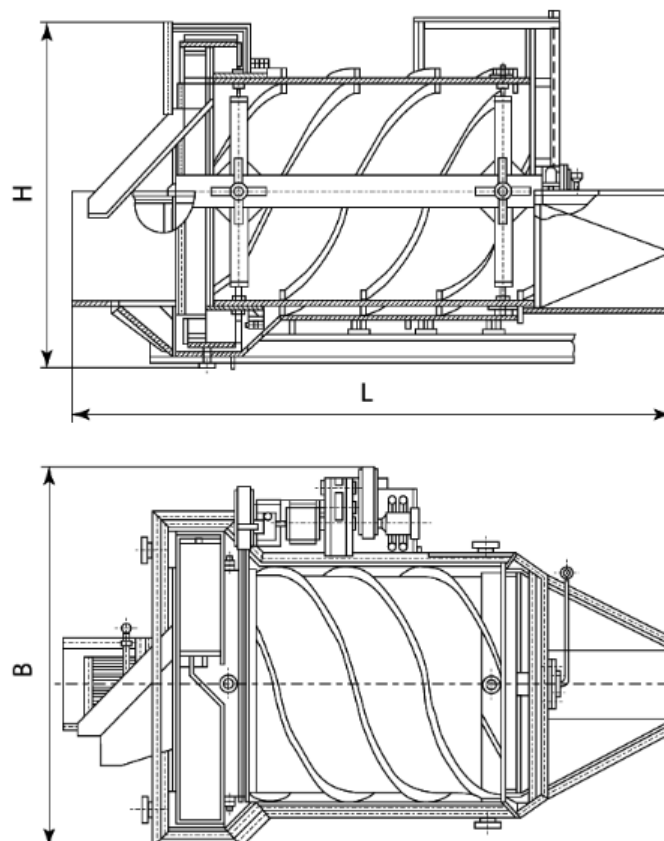


Рис. 1.1. Ротаційний каменевловлювач РМЗ—ПУБ

Такі каменевловлювачі мають збільшену кількість карманів, є більш ефективними та широко використовуються на підприємствах України та країн СНД. Їх технічна характеристика наведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Технічна характеристика каменевловлювачів РМЗ-ПУБ

Марка обладнання	РМЗ-ПУБ-3	РМЗ-ПУБ-6
Продуктивність по буряку, т/доб	3000	6000
Установлена потужність, кВт	3	4
Внутрішній діаметр барабану, мм	2000	2300
Частота обертання барабана, с <sup>-1</sup>	0,04	0,045
Кількість карманів, шт	3	4
Ефект уловлення домішок, %	98	99
Габаритні розміри, мм	4750x3473x3030	6195x3390x3380

**Ротаційний каменевловлювач TSA** видаляє камені, гравій та пісок з потоку промивання і транспортує їх за допомогою підйомного колеса для каменів до розвантажувального пристрою.

Каменевловлювач TSA складається з корпусу машини (ванна), в якому встановлений барабан на опорних хрестовинах спеціальної конструкції для оптимізації потоку, а також розвантажувального жолоба для каменів, що знаходиться зовні ванни (рис. 1.2).

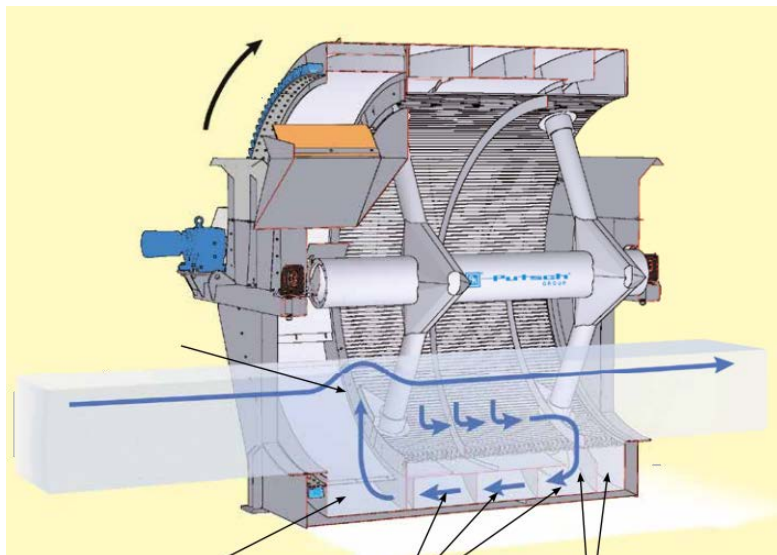


Рис. 1.2. Розріз моделі каменевловлювача TSA

Барабан розділений на дві частини: підйомне колесо для каменів і сепаруючий барабан. Регульована кільцева діафрагма відділяє обидві секції один від одного і оптимізує рівень води в барабані. У зносостійкій вловлюючій голівці знаходяться кармани. Обсяг і кількість карманів розраховуються на підставі відповідної кількості каменів і їх максимального розміру. Отвори карманів одночасно є випускними отворами для створеного всередині машини потоку підйомної води. Регулююча діафрагма у кожного карману регулює швидкість вихідної води.

Елементи для створення потоку підйомної води повернення каменів і гравію знаходяться в двостінній зовнішній обшивці барабана. Шнековий канал на зовнішній стороні барабана безперервно очищає нижню частину корпусу. Він запобігає абразивному зносу і заклинюванню барабана.

В якості приводу каменевловлювача TSA використовуються редукторні двигуни і зубчасте колесо. Воно складається з запатентованих, замінних окремо зубчастих сегментів. Залежно від конструктивного розміру машини застосовуються один або два двигуна.

Сепаруючий барабан служить для відділення більш легких, більш дрібних каменів, гравію та піску. Вони провалюються крізь щільне сито і

направляються всередині барабана назад до підйимального колеса для каменів, яке видаляє їх разом з іншими каменями.

Розташований всередині на сепаруючому барабані спіральний пристрій для каменів також транспортує великі камені назад до головки з карманами і розвантажувального жолоба для каменів.

Таблиця 1.

Технічна характеристика каменевловлювача TSA

	3000	3500	4000	4500	5200
Габаритні розміри, мм					
-довжина	4240	4380	4455	5200	5570
-ширина	3280	3800	4600	5240	5800
-висота	3080	3550	4070	4620	5250
Кількість карманів	4	4	6	6	6
Маса порожнього, т	10,5	12	18	21	28
Продуктивність по камінню т/год	42	33	45	38	43
Кількість приводів	1	1	1	2	2
Потужність приводу, кВт	5,5	5,5	7,5	5,5	7,5

**Барабанний каменевловлювач ТКА фірми Putsch** складається з корпусу, в якому розташований барабан (рис. 1.3).

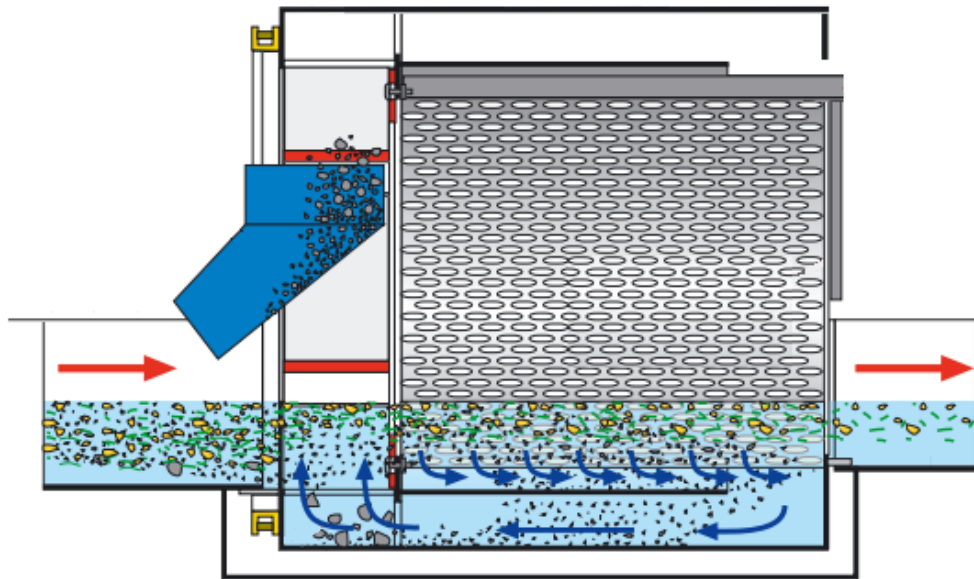


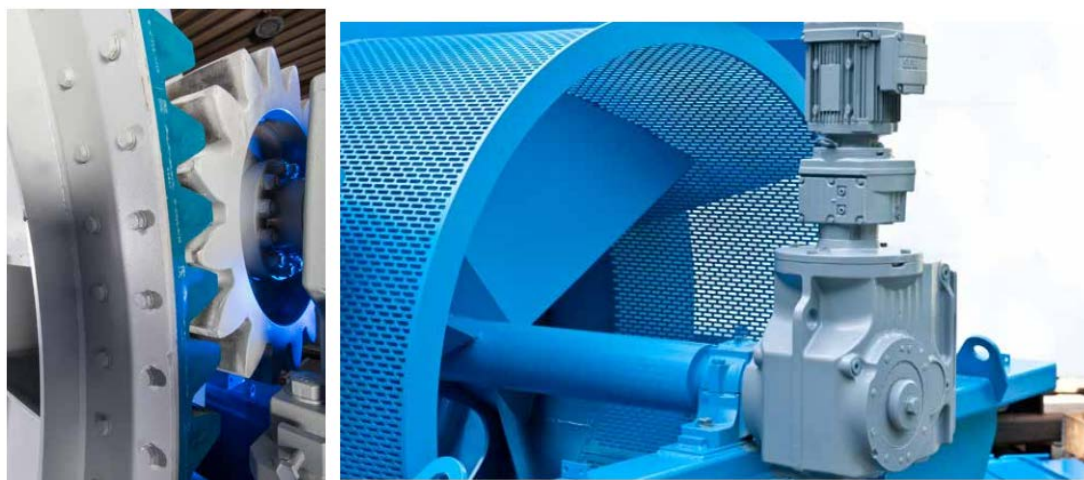
Рис. 1.3. Каменевловлювач ТКА: 1 – лоток гідротранспортера; 2 – вивантажуючий лоток; 3 – уловлюючий карман; 4 – ситовий барабан; 5 – зовнішня оболонка; 6- внутрішня оболонка

Корпус інтегрований в канал гідротранспортера 1. В передній частині барабана знаходиться головка з уловлюючими карманами 3. До неї прикріплений порожній циліндр, який складається з ситового барабана 4, внутрішньої 5 і зовнішньої оболонок 6. Між зовнішньою і внутрішньою оболонками знаходяться кілька спіралеподібних розділових стінок, які представлені як гідротранспортерний канал. В кінці кожного каналу знаходиться відповідний уловлюючий карман.

## Технічна характеристика каменевловлювача TSA

Тип	3000	3500	4000	4500	5200
Діаметр ситового барабану, мм	2000	2500	3000	3500	4000
Ширина, мм	3312	3763	4433	4976	5612
Висота, мм	3033	3598	4178	4684	5230
Мінімальна довжина зовнішньої з'єднувальної частини, мм	1600	1600	1900	1900	2500
Кількість карманів	4	4	6	6	6
Потужність приводу прямого приводу, кВт	4	5,5	7,5	11	15

На відміну від попередньої конструкції ротаційного каменевловлювача, дана модель має прямий привід (рис. 1.4).



а) – TSA

б) TKA

Рис. 1.4. Конструкції приводів ротаційних каменевловлювачів фірми Putsch

## 2.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

В технологічній схемі цукрових заводів використовується гідравлічне транспортування цукрових буряків на перероблення з місць розвантаження чи зберігання. В той же мають місце наступні проблеми:

- висока забрудненість сировини сторонніми домішками: легкими (бур'яни, не зв'язана і зв'язана гичка, мезга та ін.); важкими (каміння, грудки землі та ін.), а також зв'язані ґрунти (земля) у впадинах і раковинах коренів цукрових буряків, призвели до труднощів або неможливості ритмічної подачі цукрових буряків в необхідній кількості на перероблення, в тому числі і у зв'язку з замулюванням лотків гідротранспортера;

- висока травмованість і подрібнення коренів цукрових буряків в процесі збирання з полів, навантажувальних і розвантажувальних робіт на транспортні засоби, подачі на перероблення з місць розвантаження чи місць зберігання, призвело до значних втрат сировини і цукру в бурякопідготовчому відділенні цукрового заводу у зв'язку з довгочасним знаходженням пошкоджених коренів в транспортерно-мийній воді.

На більшості цукрових заводів України встановлені каменевловлювачі ротаційного типу РЗ-ПУБ-3 та РЗ-ПУБ-6. Їх основним недоліком є незадовільне видалення таких мілких домішок як пісок, оскільки після того як мілкі домішки просипались через отвори перфорованого барабана і повинні транспортуватись зовнішніми шнековими витками по коритоподібному днищу до вивантажувального колеса вони, внаслідок наявності зазору між зовнішніми витками шнека і напівциліндричним корпусом, виносяться збуреним потоком рідини за межі ротаційного вловлювача. Крім того, ці каменевловлювачі мають лише 2 вловлюючі кармани та є досить енергозатратним обладнанням.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Олшебський В	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Кислий Л.	Назва, додаткова назва Техніко-економічне, соціальне обґрунтування		<b>06-3217.ДП.10.002 ПЗ</b>			
Документ затверджено Миронюк ВГ.				Інд.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>1/2</b>

Такі каменевловлювачі для створення висхідного потоку перекачують 150 і 300 м<sup>3</sup>/год води і пропускають через уловлюючий пристрій за годину 125 і 250 т буряків. Це потребує передавати на ланцюговий участок приводу значний крутний момент, що призводить до його швидкого зношування.

Заміна ланцюгової передачі на привід, що складається із зубчастого вінця, виконаного із окремих сегментів та двох мотор-редукторів, встановлених по два боки від нього забезпечить більший період експлуатації обладнання. Зубчатий вінець виконаний з окремих сегментів дозволяє швидко замінити необхідну ділянку і є економічно вигідним.

Метою зменшення впливу вищезазначених проблем і більш ефективної роботи з буряками, є:

- зменшення витрат робочої сили на усіх етапах очищення та переміщення бурякової сировини на перероблення: безперервно, ритмічно і в необхідній кількості на протязі години, доби, декади та на протязі усього сезону виробництва цукру;

- удосконалення схем і обладнання бурякопідготовчих відділень цукрових заводів спроможних забезпечити ефективну переробку буряків великої забрудненості і високого ступеню подрібнення;

Якісне очищення буряків від важких домішок є актуальною та невирішеною проблемою до теперішнього часу. Обладнання, що використовується для цього не дає очікуваного результату внаслідок його низької ефективності. Встановлення на тракті подачі буряків на завод кількох одиниць такого обладнання призводить лише до часткового покращення процесу уловлювання при безумовних витратах на електроенергію та ремонтні роботи.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКТУ

Буряководяна суміш складається з транспортерної води, коренеплодів, органічних і неорганічних домішок.

До неорганічних домішок належать: камінці, пісок і земля; до органічних – сухе листя, хвостики діаметром менше 1 см, зелена маса (ботва, бадилля, трава, бур'яни). Величина загальної забрудненості коливається в широких діапазонах (10...30% км.с.) і залежить від технології вирощування, збирання буряків, погоди, умов та способів доставки, кількості перевалок, тощо.

Вже при виконанні на складі транспортерно-складських операцій загальна забрудненість буряків може зменшитись на 20...50%. Решта домішок разом з буряками складається в кагати або одразу потрапляє в лотки гідротранспортеру.

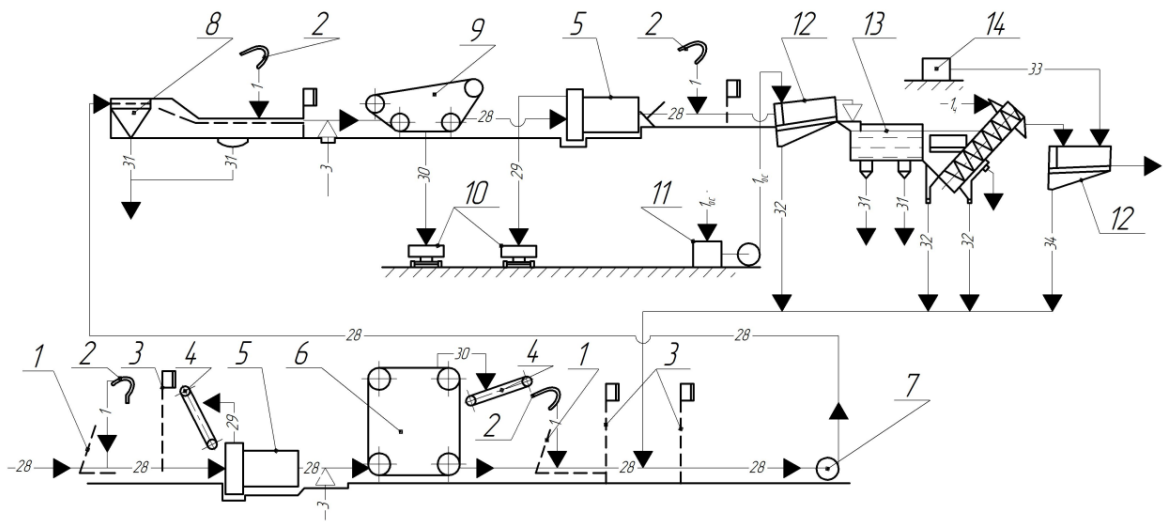
Для орієнтовної оцінки задач, що підлягають вирішенню при гідроподачі буряків гідротранспортерами, наведемо наступні припущення, в основу яких покладемо усереднені дані роботи.

Приймаємо усереднену забрудненість коренеплодів, що поступили після перевалок, рівною 5 %. Вважаємо, що каміння в її складі 5 %, піску – 30 %, землі 65 %.

Незважаючи на турбулентний режим переміщення потоку буряководяної суміші вони формують його пошарове структуру. Коренеплоди та камені рухаються в придонному шарі, пісок, відстаючи від води - в середньому і земля - у верхньому.

Апаратурно-технологічна схема тракту подачі показана на рис. 3.1

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Кислий Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Характеристика вихідної</i> <i>сировини і готового продукту</i>		<b>06-3217.ДП.10.003 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>



Умовні позначення		Вид робочого середовища
Буквене	Графічне	
1	1	Вода
1 <sub>ос</sub>	1 <sub>ос</sub>	Освітлена вода
1 <sub>ч</sub>	1 <sub>ч</sub>	Чиста вода
3	3	Повітря
28	28	Буряководяна суміш
29	29	Каміння
30	30	Плаваючі легкі домішки
31	31	Пісок
32	32	Транспортерно-мийна вода
33	33	Розчин антисептика
34	34	Мийна вода
35	35	Хвостики
36	36	Буряки

Рис. 3.1. Апаратурно-технологічна схема тракту гідроподачі

Встановлені на тракті гідроподачі каменевловлювачі видаляють 98% каменів, тобто з 24% піску половина (фракції 0,5 ... 1 мм) уловлюють камені і пісковловлювачі. Решта 12% піску і повністю 52% землі несуться потоком буряководяної суміші, відокремлюються від буряка на водовіддільниках, надходять у відстійники і виводяться з замкнутого контуру транспортерно-мийної води у вигляді концентрованої суспензії, що перекачується на поля фільтрації. Баланс води в контурі підтримується за рахунок введення чистої води в мийні комплекси.

Застосування гідроподачі буряка в лотки забезпечує інтенсивний початок процесів гідрокласифікації складових буряководяної суміші в гідротранспортері.

## 4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ

За базову модель для модернізації було прийнято конструкцію 4-х карманного каменевловлювача РЗ-ПУБ-6, оскільки каменевловлювачі цього типу відрізняються простотою конструкції, надійністю в роботі та високою ефективністю уловлення домішок (98%).

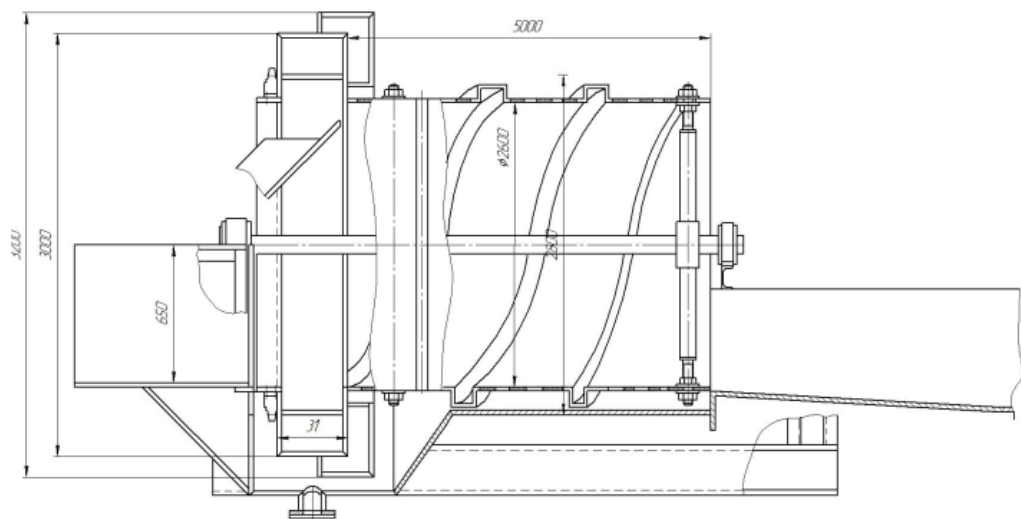


Рис. 4.1. Загальний вигляд каменевловлювача

Для роботи з такою конструкцією немає необхідності в спеціально навченому персоналі і додаткових витратах води, що суттєво знижує величину експлуатаційних витрат.

Каменевловлювач за допомогою перехідних коробів з'єднується з вхідним та вихідним лотками гідротранспортера. Зі сторони входу суміші до корпусу уловлювача кріпиться розвантажувальний жолоб для відведення уловлених домішок. Він оснащений зносостійким гумовим покриттям, яке знижує шум.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Олшеський В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Кислий Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</b>	<b>06-3217.ДП.09.004 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/3</b>

На корпусі встановлено дві поперечні балки, на яких закріплено два підшипники, в яких з частотою  $2,75 \text{ хв}^{-1}$  обертається пустотілий вал зі спицями, що несуть на собі перфорований барабан.

До зовнішньої і внутрішньої поверхонь барабана приварені по гвинтовій лінії полоси, які утворюють стрічкові шнеки.

Зі сторони входу буряководяної суміші до барабана приєднана вловлююча головка, що являє собою двухпотоковий уловлювальний пристрій, який виконано у вигляді чотирьох коаксіально розташованих напівкільцевих камер з двома отворами: для входу і виходу води.

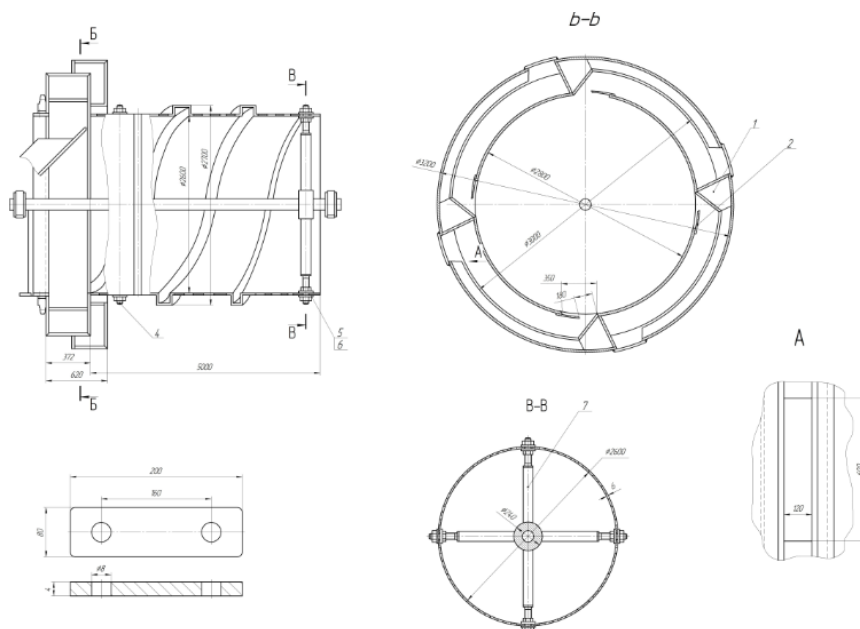


Рис. 4.2. Будова модернізованого каменевловлювача

Сусідні камери розділені перегородками, встановленими під кутом  $45^\circ$ . Разом з боковими стінками вони утворюють кармани з отворами для виходу води.

Величини площ вихідних отворів встановлюються різними за рахунок переміщення накладних планок на одній з їх сторін. Накладки встановлюють і фіксують в положеннях, які при сталій частоті обертання головки ( $2,7 \dots 3,0$

хв<sup>-1</sup>) забезпечують різні швидкості потоків води що витікає з них (у межах 0,18...0,38 м/с).

Для того, щоб в карман з малою швидкістю потоку води (0,18 м/с) не потрапляли коренеплоди, його отвір перекривають решіткою, з прутками Ø8...10 мм, які встановлені паралельно.

В якості приводу ротаційного каменевловлювача використовується система приводу з використанням моторредуктора, що встановлений на осі трубовала барабана.

#### 4. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

При виборі конструкційних матеріалів, з яких буде виготовлено деталі та вузли ротаційного каменевловлювача, слід враховувати декілька факторів: матеріали мають бути дозволені МОЗ України, можуть використовуватись для обладнання харчової промисловості, бути стійкими до корозії та економічно вигідними.

Модернізований каменевловлювач має електрозварний корпус з листової сталі марки 3 (ДСТУ 7809:2015). Зі сторони виходу буряководяної суміші корпус має ділянку, що поступово звужується до розмірів поперечного перетину гідротранспортера.

Для спуску води з корпусу уловлювача передбачено зливний патрубок, виконаний із конструкційної сталі С30Е (ДСТУ 7809:2015)

В корпусі уловлювача обертається ситчатий барабан, який закріплений на валу за допомогою спиць з труб. Вал барабана виготовлений із конструкційної сталі 45. Його встановлено на шарикопідшипниках, виконаних з сталі марки 18CrNiMo7-6 (ДСТУ 7809:2015).

Обертвий барабан та корпус мають ділянку великого розміру. Ця ділянка барабана виконана з листової сталі і являє собою пустотіле кільце що має зовнішню та внутрішню обичайки.

Зі сторони подачі буряководяної суміші ситчатий барабан має викидну головку з сегментними карманами, які видаляють крупні та дрібні домішки.

До корпусу зі сторони входу суміші прикріплено вивантажувальний жолоб, який покрито шаром зносостійкої гуми 52-446 МБМ(П), що відповідає ДСТУ ISO 1817-2016.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Олшебський В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Кислий Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вибір конструкційних матеріалів</b>		<b>06-3217.ДП.10.005 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

До внутрішньої та зовнішньої поверхні ситчастого барабана приварені шнекові полоси зі сталі марки 20 (ДСТУ 7809:2015).

Внутренняя шнековая лента предназначена для противоточного продвижения в сторону полукольцевых ковшей крупных тяжелых примесей.

Зовні ситчастого барабану розташований зубчастий вінець зі сталі марки 20, який складається з окремих взаємозамінних сегментів.

Узагальнений перелік конструкційних матеріалів, використаних в модернізованій конструкції каменевловлювача ротаційного типу наведено в табл. 5.1

Таблиця 5.1

Перелік матеріалів, використаних у конструкції каменевловлювача та дозволених органами Держнагляду

Найменування матеріалу, марка	ДСТУ	Номер та дата дозволу МОЗ України
Сталь вуглецева якісна конструкційна: 20 45 С30Е 18CrNiMo7-6 Ст. 3	ДСТУ 7809:2015	№61, 26.05.2015
Гума (харчова) 52-446 МБМ(П) тип 6 (міцна, робоча температура до 100 °С)	ДСТУ ISO 1817- 2016 ДСТУ ISO 9001:2015	№59, 16.08.2016 №62, 15.06.2015

## 7. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 7.1. Конструкційний розрахунок

Добова продуктивність – 6 тис т/доб

Потужність електродвигунів приводу – 4 кВт

Кількість уловлюючих карманів – 4 шт

Переріз вікон кармана, який регулюється заслонкою, ( мм.)

ширина – 400

довжина (max) – 320

довжина (min) – 220

Переріз вікна кармана з решіткою (мм)

довжина – 600

ширина – 400

Швидкість вихідного потоку води:

Відкритих карманів, м/с – 0,3

Кармана з решіткою, м/с – 0,18

Витрати води на гідротранспортер – 700% до маси коренеплодів

Ширина гідротранспортера – 800 мм

Для цукрового заводу, що переробляє 6000 тонн буряків за добу визначимо площу поперечного перерізу барабану каміневловлювача, м<sup>2</sup>:

$$F = \frac{Q}{v \cdot \rho \cdot \psi \cdot 3600 \cdot 24} \quad (7.1)$$

де  $v = 0,18$  м/с – швидкість руху буряководяної суміші через барабан каміневловлювача;  $\rho = 500$  кг/м<sup>3</sup> – густина буряководяної суміші;  $\psi = 0,2$  – коефіцієнт заповнення барабана буряководяною сумішшю.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Олшебський В	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Кислий Л.	Назва, додаткова назва <b>Розрахункова частина</b>	06-3217.ДП.10.006 ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук ВГ.		Інд.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш 1/6

$$F = \frac{6000 \cdot 1000}{0,8 \cdot 500 \cdot 0,2 \cdot 3600 \cdot 24} = 5,14 \text{ м}^2$$

Виходячи з того, що барабан каміневловлювача є циліндр, визначимо його діаметр, м:

$$D_{\sigma} = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \quad (7.2)$$

$$D_{\sigma} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,14}{\pi}} = 2,55 \text{ м}$$

Приймаємо внутрішній діаметр барабана каміневловлювача  $D_{\sigma} = 2600$  мм.

При коефіцієнті заповнення  $\psi = 0,2$  визначимо геометричний об'єм барабану, м<sup>3</sup>:

$$V_{\sigma} = \frac{Q_c \cdot \tau}{\rho \cdot \psi}, \quad (7.3)$$

де  $Q_c = \frac{6000 \cdot 1000}{24 \cdot 60 \cdot 60} = 69,4$  - секундна продуктивність каміневловлювача

по буряку;  $\tau = 15$  сек. – тривалість проходження буряководяної суміші через каміневловлювач.

$$V_{\sigma} = \frac{69,4 \cdot 15}{500 \cdot 0,2} = 10,4 \text{ м}^3$$

Знаючи об'єм барабана, визначаємо його довжину, м:

$$L_{\sigma} = \frac{4 \cdot V_{\sigma}}{\pi \cdot D_{\sigma}} \quad (7.4)$$

$$L_{\sigma} = \frac{4 \cdot 10,4}{\pi \cdot 2,6} = 4,5$$

Виходячи з конструктивних міркувань приймаємо відстань між спицями барабана  $L_{\text{спиц.}} = 1,6$  м. Тоді дійсну довжину барабану приймаємо 5 м.

Для розрахунку потужності, що затрачається на обертання перфорованого барабану та викидної частини необхідно конструктивно задатись розмірами.

Діаметр зовнішнього барабану викидної частини каменевловлювача більший діаметру барабану на 500...900 мм. Приймаємо його рівним  $D_2=3,0$  м

Діаметр внутрішнього барабану викидної частини більший діаметру барабану каменевловлювача на 200 мм, тобто 2,8 м.

При таких розмірах та товщині обичайки  $\delta_2 = 6$  мм об'єм металу зовнішнього барабану викидної частини:

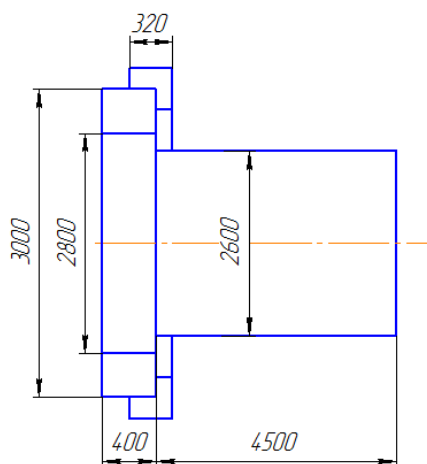


Рис. 7.1. Габаритні розміри барабану

$$V_2^{306} = \pi \cdot D_2 \cdot \delta_2, \text{ м}^3$$

$$V_2^{306} = \pi \cdot 3,0 \cdot 0,006 = 0,056 \text{ м}^3$$

Маса викидної частини обичайки:

$$m_2^{306} = V_2 \cdot \rho, \text{ кг}$$

де  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$  – густина металу,

$$m_2^{306} = 0,056 \cdot 7800 = 441 \text{ кг}$$

Маса внутрішньої обичайки викидної частини каменевловлювача:

$$V_2^{вн} = \pi \cdot D^{вн} \cdot \delta_2 = \pi \cdot 2,6 \cdot 0,006 = 0,0490 \text{ м}^2$$

$$m_2^{вн} = 0,038 \cdot 7800 = 282 \text{ кг}$$

Визначимо масу барабану вловлювача при товщині листа  $\delta_1 = 5 \text{ мм}$ :

$$V_{бар}^1 = \pi \cdot D_{\delta} \cdot \delta_1 = \pi \cdot 2,8 \cdot 0,005 = 0,044 \text{ м}^3$$

$$m_{бар}^1 = 0,044 \cdot 7800 = 343 \text{ кг}$$

Загальна маса деталей, що обертаються (внутрішньої та зовнішньої обичайки викидної частини барабану та сам барабан), кг:

$$m = k(m_2^{306} + m_2^{вн} + m_{бар}^1)$$

де  $K = 1,3$  – коефіцієнт, що враховує масу деталей не врахованих при розрахунку (маса валу, спиць, різьбових з'єднань, шнеків та ін.).

$$m = 1,3 \cdot (441 + 282 + 343) = 1386 \text{ кг}$$

Визначимо масу буряководяної суміші у барабані вловлювача, кг:

$$m_{\delta} = V_{\delta} \cdot \rho \cdot 0,2 = 10,4 \cdot 500 \cdot 0,2 = 1040 \text{ кг}$$

Також необхідно врахувати масу буряководяної суміші в карманах викидної частини каменевловлювача. Так як викидна частина каменевловлювача заповнена в основному водою, піском та камінням, густину суміші приймаємо рівною  $\rho = 1100 \text{ кг/м}^3$

$$m_{\delta,2} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} L_2 \cdot \psi \cdot \rho$$

$$m_{e.z} = \frac{\pi \cdot 9}{4} 4,5 \cdot 0,2 \cdot 1100 = 635,8 \text{ кг}$$

Загальна маса обертальних частин каменевловлювача та буряководяної суміші в ньому:

$$m_{заг} = m + m_{б} + m_{e.z} = 1386 + 1040 + 635,8 = 3061,8 \text{ кг}$$

Для визначення потужності, що затрачується на підняття домішок в ковші знайдемо їх реальну масу за один оберт барабану.

Один оберт барабана при частоті обертання 3 об/хв відбудеться за час:

$$T = 60/3 = 20 \text{ с}$$

При продуктивності заводу 3000 т. бур/добу та степені забруднення буряка в 10% за час одного оберту барабану каменевловлювача (20 с) можлива кількість домішок складає:

$$m_{д} = 0,2Q_c \cdot \tau$$

$$m_{д} = 0,2 \cdot 69,4 \cdot 20 = 138$$

Потужність, що необхідна для підняття домішок в викидній частині, кВт:

$$N_1 = \frac{2,4 \cdot m_{д} \cdot g \cdot R_{e.z}}{1000} = \frac{2,4 \cdot 138 \cdot 9,81 \cdot 1,3}{1000} = 4,24 \text{ кВт}$$

Потужність, що витрачається на тертя в підшипниках:

$$N_2 = \frac{m \cdot g \cdot f \cdot \pi \cdot d \cdot n}{60000} = \frac{3061,8 \cdot 9,81 \cdot 0,05 \cdot 3,14 \cdot 0,15 \cdot 3}{60000} = 0,03$$

де коефіцієнт тертя в підшипниках кочення  $f = 0,05$ ; діаметр валу барабану  $d = 0,15$  м; частота обертання барабану  $n = 3$  об/хв..

При коефіцієнті корисної дії (ККД) приводу  $\eta = 0,7$ , коефіцієнті запасу потужності при перевантаженні вловлювача та його пуску  $K_3 = 1,25$ , визначаємо установочну потужність електродвигуна

каміневловлювача, кВт:

$$N_y = \frac{(N_1 + N_2) \cdot K_3}{\eta} = \frac{(4,24 + 0,03) \cdot 1,25}{0,7} = 7,6$$

Приймаємо до установки електродвигун 4А90Л6У3 потужністю 7,5 кВт, частотою обертання  $n = 1000$  об/хв.

## 7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Проаналізувавши умови роботи приводного валу з точки зору надійності і зносостійкості, можна зробити висновки, що факторами які впливатимуть на його роботу будуть місцеві навантаження. Матеріал з якого виготовлений шток, а саме сталь марки 45-а, не реагує на температурні коливання, має високий коефіцієнт поглинання коливань при вібраціях деталей та достатньо високу, ставленну межу текучості до межі міцності на розтяг. Всі ці властивості забезпечують надійну роботу і підвищити зносостійкість.

### Розроблення робочого креслення вибраної деталі

З використанням CAD-систем і відповідних стандартів розробляємо робоче креслення приводного валу каменевлюювача.

Креслення приводного валу наведено на рис. 7.1.

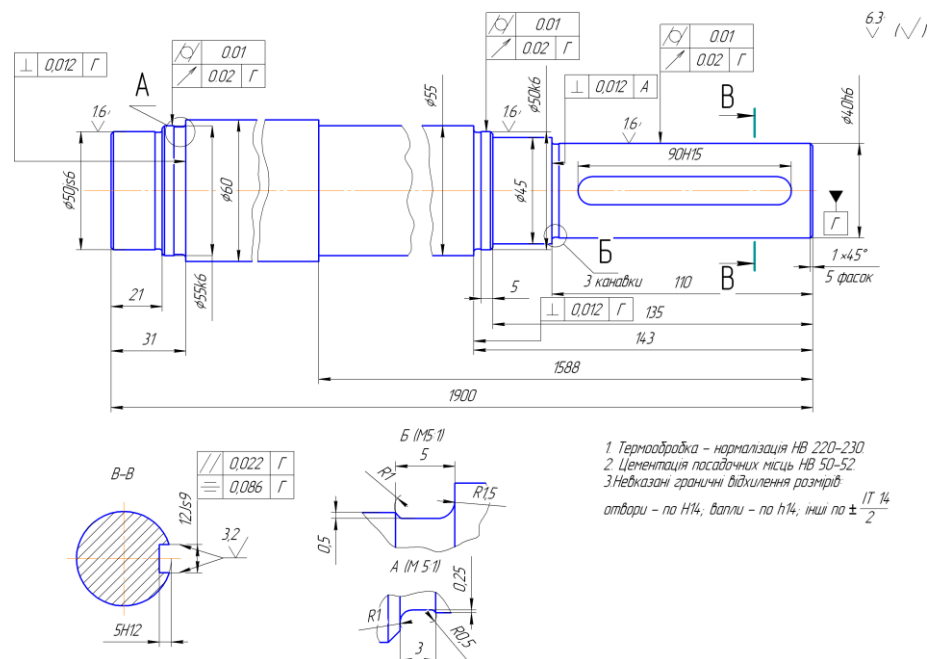


Рис. 7.1 Робоче креслення приводного валу каменевлюювача

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Олещівський В	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Кислий Л.	Назва, додаткова назва Технологічний маршрут виготовлення деталі	06-3217.ДП.10.107 ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук ВГ.		Інд.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/27

Проектування починається з аналізу вихідних даних для розробки.

Важливим етапом є розробка технологічних операцій і розрахунок режимів обробки. Складається послідовність переходів, вибираються засоби технологічного оснащення, у тому числі засоби контролю і випробувань з урахуванням метрологічного забезпечення.

### Технологічний маршрут виготовлення приводного валу

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний
1	2	3
10	Заготівельна	Верстат відрізний
10.1	Установити, закріпити і зняти деталь (УЗЗ)	Лещата
10.1	Відрізати заготовку з прокату Ø60 довжиною L=1906	
20	Фрезерно-центрувальна	Фрезерно-центрувальний
20.1	УЗЗ	Лещата
20.1	Торцювати в розмір 1900	Торцеві фрези Ø200, T15K10
20.2	Центрувати	Центрові свердла Ø2,5, P6M5
30	Токарна	Токарно-гвинторізний 162К
30.1	УЗЗ	Центра, люнет, поводковий патрон
30.1	Точити поверхню Ø55h7 начорно, L=1588	Різець прохідний відігнутий правий, $\varphi = 90^\circ$ , ВхНхL = 16x25x140 мм, $\alpha = 8^\circ$ , $\gamma = 10^\circ$ , r = 1 мм, T15K6
30.2	Точити поверхню Ø55h7 напівчисто з припуском під шліфування, L=1588	
30.3	Точити поверхню Ø50k6 начорно, L=145	
30.4	Точити поверхню Ø50k6 напівчисто з припуском під шліфування, L=145	
30.5	Точити поверхню Ø45h9 начорно, L=135	
30.6	Точити поверхню Ø45h9 напівчисто з припуском під шліфування, L=135	
30.7	Точити поверхню Ø40k6 начорно, L=110	
30.8	Точити поверхню Ø40k6 напівчисто з припуском під шліфування, L=110	
30.9	Точити канавку на Ø56 для виходу шліфувального круга	Різець канавковий спеціальний, T15K6
30.10	Точити канавку на Ø80 для виходу шліфувального круга	

30.11	Точити фаску 1x45° на Ø40	Різець прохідний правий, $\phi = 45^\circ$ , T15K6
40	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний 162К Центра, люнет, поводковий патрон
40.1	Точити поверхню Ø55k6 начорно, L=31	Різець прохідний відігнутий правий, $\phi = 90^\circ$ , T15K6
40.2	Точити поверхню Ø55k6 напівчисто з припуском під шліфування, L=31	
40.3	Точити поверхню Ø50k6 начорно, L=21	
40.4	Точити поверхню Ø50k6 напівчисто з припуском під шліфування, L=21	
40.5	Точити фаску 1x45° на Ø55	Різець прохідний правий, $\phi = 45^\circ$ , T15K6
40.6	Точити фаску 1x45° на Ø50	
50	Фрезерна УЗЗ	Шпонково-фрезерний Спец. пристрій
50.1	Фрезерувати шпонковий паз 12Js9	Фреза шпонкова Ø12Js9, P6M5, пробка 12Js9
60	Шліфувальна УЗЗ	Круглошліфувальний 3Д16А Центра, люнет, поводковий патрон
60.1	Шліфувати Ø55h7 начорно, L=1443	Круг 1 250x25x32 14А F16-20 С2 6 К 35 А 2 2424-83
60.2	Шліфувати Ø55h7 начисто, L=1443	калібр-скоба Ø55h7
60.3	Шліфувати Ø40k6 начорно, L=25	
60.4	Шліфувати Ø40k6 начисто, L=25	калібр-скоба Ø40k6
60.5	Шліфувати Ø50k6, b=10	калібр-скоба Ø50k6
60.6	Шліфувати Ø45h9, b=25	калібр-скоба Ø45h9
70	Шліфувальна УЗЗ	Круглошліфувальний 3Д16А Центра, люнет, поводковий патрон
70.1	Шліфувати Ø60h9, b=20	Круг 1 250x25x32 14А F16-20 С2 6 К 35 А 2 2424-83, калібр-скоба Ø60h9
70.2	Шліфувати Ø55k6, b=10	калібр-скоба Ø55k6
70.3	Шліфувати Ø50k6, b=21	калібр-скоба Ø50k6

### Вибір заготовки

Згідно рекомендацій, наведених у технічній літературі з технології машинобудування, для деталі з невеликими розбіжностями між найбільшим та найменшим діаметрами варто взяти у якості заготовки прокат. Приймаємо

прокат Ø60 мм. Припуски на підрізку торців при даних розмірах становлять 3 мм. Отож, маємо заготовку з прокату Ø60 та довжиною 1906 мм.

### Розрахунок режимів різання та технологічного часу операції.

#### 30 Токарна

Перехід 30.1. Точити пов.1 Ø55h7 начорно на  $l=1588$ мм

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні  $t = 2.5$  мм. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t=2,25$ мм. На чистову обробку залишається  $t=0,25$ мм з умови, що 7 квалітет точності відповідає шорсткості  $Ra=2,5$  і рекомендована глибина різання на чистову обробку  $t=0,1 \dots 0,4$ мм.

2. Вибираємо подачу (табл. 1, додаток А). Приймаємо  $S_s=0,8$ мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{120}{120^{0,2} 1,25^{0,15} 0,8^{0,45}} = 49$ м/хв.

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{зад}}} = \frac{1000 \cdot 49}{\pi \cdot 60} = 111 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{\text{зад}}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення:  $n_s=100$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_s$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{\text{зад}} n_s}{1000} = \frac{\pi 60 \cdot 100}{1000} = 43,98 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_d = 1588$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,25$ мм – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 1,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,25 \text{ мм}$  – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 1588 + 2 + 1,25 + 1,25 = 1603 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу  $t_{02} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{1603}{100 \cdot 0,8} = 13,93 \text{ хв.}$

Перехід 30.2. Точити пов.1  $\varnothing 55 \text{ h7}$  начисто на  $l = 1588 \text{ мм}$

1. Глибина різання при чистовій обробці становить  $t = 0,25 \text{ мм}$ .

2. Вибираємо подачу (табл. 3, додаток А) при чистовому точінні із шорсткістю  $R_a = 2,5$  що відповідає 7 квалітету точності та радіусу при вершині різця  $r = 0,4 \text{ мм}$ . Вона повинна бути в інтервалі подач  $S = 0,12 \div 0,16 \text{ мм/об.}$  За паспортними даними верстата приймаємо  $S_e = 0,15 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{230}{120^{0,3} 0,25^{0,1} 0,15^{0,25}} = 105,2 \text{ м/хв.}$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:  $n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 105,2}{\pi \cdot 55,5} = 243,5 \text{ об/хв.}$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення  $n_e = 200 \text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням  $n_e$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{заг} n_e}{1000} = \frac{\pi 55,5 \cdot 200}{1000} = 86,4 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_d = 1588 \text{ мм}$  – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2 \text{ мм}$  – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25 \text{ мм}$  – відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25 \text{ мм}$  – відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.

$$L_p = 1588 + 2 + 0,25 + 0,25 = 1600,5 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу  $t_{03} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{1600,5}{200 \cdot 0,15} = 37,08 \text{ хв.}$

Перехід 30.3. Точити пов.2  $\varnothing 50 \text{ к6}$  начорно на  $l = 145 \text{ мм}$

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні  $t = 2,5 \text{ мм}$ . Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t = 2,25 \text{ мм}$ . На чистову обробку залишається  $t = 0,25 \text{ мм}$  з умови, що 6 квалітет точності відповідає шорсткості  $R_a = 2,5$  і рекомендована глибина різання на чистову обробку  $t = 0,1 \dots 0,4 \text{ мм}$ .

2. Вибираємо подачу (табл. 1, додаток А). Приймаємо  $S_g = 0,8 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{120}{120^{0,2} 1,25^{0,15} 0,8^{0,45}} = 49 \text{ м/хв.}$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 49}{\pi \cdot 55} = 101 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{\text{заг}}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення:  $n_g = 100 \text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_g}{1000} = \frac{\pi 55 \cdot 100}{1000} = 39,5 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_d = 145 \text{ мм}$  – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2\text{мм}$  – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,25\text{мм}$  – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 1,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,25\text{мм}$  – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 145 + 2 + 1,25 + 1,25 = 149,5\text{мм}$$

7. Основний час на виконання переходу  $t_{02} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{149,5}{100 \cdot 0,8} = 3,85\text{ хв.}$

Перехід 30.4. Точити пов.2  $\varnothing 50\text{к6}$  начисто на  $l=145\text{мм}$

1. Глибина різання при чистовій обробці становить  $t = 0,25\text{мм}$ .

2. Вибираємо подачу (табл. 3, додаток А) при чистовому точінні із шорсткістю  $R_a=2,5$  що відповідає 6 квалітету точності та радіусу при вершині різця  $r=0,4\text{мм}$ . Вона повинна бути в інтервалі подач  $S=0,12 \div 0,16\text{мм/об.}$  За паспортними даними верстата приймаємо  $S_e=0,15\text{мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{230}{120^{0,3} 0,25^{0,1} 0,15^{0,25}} = 105,2\text{ м/хв.}$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 105,2}{\pi \cdot 50,5} = 230,5\text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення  $n_e=200\text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням  $n_e$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{заг} n_e}{1000} = \frac{\pi 50,5 \cdot 200}{1000} = 82,6\text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_d = 145\text{мм}$  – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2\text{мм}$  – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25\text{мм}$  – відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25\text{мм}$  – відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.

$$L_p = 145 + 2 + 0,25 + 0,25 = 147,5\text{мм}$$

7. Основний час на виконання переходу  $t_{03} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{147,5}{200 \cdot 0,15} = 7,2\text{хв.}$

Перехід 30.5. Точити пов.3  $\varnothing 45\text{h}9$  начорно на  $l=135\text{мм}$

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні  $t = 2,5\text{мм}$ . Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t=2,25\text{мм}$ . На чистову обробку залишається  $t=0,25\text{мм}$  з умови, що 9 квалітет точності відповідає шорсткості  $R_a=2,5$  і рекомендована глибина різання на чистову обробку  $t=0,1 \dots 0,4\text{мм}$ .

2. Вибираємо подачу (табл. 1, додаток А). Приймаємо  $S_g=0,8\text{мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{120}{120^{0,2} 1,25^{0,15} 0,8^{0,45}} = 49\text{м/хв.}$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 49}{\pi \cdot 50} = 98\text{об/хв.}$$

де  $D_{\text{заг}}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення:  $n_g=100\text{об/хв.}$

6. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_g}{1000} = \frac{\pi 50 \cdot 100}{1000} = 37,5\text{м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_\delta + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_\delta = 145\text{мм}$  – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2\text{мм}$  – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,25\text{мм}$  – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 1,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,25\text{мм}$  – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 135 + 2 + 1,25 + 1,25 = 139,5\text{мм}$$

7. Основний час на виконання переходу  $t_{02} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{139,5}{100 \cdot 0,8} = 3,25\text{ хв.}$

Перехід 30.6. Точити пов.3  $\varnothing 45\text{h}9$  начисто на  $l=135\text{мм}$

1. Глибина різання при чистовій обробці становить  $t = 0,25\text{мм}$ .

2. Вибираємо подачу (табл. 3, додаток А) при чистовому точінні із шорсткістю  $R_a=2,5$  що відповідає 9 квалітету точності та радіусу при вершині різця  $r=0,4\text{мм}$ . Вона повинна бути в інтервалі подач  $S=0,12 \div 0,16\text{мм/об.}$  За паспортними даними верстата приймаємо  $S_e=0,15\text{мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{230}{120^{0,3} 0,25^{0,1} 0,15^{0,25}} = 105,2\text{ м/хв.}$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 105,2}{\pi \cdot 45,5} = 220,5\text{ об/хв.}$$

де  $D_{\text{заг}}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення  $n_e=200\text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням  $n_e$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\delta = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_e}{1000} = \frac{\pi 45,5 \cdot 200}{1000} = 79,6\text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_\partial + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_\partial = 135\text{мм}$  – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2\text{мм}$  – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25\text{мм}$  – відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25\text{мм}$  – відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.

$$L_p = 135 + 2 + 0,25 + 0,25 = 137,5\text{мм}$$

7. Основний час на виконання переходу  $t_{03} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{137,5}{200 \cdot 0,15} = 6,7\text{ хв.}$

Перехід 30.7. Точити пов.4  $\varnothing 40\text{к}6$  начорно на  $l=110\text{мм}$

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні  $t = 2,5\text{мм}$ . Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t=2,25\text{мм}$ . На чистову обробку залишається  $t=0,25\text{мм}$  з умови, що 6 квалітет точності відповідає шорсткості  $R_a=2,5$  і рекомендована глибина різання на чистову обробку  $t=0,1 \dots 0,4\text{мм}$ .

2. Вибираємо подачу (табл. 1, додаток А). Приймаємо  $S_g=0,8\text{мм/об}$ .

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{120}{120^{0,2} 1,25^{0,15} 0,8^{0,45}} = 49\text{м/хв.}$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{çãä}}} = \frac{1000 \cdot 49}{\pi \cdot 45} = 93\text{ об/хв.}$$

де  $D_{\text{çãä}}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення:  $n_g=100\text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\partial} = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_{\partial}}{1000} = \frac{\pi 45 \cdot 100}{1000} = 35.5 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_{\partial} + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_{\partial} = 110 \text{ мм}$  – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2 \text{ мм}$  – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,25 \operatorname{ctg} 45^{\circ} = 1,25 \text{ мм}$  – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 1,25 \operatorname{ctg} 45^{\circ} = 1,25 \text{ мм}$  – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 110 + 2 + 1,25 + 1,25 = 114.5 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу  $t_{02} = \frac{L_p}{n_{\partial} S_{\partial}} = \frac{114.5}{100 \cdot 0,8} = 2,95 \text{ хв.}$

Перехід 30.8. Точити пов.4  $\varnothing 40 \text{ к6}$  начисто на  $l = 110 \text{ мм}$

1. Глибина різання при чистовій обробці становить  $t = 0,25 \text{ мм}$ .

2. Вибираємо подачу (табл. 3, додаток А) при чистовому точінні із шорсткістю  $R_a = 2,5$  що відповідає 6 квалітету точності та радіусу при вершині різця  $r = 0,4 \text{ мм}$ . Вона повинна бути в інтервалі подач  $S = 0,12 \div 0,16 \text{ мм/об}$ . За паспортними даними верстата приймаємо  $S_{\partial} = 0,15 \text{ мм/об}$ .

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{230}{120^{0,3} 0,25^{0,1} 0,15^{0,25}} = 105,2 \text{ м/хв.}$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 105,2}{\pi \cdot 40,5} = 212,5 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{\text{заг}}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення  $n_{\partial} = 200 \text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням  $n_s$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\delta = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_s}{1000} = \frac{\pi 40.5 \cdot 200}{1000} = 76,6 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_\delta + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_\delta = 110 \text{ мм} - \text{довжина оброблюваної поверхні};$$

$$L_1 = 2 \text{ мм} - \text{відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею};$$

$$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25 \text{ мм} - \text{відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця};$$

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25 \text{ мм} - \text{відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.}$

$$L_p = 110 + 2 + 0,25 + 0,25 = 112,5 \text{ мм}$$

$$7. \text{ Основний час на виконання переходу } t_{03} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{112,5}{200 \cdot 0,15} = 6,3 \text{ хв.}$$

Перехід 30.11. Точити фаску  $1,5 \times 45^\circ$ .

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і підчас зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток А і приймається як основний час  $t_{04} = 0,18 \text{ хв.}$

Основний час на виконання всієї токарної операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{oi} = 0,65 + 0,1 + 0,08 + 0,18 = 1,01 \text{ хв.}$$

40 Токарна

Перехід 40.1. Точити пов.1  $\varnothing 55 \text{ k6}$  начорно на  $l = 31 \text{ мм}$

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні  $t = 2,5 \text{ мм}$ . Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t = 2,25 \text{ мм}$ . На чистову обробку залишається  $t = 0,25 \text{ мм}$  з умови, що 6 квалітет точності відповідає шорсткості  $R_a = 2,5$  і рекомендована глибина різання на чистову обробку  $t = 0,1 \dots 0,4 \text{ мм}$ .

2. Вибираємо подачу (табл. 1, додаток А). Приймаємо  $S_g=0,8$ мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{120}{120^{0,2} 1,25^{0,15} 0,8^{0,45}} = 49$ м/хв.

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 49}{\pi \cdot 60} = 111 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення:  $n_g=100$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi 60 \cdot 100}{1000} = 43,98 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_o = 31$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,25$ мм – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 1,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,25$ мм – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 31 + 2 + 1,25 + 1,25 = 35,5 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу  $t_{02} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{35,5}{100 \cdot 0,8} = 0,6$  хв.

Перехід 40.2. Точити пов.1  $\varnothing 55k6$  начисто на  $l=31$ мм

1. Глибина різання при чистовій обробці становить  $t = 0,25$ мм.

2. Вибираємо подачу (табл. 3, додаток А) при чистовому точінні із шорсткістю

$R_a=2,5$  що відповідає 6 квалітету точності та радіусу при вершині різця  $r=0,4\text{мм}$ . Вона повинна бути в інтервалі подач  $S=0,12\div 0,16\text{мм/об}$ . За паспортними даними верстата приймаємо  $S_s=0,15\text{мм/об}$ .

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{230}{120^{0,3} 0,25^{0,1} 0,15^{0,25}} = 105,2 \text{ м/хв}$ .

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:  $n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 105,2}{\pi \cdot 55,5} = 243,5 \text{ об/хв}$ .

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення  $n_s=200 \text{ об/хв}$ .

6. За прийнятим значенням  $n_s$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{заг} n_s}{1000} = \frac{\pi 55,5 \cdot 200}{1000} = 86,4 \text{ м/хв}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_d = 31\text{мм}$  – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2\text{мм}$  – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25\text{мм}$  – відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25\text{мм}$  – відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.

$$L_p = 31 + 2 + 0,25 + 0,25 = 33,5\text{мм}$$

7. Основний час на виконання переходу  $t_{03} = \frac{L_p}{n_s S_s} = \frac{33,5}{200 \cdot 0,15} = 0,56 \text{ хв}$ .

Перехід 40.3. Точити пов.2  $\varnothing 50\text{k}6$  начорно на  $l=21\text{мм}$

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні  $t = 2,5\text{мм}$ . Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t=2,25\text{мм}$ . На чистову

обробку залишається  $t=0,25\text{мм}$  з умови, що 6 квалітет точності відповідає шорсткості  $Ra=2,5$  і рекомендована глибина різання на чистову обробку  $t=0,1\dots0,4\text{мм}$ .

2. Вибираємо подачу (табл. 1, додаток А). Приймаємо  $S_g=0,8\text{мм/об}$ .

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{120}{120^{0,2} 1,25^{0,15} 0,8^{0,45}} = 49\text{м/хв}$ .

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 49}{\pi \cdot 55} = 101 \text{ об/хв}.$$

де  $D_{\text{заг}}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення:  $n_g=100 \text{ об/хв}$ .

6. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_g}{1000} = \frac{\pi 55 \cdot 100}{1000} = 39,5 \text{ м/хв}.$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_o = 21\text{мм}$  – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2\text{мм}$  – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \text{ ctg } \varphi = 1,25 \text{ ctg } 45^\circ = 1,25\text{мм}$  – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \text{ ctg } \varphi_1 = 1,25 \text{ ctg } 45^\circ = 1,25\text{мм}$  – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 21 + 2 + 1,25 + 1,25 = 25,5\text{мм}$$

7. Основний час на виконання переходу  $t_{02} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{25,5}{100 \cdot 0,8} = 0,35 \text{ хв}$ .

Перехід 40.4. Точити пов.2  $\varnothing 50\text{k6}$  начисто на  $l=21\text{мм}$

1. Глибина різання при чистовій обробці становить  $t = 0,25\text{мм}$ .

2. Вибираємо подачу (табл. 3, додаток А) при чистовому точінні із шорсткістю  $Ra=2,5$  що відповідає 6 квалітету точності та радіусу при вершині різця  $r=0,4$ мм. Вона повинна бути в інтервалі подач  $S=0,12\div 0,16$ мм/об. За паспортними даними верстата приймаємо  $S_e=0,15$ мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:  $V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{230}{120^{0,3} 0,25^{0,1} 0,15^{0,25}} = 105,2$  м/хв.

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:  $n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 105,2}{\pi \cdot 50,5} = 230,5$  об/хв.

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо найближче менше значення  $n_e=200$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_e$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{заг} n_e}{1000} = \frac{\pi 50,5 \cdot 200}{1000} = 82,6 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_o = 21$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25$ мм – відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25$ мм – відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.

$$L_p = 21 + 2 + 0,25 + 0,25 = 23,5 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу  $t_{03} = \frac{L_p}{n_e S_a} = \frac{23,5}{200 \cdot 0,15} = 0,3$  хв.

Перехід 40.5. Точити фаску  $1,5 \times 45^\circ$ .

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток А і приймається як основний час  $t_{04} = 0,18$  хв.

Основний час на виконання всієї токарної операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{oi} = 0,65 + 0,1 + 0,08 + 0,18 = 1,01 \text{ хв.}$$

Фрезерна

Перехід 50.1 Фрезерувати шпонковий паз  $b=12$ ,  $l=90$  на поверхні з  $\varnothing 40$ , витримавши розміри згідно креслення.

1. Визначаємо параметри шпонкового паза за кресленням: глибина фрезерування  $t=6$  мм, ширина  $b=12$  мм, довжина  $l=100$  мм

2. Визначимо подачу на зуб фрези при фрезеруванні паза глибиною  $t=5$  мм і шириною  $b=12$  мм шпонковою фрезою із швидкоріжучої сталі. При фрезеруванні пазів глибиною 6 мм фрезерування відбувається поетапно.

$$\text{Паз } V_d = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_e}{1000} = \frac{\pi 50,5 \cdot 200}{1000} = 82,6 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_d = 21 \text{ мм} - \text{довжина оброблюваної поверхні};$$

$$L_1 = 2 \text{ мм} - \text{відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею};$$

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25 \text{ мм} - \text{відстань вривання у заготовку прохідного відігнутого правого різця};$

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25 \text{ мм} - \text{відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.}$

$$L_p = 21 + 2 + 0,25 + 0,25 = 23,5 \text{ мм}$$

$$7. \text{ Основний час на виконання переходу } t_{03} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{23,5}{200 \cdot 0,15} = 0,3 \text{ хв.}$$

Перехід 40.5. Точити фаску  $1,5 \times 45^\circ$ .

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток А і приймається як основний час  $t_{04} = 0,18$  хв.

Основний час на виконання всієї токарної операції становить:

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 0,65 + 0,1 + 0,08 + 0,18 = 1,01 \text{ хв.}$$

Фрезерна

Перехід 50.1 Фрезерувати шпонковий паз  $b=12$ ,  $l=90$  на поверхні з  $\varnothing 40$ , витримавши розміри згідно креслення.

1. Визначаємо параметри шпонкового паза за кресленням: глибина фрезерування  $t=6$  мм, ширина  $b=12$  мм, довжина  $l=100$  мм

2. Визначимо подачу на зуб фрези при фрезеруванні паза глибиною  $t=5$  мм і шириною  $b=12$  мм шпонковою фрезою із швидкоріжучої сталі. При фрезеруванні пазів глибиною 6 мм фрезерування відбувається поетапно. Паз будемо фрезерувати з глибиною по 0,3 мм, в 20 проходів. Рекомендована подача на зуб фрези (1, табл. 4, додаток Б) -  $S_z=0,1$  мм/зуб. Приймаємо  $S_z=0,1$  мм/зуб.

3. Розраховуємо кількість проходів фрези  $n = \frac{t}{t_0} = \frac{5}{0,3} = 20$

4. Визначимо розрахункову швидкість різання, яка розраховується за допомогою емпіричної формули (1, табл. 11, додаток Б). При обробці конструкційної сталі шпонковими фрезами швидкорізальної сталі:

$$V_p = \frac{13,6 D_\phi^{0,3}}{T^{0,26} t^{0,3} S_z^{0,25}} = \frac{13,6 \cdot 12^{0,3}}{60^{0,26} \cdot 0,3^{0,3} \cdot 0,1^{0,25}} = 25,23 \text{ м/хв.}$$

де  $T=60$  хв – стійкість фрези (1, табл. 10, додаток Б).

5. Розрахункова частота обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 25,23}{\pi \cdot 12} = 669 \text{ об/хв.}$$

6. Розрахункову кількість обертів  $n_p$  корегуємо за паспортом вертикального-фрезерного верстата 6М12П (1, табл. 1, додаток Б), і приймаємо найближче менше значення  $n_e=530$ об/хв, яке використовується у подальших розрахунках.

7. За прийнятим значенням  $n_e$  визначається фактична швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi D_\phi n_e}{1000} = \frac{\pi 12 \cdot 530}{1000} = 19,98 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо подачу на 1 оберт фрези:  $S_{\text{об.фр}} = S_{z\phi} \cdot z$ ;

9. Визначимо хвилинну подачу:

$$S_{\text{хв}} = S_{\text{об.фр}} n_e = 0,1 \cdot 3 \cdot 530 = 160 \text{ мм/хв.}$$

10. Із ряду паспортних даних вертикального-фрезерного верстата 6М12П (1, табл. 1, додаток Б) приймаємо поперечну подачу  $S_{x\phi} = 160$  мм/хв.

11. Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_\phi + L_1 + L_2 + L_3 = 100 + 2 + \frac{d_\phi}{2} + \frac{d_\phi}{2} = 90 + 2 + 6 + 6 = 104 \text{ мм,}$$

де  $L_\phi=90$ мм. - довжина фрезерування (згідно креслення деталі)

$L_1 = 2$ мм – відстань підводу інструменту до заготовки з робочою подачею;

$L_2, L_3 = \frac{d_\phi}{2}$  – відстань врізання і перебіг у інструмента, яка залежить від

типу фрези (1, табл. 13, 14 додаток Б).

12. Основний час на перехід 50.1 знаходимо за формулою:

$$t_{01} = \frac{L_p}{S_{x\phi}} \cdot n = \frac{104}{160} \cdot 20 = 14,25 \text{ хв}$$

Перехід 60.1. Чорнове шліфування  $\phi 55h7, l=1443$  мм.

1. Номінальний припуск на чорнове шліфування становить  $2Z_{\text{ном}}=0.16$  мм.

Режими оброблення визначаються з умови, що знімається максимальний припуск

$$2Z_{3\max} = 2Z_{3\text{ном}} + T$$

де  $T$  – допуск оброблення. Для чорнового точіння  $T=IT8=0,02$  мм  
(1. табл.. 8). Тоді  $2Z_{3\max} = 0.16 + 0.02 = 0.18$  мм.

Загальна глибина шліфування при обробці заданої поверхні

$$t = \frac{2Z_{1\max}}{2} = \frac{0.18}{2} = 0.09 \text{ мм.}$$

2. Вибираємо інструмент при чорновому зовнішньому круглому шліфуванні обробляемого матеріалу з конструкційної не гартованої сталевій деталі з зовнішньою повздовжньою подачею табл. 53 приймаємо марку круга

1 250×25×32 F40-50 C2 E5 A 2 2424-83

3. Розрахуємо повздовжню подачу:

$$S_{\text{повз}} = \beta \cdot B = 0,25 \cdot 25 = 6,25 \text{ мм/об}$$

де  $\beta = 0,25$  - розрахунковий коефіцієнт (додаткові матеріали);

$B = 25$  – ширина шліфувального круга, мм;

Розраховану повздовжню подачу узгоджуємо з паспортними даними верстата. Оскільки повздовжня подача у верстаті безступінчаста, то визначене значення подачі повинно знаходитись в діапазоні подач, або приймається крайнє граничне значення з паспортних даних верстата.

4. Розрахуємо швидкість обертання деталі:

$$V_D = \frac{C_v \cdot D_D^k}{T^m \cdot t^x \cdot \beta} = \frac{0,27 \cdot 55,18^{0,1}}{30^{0,5} \cdot 0,09^1 \cdot 0,25} = 3 \text{ м/хв.}$$

$D = 55 + 0.18 = 55.18$  мм;

$T = 30$  хв – стійкість шліфувального круга.

5. Розрахуємо кількість обертів деталі:

$$n_\delta = \frac{1000 \cdot V_{\dot{a}}}{\pi \cdot D_{\dot{a}}} = \frac{1000 \cdot 3}{3,14 \cdot 55,18} = 31,7 \text{ об/хв.}$$

Із ряду обертів шпинделя круглошліфувального верстата 3М110 вибираємо менше значення  $n_\delta = 50$  об/хв.

6. Розрахуємо швидкість обертання шліфувального круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000} = \frac{3.14 \cdot 250 \cdot 2350}{1000 \cdot 60} = 30,7 \text{ м/с.}$$

де  $D_k$  – діаметр шліфувального круга, мм;  $n_k$  – частота обертання шліфувального круга, об/хв (приймається по паспорту станка).

7. Швидкість переміщення стола:

$$V_c = \frac{S_n \cdot n_d}{1000} = \frac{6,25 \cdot 50}{1000} = 0,3 \text{ м/хв.}$$

8. Основний технологічний час:

$$T_{o1} = \frac{2L_p \cdot 2Z_{\max} \cdot K}{n_a \cdot S_{\ddot{a}} \cdot B \cdot t} = \frac{2 \cdot 1443 \cdot 0.18 \cdot 1.3}{50 \cdot 6.25 \cdot 25 \cdot 0.09} = 0.5 \text{ хв.}$$

де  $L_p$  – розрахункова довжина шліфування в мм;

$$L_p = L + L_1 + B = 1443 + 25 + 3 = 1471 \text{ мм}$$

$L = 134$  мм - довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 3$  мм - довжина перебігу лівої сторони круга оброблюваної поверхні;

$B = 25$  мм, ширина круга;

$2Z_{\max} = 0.18$  – максимальний припуск на обробку;

$K = 1,3$  – коефіцієнт що враховує точність обробки і знос круга.

9. Допоміжний час пов'язаний з переходом;

$t_{d1} = 0,32$  хв. (1.табл. 59);

Перехід 60.2. Чистове шліфування  $\text{Ø}55\text{h}7$ ,  $l = 1443$  мм.

1. Номінальний припуск на чистове шліфування становить  $2Z_{4\text{ном}} = 0.072$  мм.

Режими оброблення визначаються з умови, що знімається максимальний припуск

$$2Z_{4\text{max}} = 2Z_{4\text{ном}} + T$$

де  $T$  – допуск оброблення. Для чорнового точіння  $T = IT6 = 0,015$  мм

(1. табл.. 8). Тоді  $2Z_{4\text{max}} = 0.072 + 0.015 = 0.087$  мм.

Загальна глибина шліфування при обробці заданої поверхні

$$t = \frac{2Z_{4\max}}{2} = \frac{0.087}{2} = 0.044 \text{ мм.}$$

2. Вибираємо інструмент при чистовому зовнішньому круглому шліфуванні обробляемого матеріалу з конструкційної не гартованої сталевій деталі з зовнішньою повздовжньою подачею табл. 53 приймаємо марку круга 1 250×25×32 F40-50 C2 E5 A 2 2424-83

3. Розрахуємо повздовжню подачу:

$$S_{\text{повз}} = \beta \cdot B = 0,2 \cdot 25 = 6,25 \text{ мм/об;}$$

де  $\beta = 0,25$  - розрахунковий коефіцієнт (додаткові матеріали);

$B = 25$  – ширина шліфувального круга, мм;

Розраховану повздовжню подачу узгоджуємо з паспортними даними верстата. Оскільки повздовжня подача у верстаті безступінчаста, то визначене значення подачі повинно знаходитись в діапазоні подач, або приймається крайнє граничне значення з паспортних даних верстата.

4. Розрахуємо швидкість обертання деталі:

$$V_D = \frac{C_v \cdot D_D^k}{T^m \cdot t^x \cdot \beta} = \frac{0,27 \cdot 55,072^{0,1}}{30^{0,5} \cdot 0,044^1 \cdot 0,25} = 6,3 \text{ м/хв.}$$

$$D = 55 + 0,072 = 55,072 \text{ мм;}$$

$T = 30$  хв – стійкість шліфувального круга.

5. Розрахуємо кількість обертів деталі:

$$n_\delta = \frac{1000 \cdot V_{\delta}}{\pi \cdot D_{\delta}} = \frac{1000 \cdot 6,3}{3,14 \cdot 55,072} = 66,7 \text{ об/хв.}$$

Із ряду обертів шпинделя круглошліфувального верстата 3М110 вибираємо менше значення  $n_\delta = 50$  об/хв.

6. Розрахуємо швидкість обертання шліфувального круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 2350}{1000 \cdot 60} = 30,7 \text{ м/с.}$$

де  $D_k$  – діаметр шліфувального круга, мм;  $n_k$  - частота обертання шліфувального круга, об/хв (приймається по паспорту станка).

7. Швидкість переміщення стола:

$$V_c = \frac{S_n \cdot n_d}{1000} = \frac{6,25 \cdot 50}{1000} = 0,3 \text{ м/хв.}$$

8. Основний технологічний час:

$$T_{o2} = \frac{2L_p \cdot 2Z_{\max} \cdot K}{n_{\dot{a}} \cdot S_{\dot{a}\dot{a}} \cdot B \cdot t} = \frac{2 \cdot 1443 \cdot 0,087 \cdot 1,3}{50 \cdot 6,25 \cdot 25 \cdot 0,044} = 0,07 \text{ хв.}$$

де  $L_p$  – розрахункова довжина шліфування в мм;

$$L_p = L + L_1 + B = 1443 + 25 + 3 = 1471 \text{ мм};$$

$L = 1443$  мм - довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 3$  мм - довжина перебігу лівої сторони круга оброблюваної поверхні;

$B = 25$  мм, ширина круга;

$2Z_{\max} = 0,087$  – максимальний припуск на обробку;

$K = 1,3$  – коефіцієнт що враховує точність обробки і знос круга.

9. Допоміжний час пов'язаний з переходом;

$t_{d2} = 0,8$  хв. (1.табл. 59);

Перехід 60.3. Чорнове шліфування  $\text{Ø}40\text{k}6$ ,  $l = 25$  мм.

1. Номінальний припуск на чорнове шліфування становить  $2Z_{3\text{ном}} = 0,16$  мм.

Режими оброблення визначаються з умови, що знімається максимальний припуск

$$2Z_{3\text{max}} = 2Z_{3\text{ном}} + T$$

де  $T$  – допуск оброблення. Для чорнового точіння  $T = IT8 = 0,02$  мм

(1. табл.. 8). Тоді  $2Z_{3\text{max}} = 0,16 + 0,02 = 0,18$  мм.

Загальна глибина шліфування при обробці заданої поверхні

$$t = \frac{2Z_{1\text{max}}}{2} = \frac{0,18}{2} = 0,09 \text{ мм.}$$

2. Вибираємо інструмент при чорновому зовнішньому круглому шліфуванні обробляемого матеріалу з конструкційної не гартованої сталеві деталі з зовнішньою повздовжньою подачею табл. 53 приймаємо марку круга

1 250×25×32 F40-50 C2 E5 A 2 2424-83

3. Розрахуємо повздовжню подачу:

$$S_{\text{повз}} = \beta \cdot V = 0,25 \cdot 25 = 6,25 \text{ мм/об}$$

де  $\beta = 0,25$  - розрахунковий коефіцієнт (додаткові матеріали);

$V = 25$  – ширина шліфувального круга, мм;

Розраховану повздовжню подачу узгоджуємо з паспортними даними верстата. Оскільки повздовжня подача у верстаті безступінчаста, то визначене значення подачі повинно знаходитись в діапазоні подач, або приймається крайнє граничне значення з паспортних даних верстата.

4. Розрахуємо швидкість обертання деталі:

$$V_D = \frac{C_v \cdot D_D^k}{T^m \cdot t^x \cdot \beta} = \frac{0,27 \cdot 40,18^{0,1}}{30^{0,5} \cdot 0,09^1 \cdot 0,25} = 2,5 \text{ м/хв.}$$

$$D = 40 + 0,18 = 40,18 \text{ мм;}$$

$T = 30$  хв – стійкість шліфувального круга.

5. Розрахуємо кількість обертів деталі:

$$n_D = \frac{1000 \cdot V_D}{\pi \cdot D_D} = \frac{1000 \cdot 3}{3,14 \cdot 40,18} = 28,7 \text{ об/хв.}$$

Із ряду обертів шпинделя круглошліфувального верстата 3М110 вибираємо менше значення  $n_D = 50$  об/хв.

6. Розрахуємо швидкість обертання шліфувального круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 2350}{1000 \cdot 60} = 30,7 \text{ м/с.}$$

де  $D_k$  – діаметр шліфувального круга, мм;  $n_k$  - частота обертання шліфувального круга, об/хв (приймається по паспорту станка).

7. Швидкість переміщення стола:

$$V_c = \frac{S_n \cdot n_D}{1000} = \frac{6,25 \cdot 50}{1000} = 0,3 \text{ м/хв.}$$

8. Основний технологічний час:

$$T_{o1} = \frac{2L_p \cdot 2Z_{\max} \cdot K}{n_a \cdot S_{\dot{v}a} \cdot B \cdot t} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 0.18 \cdot 1.3}{50 \cdot 6.25 \cdot 25 \cdot 0.09} = 0.1 \text{ хв.}$$

де  $L_p$  – розрахункова довжина шліфування в мм;

$$L_p = L + L_1 + B = 25 + 25 + 3 = 53 \text{ мм}$$

$L = 25$  мм - довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 3$  мм - довжина перебігу лівої сторони круга оброблюваної поверхні;

$B = 25$  мм, ширина круга;

$2Z_{\max} = 0.18$  – максимальний припуск на обробку;

$K = 1,3$  – коефіцієнт що враховує точність обробки і знос круга.

9. Допоміжний час пов'язаний з переходом;

$$t_{d1} = 0,32 \text{ хв. (1.табл. 59);}$$

Перехід 60.2. Чистове шліфування  $\text{Ø}40\text{k}6$ ,  $l = 25$  мм.

1. Номінальний припуск на чистове шліфування становить  $2Z_{4\text{ном}} = 0.072$  мм.

Режими оброблення визначаються з умови, що знімається максимальний припуск

$$2Z_{4\text{max}} = 2Z_{4\text{ном}} + T$$

де  $T$  – допуск оброблення. Для чорнового точіння  $T = IT6 = 0,015$  мм

$$(1. \text{табл.}.. 8). \text{Тоді } 2Z_{4\text{max}} = 0.072 + 0.015 = 0.087 \text{ мм.}$$

Загальна глибина шліфування при обробці заданої поверхні

$$t = \frac{2Z_{4\text{max}}}{2} = \frac{0.087}{2} = 0.044 \text{ мм.}$$

2. Вибираємо інструмент при чистовому зовнішньому круглому шліфуванні обробляемого матеріалу з конструкційної не гартованої сталеві деталі з зовнішньою повздовжньою подачею табл. 53 приймаємо марку круга

1 250×25×32 F40-50 C2 E5 A 2 2424-83

3. Розрахуємо повздовжню подачу:

$$S_{\text{повз}} = \beta \cdot B = 0,2 \cdot 25 = 6,25 \text{ мм/об};$$

де  $\beta = 0,25$  - розрахунковий коефіцієнт (додаткові матеріали);

$B = 25$  – ширина шліфувального круга, мм;

Розраховану повздовжню подачу узгоджуємо з паспортними даними верстата. Оскільки повздовжня подача у верстаті безступінчаста, то визначене значення подачі повинно знаходитись в діапазоні подач, або приймається крайнє граничне значення з паспортних даних верстата.

4. Розрахуємо швидкість обертання деталі:

$$V_D = \frac{C_v \cdot D_D^k}{T^m \cdot t^x \cdot \beta} = \frac{0,27 \cdot 40,072^{0,1}}{30^{0,5} \cdot 0,044^1 \cdot 0,25} = 6,3 \text{ м/хв.}$$

$$D = 40 + 0,072 = 40,072 \text{ мм};$$

$T = 30$  хв – стійкість шліфувального круга.

5. Розрахуємо кількість обертів деталі:

$$n_d = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D_d} = \frac{1000 \cdot 6,3}{3,14 \cdot 40,072} = 59,6 \text{ об/хв.}$$

Із ряду обертів шпинделя круглошліфувального верстата 3М110 вибираємо менше значення  $n_s = 50$  об/хв.

6. Розрахуємо швидкість обертання шліфувального круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 2350}{1000 \cdot 60} = 30,7 \text{ м/с.}$$

де  $D_k$  – діаметр шліфувального круга, мм;  $n_k$  - частота обертання шліфувального круга, об/хв (приймається по паспорту станка).

7. Швидкість переміщення стола:

$$V_c = \frac{S_n \cdot n_d}{1000} = \frac{6,25 \cdot 50}{1000} = 0,3 \text{ м/хв.}$$

8. Основний технологічний час:

$$T_{o2} = \frac{2L_p \cdot 2Z_{\text{max}} \cdot K}{n_d \cdot S_{\text{шд}} \cdot B \cdot t} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 0,087 \cdot 1,3}{50 \cdot 6,25 \cdot 25 \cdot 0,044} = 0,01 \text{ хв.}$$

де  $L_p$  – розрахункова довжина шліфування в мм;

$$L_p = L + L_1 + B = 25 + 25 + 3 = 53 \text{ мм};$$

$L = 25$  мм - довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 3$  мм - довжина перебігу лівої сторони круга оброблюваної поверхні;

$B = 25$  мм, ширина круга;

$2Z_{\max} = 0.087$  – максимальний припуск на обробку;

$K = 1,3$  – коефіцієнт що враховує точність обробки і знос круга.

9. Допоміжний час пов'язаний з переходом;

$t_{d2} = 0,8$  хв. (1.табл. 59).

## 8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ

### 8.1. Монтаж

Ротаційний каменевловлювач монтують як на підвісних, так і на заглиблених гідравлічних транспортерах, на рівних ділянках з нормальним ухилом і сталим потоком буряководяної суміші.

Відстань від каменевловлювача до бурякомийки має бути не меншою за 6...8 м. Якщо перед бурякомийку встановлено каменевловлювач системи Рауде, що утримує рівень води, то ротаційний каменевловлювач доцільно розмістити безпосередньо перед уловлювачем системи Рауде. При установці ротаційного каменевловлювача після солемоботвоуловлювача відстань між ними має бути 4...5 м.

При установці каменевловлювача після місця введення нагнітального трубопроводу буряконасосів ця відстань збільшується до 10...15 м.

Не допускається зниження лотка транспортера за каменевловлювачем, так як це призведе до зменшення рівня води в барабані пастки і в кінцевому рахунку призведе до погіршення уловлювання каменів і збільшення викидів буряка. Рівень суміші в барабані регулюється шибером, встановленим вихідним розтрубом каменевловлювача.

Щоб уникнути викиду бурякомаси разом з вловлюваними важкими домішками необхідно витримувати зазор між торцями переднього кільця ущільнювача барабана і передньою стінкою корпусу не більше 3 - 5 мм з рівномірним збільшенням його по ходу обертання барабана до 10 - 15 мм.

При використанні ротаційного каменевловлювача на заглиблених транспортерах для видалення уловлених домішок застосовують стрічкові конвеєри з поперечними планками.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Кислий Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</b>	<b>06-3217.ДП.10.008 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

Для регулювання потоку суміші буряка і води, що надходить в каменевловлювач, перед нею встановлюють на відстані 10...15 м пульсуючий шибер.

## **8.2. Пуск в роботу**

Роботу каменевловлювача слід опробувати на "холостому" ходу. Оглядають привід, переконуються у відсутності заклинювань і перевіряють кількість обертів барабана.

Буряк в каменевловлювачі направляють рівномірно, не допускаючи перевантаження барабана.

Швидкість висхідного потоку в вікнах кишень регулюють заслінкою, змонтованої над отвором.

При правильному потоці каменевловлювач не викидає бурякових коренеплодів.

## **8.3. Рекомендації по експлуатації**

Для кращого відділення домішок потрібно стежити за рівнем потоку в барабані; при недостатньому рівні слід збільшити витрати води на транспортування буряка.

При попаданні у вхідний отвір сторонніх предметів великих розмірів (каменів, дроту, ляд і т.п.) каменевловлювач слід зупинити і видалити їх.

Регулярно перевіряти справність решітки з конічних штирів довжиною 600 мм в днищі лотка гідротранспортера перед головкою каменевловлювача та підтримуючої решітки в спеціальній кишені.

Потрібно стежити за тим, щоб каменевловлювач не зупинялася: якщо через нерухомий барабан подавати буряк, він замулився.

Уловлені домішки слід своєчасно видаляти.

## 9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Схема управління бурякомийним відділенням незалежно від встановленого в ньому обладнання базується на наступних міркуваннях:

- продуктивність заводу по буряку задається бурякопереробним відділенням, тому темп подачі коренеплодів повинен бути відповідним темпу його переробки;
- показниками цієї відповідності є значення величини коренеплодів по рівню над бурякорізками;
- в перехідних режимах роботи, причиною яких можуть бути певні неполадки як зі сторони подачі буряків так і зі сторони їх використання, не повинні допускатися перевантаження різок і разом з тим повинна забезпечуватись необхідна кількість вимитих буряків.

Джерелом енергозабезпечення мийного відділення є трансформаторна підстанція потужністю 620 кВт.

Управління трактом подачі та миття буряків здійснюється з щита чергового оператора. Візуальний контроль за роботою обладнання, яке розміщене за межами мийного відділення, здійснюється за допомогою телевізійної установки. Щити і пульт управління розміщені в ізольованому приміщенні. Ланцюги управління виконуються за допомогою контрольних кабелів марки АКВВГ.

Система автоматизації передбачає: 1) автоматичне керування пульсуючим шибером перед буряконасосами; 2) дистанційне керування приводами головного обладнання тракту подачі; 3) світлову сигналізацію роботи обладнання; 4) стабілізацію тиску стиснутого повітря, що живить засоби автоматизації.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Олшеський В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Кислий Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Опис системи управління</b>	<b>06-3217.ДП.10.009 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Міранчук ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/3</b>

Всі системи автоматизації живляться від силових розподільних шаф типу СГІА77, які встановлені в приміщенні електрощитової. Захист від струмів короткого замикання забезпечується автоматичними вимикачами, що встановлені в силових розподільчих щитах.

Застосовуються пости місцевого управління і магнітні пускачі ПМЛ. Магнітні пускачі встановлені в електрощитовій.

По місцю встановлюються прилади дистанційного управління, а деякі двигуни оснащуються кнопками управління поблизу обладнання. Магнітні пускачі забезпечують захист від мінімальної напруги і перевантажень.

Контроль та керування основним технологічним обладнанням здійснюється в двох режимах: дистанційне (з щита управління) і місцеве.

Керування допоміжним обладнанням місцеве. На місцях управління передбачені вимикачі, які не допускають можливість дистанційного пуску. Струми пристроїв автоматичних вимикачів, нагрівальних елементів теплового реле прийняті по номінальному навантаженню електроприймачів.

Пости місцевого керування і кнопки управління встановлюються поблизу обладнання в місцях, зручних для обслуговування.

Корпуси пультів, щитів, місцевих приладів, які використовують електроенергію, мають бути зануленими відповідно ГП.1-7ГіУС. Їх експлуатують з дотриманням правил по техніці безпеки для електропристроїв.

Дистанційне керування шиберами здійснюється за допомогою станції управління SB1-SB4 в ручному режимі, або за допомогою контролера в автоматичному. Системою передбачається припинення подачі буряка на очищення при зупинці будь-якого вузла машини або викидаючих лап, для чого управляючий сигнал регулятора подається на виконавчий механізм поворотного шибера. І виводиться на пульт покажчиком положенням. Перед

бункером на елеваторі встановлені датчик на зупинку механізму (датчик фотоелектричний За ) який сигналізує на пульт.

На транспортерній стрічці розташовано датчик на розрив, який подає сигнал на пульт. В бункері для контролю рівня розміщено ультразвуковий датчик.

## 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

Вимоги безпеки під час здійснення технологічних процесів і виконання окремих видів робіт:

1. Режими технологічних процесів цукрового виробництва забезпечують:

узгодженість роботи технологічного устаткування, яка виключає можливість виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів;

невідмовну дію технологічного устаткування і засобів захисту працівників протягом термінів, які визначені нормативно-технологічною документацією;

запобігання можливих розливів;

контроль і попередження підвищення тиску в апаратах понад допустимого;

попередження загорання або пожеж;

завантаження технологічного устаткування, яке забезпечує рівномірний ритм роботи.

2. Технологічні процеси цукрового виробництва, які пов'язані з використанням токсичних, подразливих і легкозаймистих речовин, проводять в окремих приміщеннях або на спеціальних ізольованих ділянках загальних виробничих приміщень, які обладнані припливно-витяжною механічною вентиляцією і протипожежними засобами.

3. Рівні небезпечних і шкідливих виробничих факторів не повинні перевищувати граничні допустимі концентрації.

4. Виробничі ділянки, між якими підтримується постійний виробничий взаємозв'язок, забезпечуються переговорним зв'язком, звуковою і світловою сигналізацією.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Кислий Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Заходи щодо охорони праці, екології</b>		<b>06-3217.ДП.10.010 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/3</b>

5. Сигнальні пристрої розміщуються таким чином, щоб забезпечувати видимість і чутність сигналу в умовах роботи даної ділянки.

Уловлювачі важких домішок по периметру оснащують спеціальним сітчастим огороженням.

Вилучення каміння, піску, гички, соломи та інших домішок із мийного відділення - механізоване. Каменеуловлювачі і піскоуловлювачі бурякомийок обладнують дистанційним управлінням.

6. Уловлювання, мийка, сортування та вилучення хвостиків і уламків - механізоване.

Сучасна екологічна ситуація в Україні знаходиться в кризовому стані. Це в значній мірі пов'язано з недосконалою структурою економіки країни, яка протягом значного періоду формувалася без урахування об'єктивних потреб населення та економічних можливостей її окремих територій – перевага віддавалася розвитку сировино-видобувних, ресурсномістких, енергоємних та екологічно небезпечних галузей промисловості.

Все сказане вище стосується й харчової промисловості, яка є однією з провідних галузей економіки України. В державі промислове виробництво харчових продуктів здійснюють понад 22 тис. підприємств, на яких зайнято більше мільйона працюючих. За різними оцінками, продукція харчової промисловості нині складає 15 ...21% від усієї промислової продукції, що виробляється в Україні, а сама галузь за питомою вагою посідає друге місце в господарстві країни. На більшості підприємств галузі експлуатується морально і фізично застаріле природоохоронне устаткування, використовуються старі технології, що призводить до забруднення навколишнього природного середовища. Як наслідок, виробництво харчових продуктів супроводжується утворенням рідких, газоподібних та твердих відходів, що забруднюють гідросферу, атмосферу та ґрунти, споживанням значної кількості води, що призводить

до скидів відпрацьованих забруднених вод на поля фільтрації, у відстійники та водойми без необхідного очищення.

Слід зазначити, що порівняно з іншими галузями економіки України, питомі витрати води в харчовій промисловості є низькими. Але, на відміну від інших галузей господарства, в харчовій промисловості є найвищим відсоток використання води.

Очищенню з метою повторного використання у виробництві підлягає досить незначна частка використаної води, решта переходить в категорію стічних вод, які часто без належного очищення скидаються в навколишнє середовище

Як наслідок, технічна досконалість оборотної системи водопостачання в харчовій промисловості є найнижчою серед інших галузей промислового комплексу.

Така ситуація, звичайно, не сприяє вирішенню важливої для України проблеми дефіциту та низької якості питної води. Крім того, в умовах зростання тарифів на воду, нераціональне її використання негативно відбивається на показниках економічної діяльності підприємства. Таким чином, дослідження, спрямовані на підвищення ефективності використання води в харчовій промисловості, є актуальними і мають очевидне практичне значення.

## ВИСНОВКИ

Серед великої кількості конструкцій пристроїв для уловлення і видалення важких домішок, що рухаються по лотках гідротранспортерів разом з буряководяною сумішшю, найбільшого поширення здобули каменевловлювачі ротаційного типу. В основу їх конструкції покладено принцип уловлення домішок на висхідному потоці транспортерно-мийної води.

Такі каменевловлювачі для створення висхідного потоку перекачують 150 і 300 м<sup>3</sup>/год води і пропускають через уловлюючий пристрій за годину 125 і 250 т буряків. Це потребує передавати на ланцюговий участок приводу значний крутний момент, що призводить до його швидкого зношування.

В дипломному проекті для каменевловлювача застосована нова компоновка приводу, що включає встановлення моторредуктора на валу барабана, що приводить до підвищення надійності роботи каменеуловлювача.

Швидкість обертання барабана можна змінити за допомогою частотного перетворювача.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Олшебський В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Кислий Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Висновки</b>	<b>06-3217.ДП.10.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Борисюк П.Г. Невідкладні питання діяльності цукрової промисловості України. Цукор України. 2004. № 1-2. С. 2-4.
2. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підруч. для студентів ВНЗ. Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та ін. Вінниця. Нова книга, 2007. 648с.
3. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. Вінниця. Нова книга, 2004. 288с.
4. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум: навч. посіб. / за ред. В.Г. Мирончука. К.: НУХТ, 2017. 162с.
5. І.М.Заплетніков, В.Г.Мирончук, В.М.Кудрявцев. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв: навч. посіб. К.: «Кафедра», «Центр учбової літератури». 2012. 344с.
6. О.О.Чепелюк, О.А.Єщенко, Ю.Ю.Доломакін Гігієнічні вимоги до проектування обладнання харчових виробництв: підруч. К.: НУХТ, 2017. 311с.
7. Ю.Г. Сухенко, О.А. Литвиненко, В.Ю. Сухенко Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підруч. для студентів ВНЗ К.: НУХТ. 2010. 547 с.
8. А.И. Соколенко, А.И. Українець, В.Л Яровой и др. Справочник механика пищевой промышленности / Под ред. А.И. Соколенко К.: Арт Эк. 2004. 304 с.
9. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посіб. / П.С.Берник, З.А.Стоцько, І.П.Паламарчук, В.В.Яськов. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка» 2004. 336 с.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Кислий Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаної літератури</b>		<b>06-3217.ДП.09.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В.Г.			<i>Інд</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

10. Гребенюк С. М. Технологическое оборудование сахарных заводов. – 2 –е изд., перераб. и доп. / С. М. Гребенюк. М.: Легкая и пищевая пром–сть, 1983. 520 с.
11. Харламов С. В. Практикум по расчету и конструированию машин и аппаратов пищевых производств. / С. В. Харламов. Л.: Агропромиздат. 1991. 256 с.
12. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3 – х т. Т. 1. – 5 –е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение. 1979. 728 с.
13. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 – х т. Т. 3. 5 –е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1979. 557 с.
14. В. Н. Стабников, В. М. Лысянский, В. Д. Попов. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Агропромиздат. 1985. 503 с.
15. Фесик С.П. Справочник по сопротивлению материалов. 2-е изд., перераб. и доп. / С. П. Фесик К.: Будівельник. 1982. 280 с.
16. Белик В.Г. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов. / В.Г. Белик, С.А. Зозуля, Б.Н.Жарик и др.; Под ред. В.Г. Белика. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. 304 с.
17. Купчик М.П. Основи охорони праці. / М.П. Купчик, М.П. Ганзюк, І.Ф. Степанець, В.Н. Вендичанський, А.М. Литвиненко, О.В. Іваненко – К.: Основа, 2000. – 416 с.
18. А. К. Запольський, А. І. Салюк Основи екології: Підручник. За ред. К.М. Ситника. К.: Вища школа. 2001. 358 с.
19. Сахарный завод как источник загрязнения воздушного бассейна / М.Б. Богданов, Т.В. Ригер, Н.В. Сапрыкина // Известия вузов. Пищевая технология. №1. 2000. С. 90–91.