

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

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

Кафедра \_\_\_\_\_ ТОКП \_\_\_\_\_

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

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

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв  
на тему Модернізація мийного комплексу Ш-1-ПМД-3 для інтенсифікації  
видалення легких домішок

Виконав: здобувач IV курсу, групи Рибачик Петро Васильович \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник Серпученко Вадим Геннадійович \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

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

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

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

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2021 р.

# 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**

Рибачик Петро Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація мийного комплексу Ш-1-ПМД-3 для інтенсифікації видалення легких домішок

керівник проекту (роботи) Серпученко Вадим Генадійович, доц., канд. тех. наук  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені 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 )

**Рибачик П. В.**  
(прізвище та ініціали)

**Серпученко В.Г.**  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

	Анотація.....
	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> Серпученко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачик П.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Зміст</b>	<b>18-2014.ДП.12.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/1

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект виконаний на тему: «Модернізація мийного комплексу Ш-1-ПМД-3 для інтенсифікації видалення легких домішок».

У даному дипломному проекті, згідно виданому завданню, модернізовано мийний комплекс Ш1-ПМД-3. Проведено основні конструктивні, технологічні, техніко-експлуатаційні що підтверджують роботоздатність обладнання.

Даний дипломний проект складається зі вступу, 10 розділів, 6 креслень формату А1.

Ключові слова: цукровий буряк, транспортно-мийна вода, відмивання

## ANNOTATION.

The diploma project was made on the topic: "Modernization of the washing complex Sh-1-PMD-3 to intensify the removal of light impurities."

In this diploma project, according to the issued task, the washing complex Sh1-PMD-3 is modernized. The basic constructive, technological, technical and operational confirming operability of the equipment is carried out.

This diploma project consists of an introduction, 10 sections, 5 drawings in A1 format.

Key words: sugar beet, transport and washing water, washing

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Сергученко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачик П.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	<b>18-2014.ДП.12.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/1

## ВСТУП

Цукор є одним з важливих продуктів харчування. Його світове виробництво складає більше 100 млн т на рік. Цукрова промисловість - одна з найстаріших галузей України, яка за технічною потужністю і виробництвом цукру посідає одне з перших місць у світі.

Основні шляхи підвищення ефективності цукрового виробництва - всебічна інтенсифікація, прискорення науково-технічного прогресу, подальший ріст продуктивності праці.

Сировина, що надходить у виробництво, підлягає підготовчим операціям - очищенню і миттю.

Коренеплоди, що поступають на завод, забруднені здебільшого землею, піском, камінцями, гичкою, соломою та іншими домішками. Ці домішки, потрапляючи у різальну машину, забруднюють та затуплюють ножі, в результаті чого знижується якість різання, що негативно впливає на проведення наступних технологічних процесів вилучення та очищення сахарози.

Існуючі схеми і обладнання трактів подачі та мийних відділень не завжди забезпечують безперервну та ритмічну подачу буряків на переробку, не забезпечують ефективної очистки бурякомаси від домішок, мають місце втрати бурякомаси та цукру, а також додаткові витрати палива. Тому необхідно удосконалити схему трактів подачі і мийного відділення, використовувати нове високоефективне обладнання для очистки та мийки цукрових буряків, вишукувати шляхи подальшої інтенсифікації процесів на даній дільниці схеми.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Сергученко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачик П.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>		<b>18-2014.ДП.12.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/1

# 1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

Буряки, зібрані механізованим способом і потоковим чи потоково-перевалочним способом доставлені на цукровий завод, відзначаються високим рівнем забрудненості. То ж основну увагу при підготовці буряків до переробки слід приділяти інтенсифікації процесу відмивання буряків, зменшенню витрат води, контрольному виловлюванню домішок, зниженню втрат бурякомаси і цукру.

Для кінцевого відмивання буряків від землі, відділення важких і плаваючих домішок використовують бурякомийки різних типів:

- Однокорпусні, що донині експлуатуються на цукрових заводах, попри моральне і фізичне застаріння;
- комбіновані, з двома мийними відділеннями і двома рівнями мийної води;
- лінії доочищення буряків із послідовно встановлених мийних машин: барабанні мийки; вібраційні мийки або струменеве відмивання на базі дискових водовіддільників; ополіскувачі буряків;
- мийні комплекси, складені з послідовно встановлених мийних механізмів і машин.

За типове обладнання прийнято комбіновані коритні бурякомийки. Комбіновані бурякомийки належать до коритних горизонтальних миючих машин і складаються з двох відділень: перше - у потоці з низьким рівнем води, а друге - з високим. У обох відділеннях обертаються трубчасті вали, що приводяться у дію від окремих приводів. На валах по гвинтовій напрямній лінії закріплено трубчасті кулаки.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Сергученко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачик П.	<i>Назва, додаткова назва</i> Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	<b>18-2014.ДП.12.001 ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/12	

Днища відділень виконано із штапованого сита, під якими встановлено пісковловлювачі, а також контрольний каменевловлювач з гідроприводом для відкривання заслінки. У відділенні з високим рівнем води встановлено пристрій для контрольного уловлювання легких плаваючих домішок.

Бурякомийка СМК-3М відрізняється від КМЗ-М і СКД-6 тим, що її виготовлено з двох аналогічних блоків мийних відділень, у яких різні рівні води, при встановленні їх на одному рівні. Бурякомийки КМЗ-М і СКД-6 виконано також окремими блоками на різних рівнях.

На відміну від КМЗ-М у бурякомийці СКД-6 у кожному мийному відділенні встановлено по два паралельно розміщених кулачних вали, що мають один спільний привід. Викидні ковші працюють від приводу з електродвигуном постійного струму.

Комбіновані бурякомийки Ш1-ПМД-2 і Ш1-ПМД-3 являють собою також два блоки мийних відділень: перше - в потоці з низьким рівнем води і виконане аналогічно першому відділенню бурякомийки СКД з встановленими двома паралельно розміщеними кулачними валами і окремими приводами, і друге відділення - з високим рівнем води, виконане аналогічно ополіскувачам, вони оснащені двома вивантажувальними шнеками з окремими приводами, спеціальним соломогичковловлювачем, двома каменевловлювачами, двома соплоапаратами, а також системами автоматизації і змащування. Бурякомийки з постійним рівнем води (КМЗ-М) погано відмивають буряк, що має підвищену забрудненість легкими і важкими домішками. Рекомендується використовувати комбіновані бурякомийки, в корпусах яких є відділення зі зниженим рівнем води для кращого відмивання прилипли до поверхні буряків домішок та відділення з підвищеним рівнем води для кращого уловлювання легких домішок.

Земля і глина найлегше відмиваються при інтенсивному терті коренів один по одному. Тому в початковій стадії мийки буряк повинен знаходитися



в скупченому стані, тобто на початку корпусу бурякомийки має бути відділення з пониженим рівнем води.

При переміщенні буряка вздовж корпусу бурякомийки, коли в основному забруднення від буряка видалені, краще мити буряк в менш скупченому стані більш чистою водою. Для остаточного відділення легких спливаючих домішок дзеркало води над буряками повинно бути спокійним. Для цього в мийці необхідно мати відділення з високим рівнем води, в якому дзеркало води вище рівня буряка на 300...400 мм.

З цією метою видалення землі та глини в нижній частині мийки по всій її довжині у нижнього днища встановлюється хибне перфороване днище. Зазор між зовнішнім і перфорованим днищами становить 100...150 мм. У просторі між днищами осідають земля, пісок і дрібне каміння, яке потім через пісковловлювачі видаляють з бурякомийки.

Втрати цукру в мийній воді залежать від якості буряків і пори року. Для скорочення втрат цукру необхідно, щоб температура води при митті була не більше 15...18°C. При підвищенні температури води втрати цукру збільшуються.

Вода, що надходить у бурякомийку, має містити мінімальну кількість мікроорганізмів.

### ***Бурякомийки з постійним рівнем води.***

До цього типу належать однокорпусні бурякомийки, усередині яких розташовані один або два вали, і двокорпусні (КМЗ-61).

Однокорпусні бурякомийки відрізняються від двокорпусних пристроєм камне- і піско-вловлювачів, конструкцією викидаючих вузлів і способом подачі води.

Бурякомийка КМЗ-57М (рис.1.1.) складається з миючої 5 і викидної 17 частин, розділених перегородкою 10. Внизу перегородки є отвір 40, розмір якого регулюється за допомогою лебідки 39.

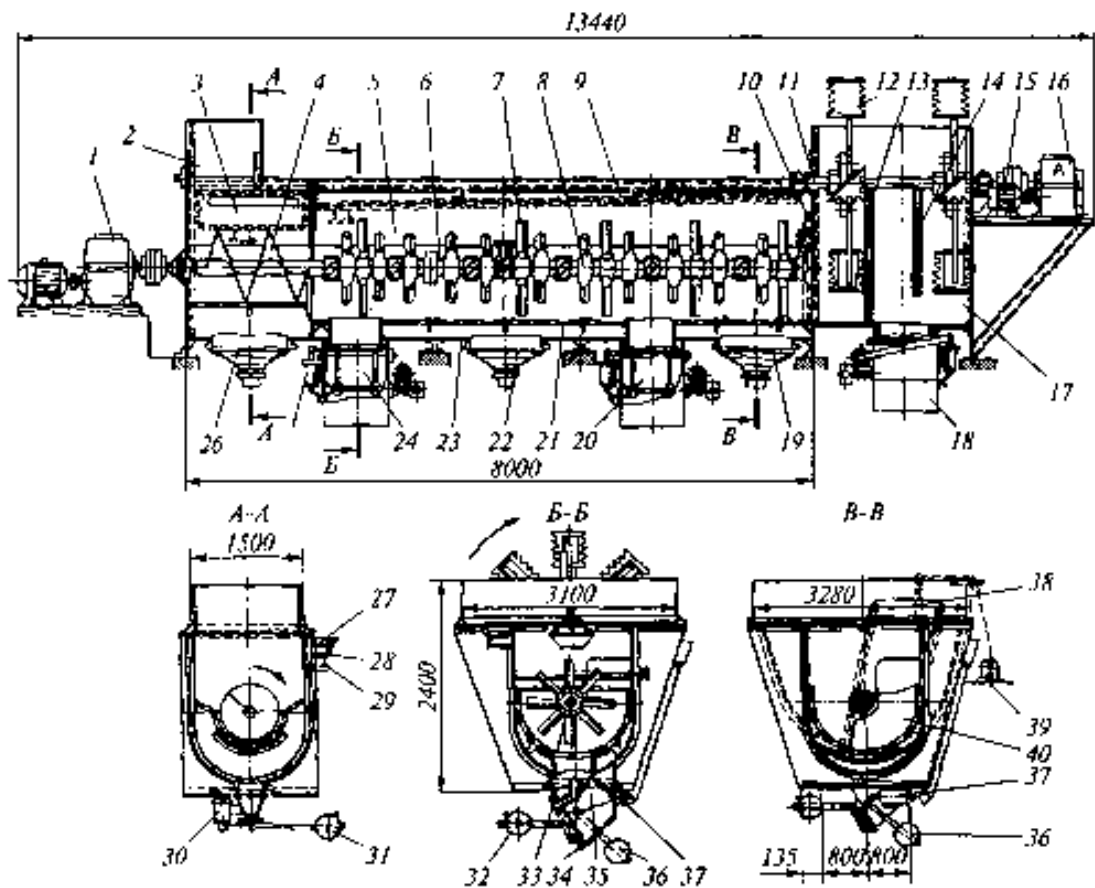


Рис.1.1. Бурякомийка КМЗ-57М

Усередині миючої частини мийки встановлений вал 6, на якому в чавунних рознімних муфтах 8 закріплені кулаки 7. Вал складається з двох частин, з'єднаних муфтою. У передній частині мийки на горизонтальному валу розташований шнек 4. Його призначення - розпушувати поверхню буряків, що надходять в мийку і сприяти спливанню на поверхню води легких домішок. Кулачковий вал приводиться в обертальний рух від приводу, що складається з електродвигуна і редуктора 7.

Корпус миючої частини бурякомийки має подвійне дно: верхнє 21 перфороване та нижнє 23 суцільне.

Викидна частина бурякомийки розділена перегородками 13 і 14 на три відділення. Перегородка 13 глуха, а перегородка 14 має внизу отвір. У викидній частині встановлено вал 11, на якому закріплені ковші 12. Вал

приводиться в обертальний рух від електродвигуна 15 через тришвидкісний редуктор 16.

Для відділення важких домішок (каміння та ін.) від буряка в миючій і викидаючій частинах знаходяться камневловлювачі 18, 20 і 24. Камневловлювачі це кишені, нижні отвори яких мають кришки 34, що відкриваються за допомогою гідроциліндрів 25 і закриваються противагами 32. Верхній отвір камневловлювачів закривається сектороподібним шибером 35 з допомогою гідроциліндра 37 і утримується у відкритому стані противагою 36. Для того щоб в камневловлювачі разом з важкими домішками не надходили буряки, по трубі 33 підводиться вода під тиском 0,4 ... 0,5 МПа. У робочому положенні Камневловлювача сектоподібний шибер відкритий, а нижня кришка закрита. Пісок і відмита земля від буряка через перфоровані днище миючої частини бурякомийки надходять в пісковловлювачі 19, 22 і 26, кришки яких при чищенні відкриваються гідроциліндрами 30 і закриваються противагами 31.

Принцип дії бурякомийки полягає в наступному. Буряк надходить через лоток 2 на шнек і далі в мийне відділення, де кулачками перемішується, в результаті чого з її поверхні видаляються забруднення, і переміщаються до розвантажувальної частини.

Для кращого відділення забруднень з поверхні буряків кулачки в передній частині валу встановлені на меншій відстані один від одного, а для переміщення буряків до викидної частині вони розташовані на валу по гвинтовій лінії. Під час переміщення буряка відбувається відділення землі та піску, важких і легких домішок.

Каміне- і пісковловлювачі чистяться автоматично за графіком. Для кращого видалення піску і землі, що накопичуються між суцільним і перфорованим днищами, через барботери подають воду під час чищення пісковловлювачів.

Буряк з мийного відділення через отвір в перегородці 10 надходить в перше відділення мийки. Кількість буряків, які надходять у викидне відділення регулюється шибером 38. Буряк з першого відділення мийки ковшами 12 перекидається в друге відділення, де остаточно відмивається чистою водою (забруднена вода видаляється через збірку 3), із останнього відділення подається ковшами на водовіддільник. Так як ковші не доходять до дна мийки, вони не захоплюють відокремлене каміння, яке направляється в каміневловлювачі.

У миючої частини бурякомийки легкі домішки спливають на спокійну поверхню води, яка знаходиться на рівні 300...400 мм вище кулачків. В одній зі стінок корпусу бурякомийки встановлюють жолоб 9 з перфорованим 27 і суцільним 28 днищами. У цей жолоб через щілини в стінці мийки потрапляють легкі домішки з поверхні води за допомогою струменів води, що випливають з отвору труби, розташованої з протилежної сторони мийки. Легкі домішки затримуються на перфорованому днищі жолоба і періодично видаляються, а вода, що надходить в жолоб з домішками, відводиться через штуцер 29.

Перед вимушеною зупинкою бурякомийки необхідно зупинити подачу буряків та видалити з корпусу бурякомийки біля 50% буряків у приймальний бункер перед бурякорізками. Це робиться для полегшення подальшого пуску бурякомийки.

### ***Комбіновані бурякомийки.***

У цих бурякомийках передбачаються протитечійний рух буряків і води, автоматична підтримка рівня води, надійне видалення легких спливаючих домішок і видалення дрібних осілих домішок по всій довжині миючої частини бурякомийки.

Бурякомийка КМЗ-М значно простіше в конструктивному відношенні в порівнянні з розглянутими вище бурякомийками і має вдосконалену конструкцію вузла для видалення легких домішок.

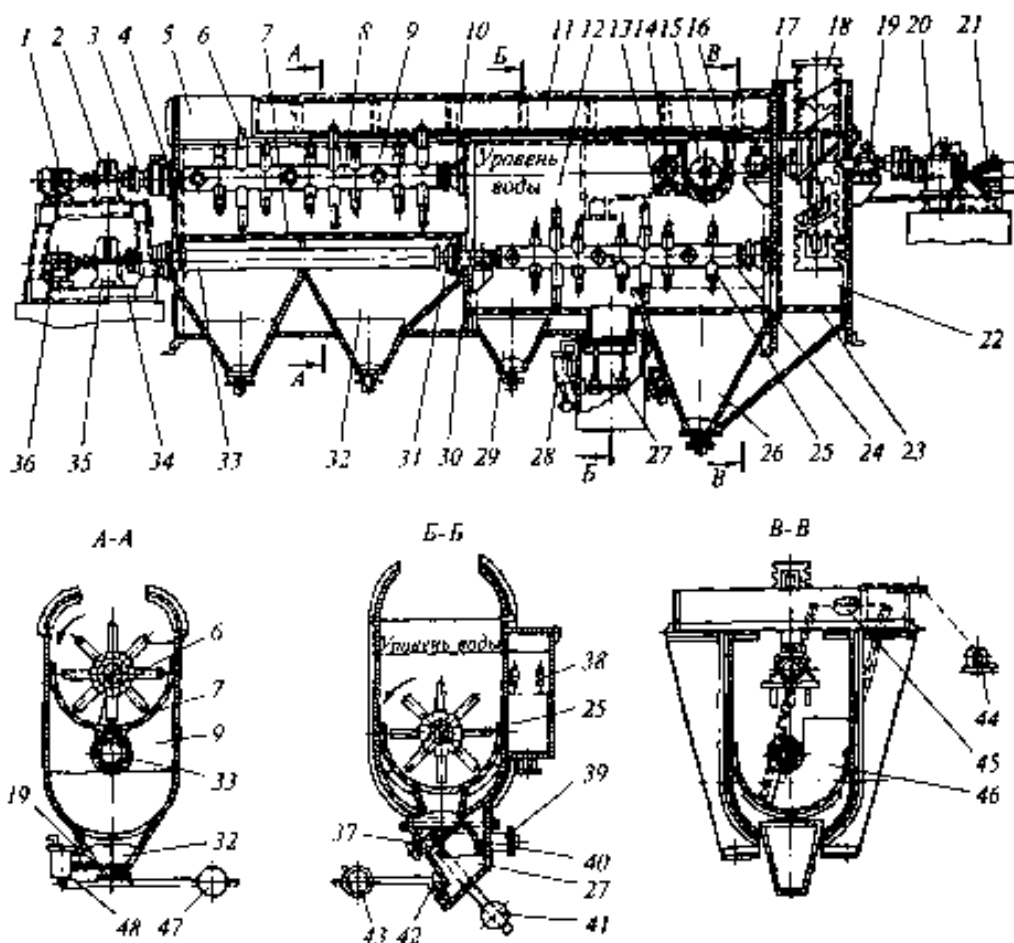


Рис.1.2. Бурякомийка марки КМЗ-М

Бурякомийки КМЗ-М складається з двох миючих 9 і 12 і викидного 22 відділень; електродвигунів 1, 21,36; редукторів 2, 35; муфт 3, 31; підшипників 4, 10, 19; завантажувального бункера 5; куркулів 6, 25; перфорованих днищ 7, 23; кулачкових валів 8, 24; бортів 11; направляючих планок 13; направляючого барабана 14; шнека 15; корпусу 16 шнека; перегородок 17 і 30; ковшів 18; пісковловлювачів 26, 29, 32; каміневловлювачів 27; гідроциліндрів 28, 39, 48; проміжного вала 33; рами 34 приводу; патрубку 37 для подачі води; жолоба 38; секторного шибера 40;

противаг 41, 43, 47; кришки 42; лебідки 44; шибера 45. Над пісковловлювачем 26 є отвір 46.

Перше миюче відділення 9 має низький рівень води, а друге 12 - високий. У першому відділенні встановлено кулачковий вал 8, що обертається в підшипникових опорах 4 і 10 від електродвигуна 1 через редуктор 2 і муфту 3, а в другому - вал 24, що має свій привід. У викидному відділенні на валу є ковші 18, яким повідомляється обертальний рух від електродвигуна 21 через варіатор 20 і редуктор. Варіатор дозволяє змінювати продуктивність ковшів.

Буряк з першого миючого відділення надходить безпосередньо в друге миюче відділення через отвір в перегородці, що їх розділяє.

Щоб видалити легкі домішки, що спливають на поверхню води, у другому відділенні встановлений соломовловлювач, що складається з напрямного барабана 14 і шнека 15. Шнек видаляє домішки за межі мийки.

Рівень води в бурякомийці підтримується за допомогою шибера, прикриває отвори в стінці жолоба 38. Для уловлювання каміння призначена камне-вловлювач 27 такого ж типу, як і в бурякомийці КМЗ-57М. Пісок і землю видаляють пісковловлювачами із спеціальними приймачами, що мають похилі стінки. Така конструкція пісколовлювачів дозволяє значно підвищити ефективність видалення піску і землі.

Бурякомийки СКД-6 являє собою двохвальну машину, що складається з двох мийних відділень 6 і 13 і одного викидного 20.

Перше відділення з низьким рівнем води призначене для відмивання буряків шляхом інтенсивного їх перетирання між собою.

У другому відділенні з високим рівнем води буряки остаточно відмиваються і від них відокремлюються важкі і легкі домішки.

Днище корпусу під кожним шнеком виконано у вигляді напівциліндра, причому в місцях установки пісковловлювачів 23 і 25 воно перфоровані. У відділенні з низьким рівнем води пісковловлювачі розміщені послідовно, а у

відділенні з високим рівнем води - паралельно (тут встановлено також камневловлювачі 22). Кришки камневловлювача і пісколовлювача відкриваються періодично з допомогою гідроциліндрів 21, керованих автоматичною системою з програмним управлінням.

У кожному мийному відділенні встановлено по два трубовала, розташованих паралельно. У першому відділенні вали 7 мають по одній проміжній опорі 4, змазка яких здійснюється водою, яка подається під тиском по трубопроводах 5. На кожному валу по гвинтовій лінії приварені цапфи з кулачками 8. Їх призначення - відмивати буряк і транспортувати його вздовж корпусів бурякомийки.

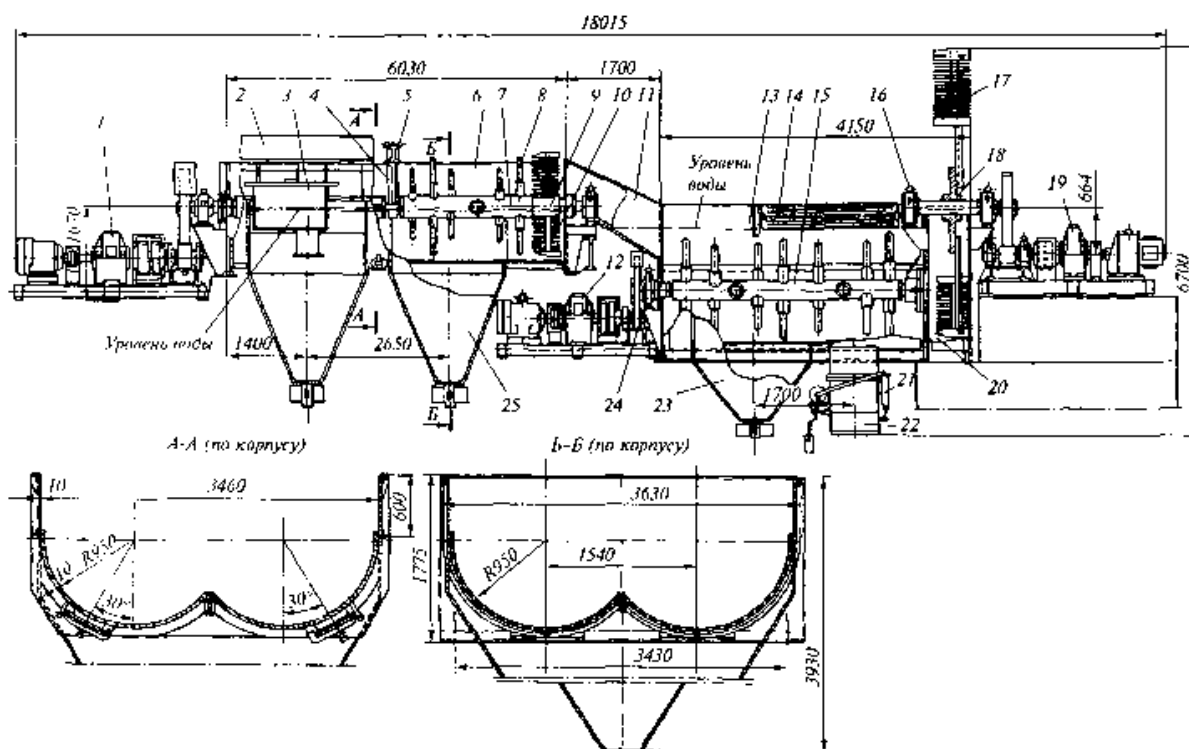


Рис.1..3. Бурякомийка СКД-6

На кінці кулачкових валів першого відділення перед торцевої стінкою знаходяться перекидні зварні лопаті 10 з круглих сталевих прутків, за допомогою яких буряки з відділення з низьким рівнем по лотку 11 направляються в друге відділення. У другому мийному відділенні в опорах

24 встановлено два кулачкових валу 15, які приводяться в обертання від приводів 1 і 12. Кожен привід складається з електродвигуна, редуктора і зубчастої передачі.

В кінці другого відділення розташовані викидні зварні лопаті 17, прикріплені до рознімної литий маточині 18, яка закріплена на валу, що обертається в опорах 16.

Привід лопатей здійснюється від електродвигуна 19 постійних струму з тиристорним перетворювачем, що дозволяє регулювати частоту обертання викидають лопатей від 0,1 до 7 хв-1.

Легкі домішки, що спливають на поверхню води у другому відділенні, видаляють за допомогою соломовловлювача 14, що складається з відбійного барабана і шнека. Рівень води в першому відділенні зазвичай нижче центру кулачкових валів на 50 мм та підтримується шиббером, що знаходяться в переливному ящику 3. Ящик 3 має щитки 2 для завантаження буряка. У другому відділенні мийки рівень води вище куркулів на 400 мм та підтримується автоматично.

Тривалість процесу відмивання буряків становить близько 340 с. Витрата води при цьому становить 40 ... 45% від маси буряків.

Бурякомийки з високим рівнем води та комбіновані мають істотні недоліки: вони металоємні, займають багато виробничої площі, тривалий процес миття буряків в них призводить до значних втрат цукру в мийних водах, особливо при пошкодженому мороженому буряках.

Конструкція сітчастого конвеєра відрізняється від тих, які випускаються серійно. Так підтримуюче сито конструкції виконано із швелерів №5, що за допомогою оригінального кріплення з'єднується з пластиками тягового органу з кроком 125мм. Для попередження прогинання швелерів вони на своїх кінцях оснащені повзунками із полімерного матеріалу з низьким коефіцієнтом тертя і опираються при русі на сталеві полоси. До



швелерів, за допомогою болтів М10, кріпиться сталева сітка з розмірами ланки 15x15мм Лінійна швидкість руху сита близько 0,1-0,15 м/с.

За допомогою передачі гвинт–гайка привідний вал конвеєра може підніматись і опускаться. Це дає змогу змінювати кут нахилу конвеєра від 25 до 40. Це в свою чергу-необхідно для того, щоб буряк, а також його бій та хвостики, могли скочуватись назад в бункер.

В зв'язку з тим. що в процесі роботи сітка поступово залипає волокнами рослин і відокремлення води різко затрудняється, до нижньої ланки конвеєра підводиться освітлена транспортерно-мийна вода та стиснуте повітря, завдяки чому проводиться регенерація сита на протязі всього строку експлуатації. Таким чином подовжується строк служби сітки на період всього використання.

Після водовідділювача цукровий буряк потрапляє на транспортер, який подає його на різку.

### ***Бурякомийка барабанна***

Призначена для миття коренеплодів цукрових буряків. По лотку 1 буряк потрапляє в сітчасту завантажувальну частину 2, призначену для відділення та відведення через корито 3 транспортерно-мийної води, миюча частина 4 спирається на сталеві бандажі 5 на ролики 6. Барабан приводиться в обертання електродвигуном через редуктор 7 і зубчасту пару 8, шестерня якій закріплена на валу редуктора, а колесо на барабані Бурякомийки. Усередині барабану розташовані лопаті по гвинтовій лінії. При обертанні барабана буряк всередині барабана переміщається в протитечії з оборотною водою і вивантажується в ополіскувач шнеком.

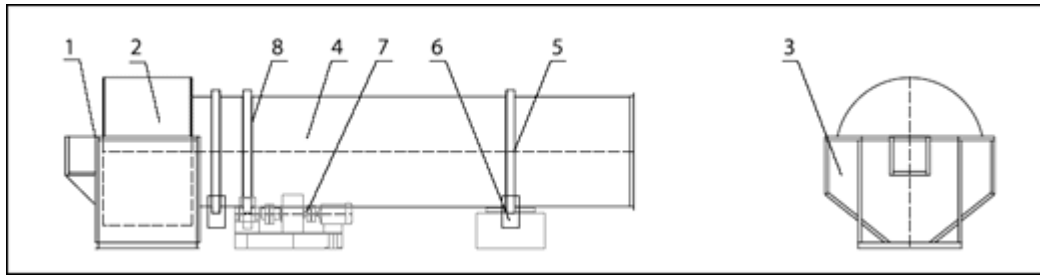


Рис. 1.4. Барабанна бурякомийка

## 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Харчова промисловість одна з найважливіших і найбільш складних галузей народного господарства. Основним завданням сучасного інженера в наш час при ринкових відносинах є потреба слідкувати за науково-технічним прогресом, розробляти і впроваджувати в життя нове, прогресивне і конкурентноздатне обладнання і технології.

Науково-технічний прогрес в цукровій промисловості повинен розвиватися в наступних напрямках: скорочення тривалості виробничого циклу, якомога швидша переробка цукрових буряків з метою зменшення витрат допоміжних матеріалів і втрат цукру, впровадження нової ефективної техніки і технологій, що підвищують вихід і якість цукру; автоматизації виробничих процесів і контролю за ними; скорочення витрат на паливо.

Досягнення високих показників можливе в результаті впровадження прогресивних технологій шляхом модернізації цукробурякового обладнання.

Завдяки впровадженню нових технологій інтенсифікуються технологічні процеси, зменшуються витрати електроенергії та палива, збільшується вихід цукру.

В даному проекті проведено розрахунки для визначення економічної ефективності та доцільності модернізації мийного комплексу Ш1-ПМД-3, в результаті чого забезпечується:

- ефективність відмивання буряків від землі зростає до 80-85% у порівнянні з 70%;
- кількість відділених легких домішок, що надходять в мийне відділення разом з буряками значно підвищується і складає 95-97%;
- ефективність очистки на дефекосатурації збільшується на 3-4%;

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Сергученко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачик П.	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.		<b>18-2014.ДП.12.002 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/2

- використання свіжої води зменшується і становить лише 25% до маси перероблюючи буряків на відміну від попередньої кількості на рівні 40%;
- забезпечується оптимальна ритмічність роботи заводу.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКТУ

Наукові дослідження показують, що при поточному і поточно-перевалочному способах збирання буряка пов'язана земля становить 75-80% від маси домішок. Загальна забрудненість такий буряка досягає 20-40%. Якщо ж вологість ґрунту понад 23% і забрудненість буряків понад 20%, купу буряків втрачає властивості сипучого вантажу, і при розвантаженні буртоукладальних машинами різко знижується ефект очищення. При рівні загальної забрудненості до 10% серійні очисники буртоукладальних машин відокремлюють 12-25% початкової кількості домішок, в основному вільну землю. Решта домішки (близько 75%) разом зі буряковим боєм надходять в кагати. Аналізуючи складові загальної забрудненості буряків, можна відзначити наступне: - при рівні забруднення 10% важковидалаємі на буртоукладальних машинах домішки складають 75%, в тому числі пов'язана земля - 60%, вільна земля - 15%, пов'язана бадилля - 15%; - при рівні 15% домішки, що важко видаляються 90,4%, в тому числі пов'язана земля - 31,3%, вільна земля - 1,3%, грудки землі - 0,7%, пов'язана бадилля - 58,4%; - при рівні 18-40% домішки, що важко видаляються становлять 100%, в тому числі пов'язана земля – 42...73%, грудки землі - 2,62...2,65%, пов'язана бадилля - 54,77...24,25% до маси домішок. Буряк, що надходить на переробку, містить в залежності від погодних умов велика кількість домішок (невідмитої землі, вільної та зв'язаної зеленої маси, кореневищ бур'янів, каменів та ін.). Кількість бою і уламків буряків на тракті подачі і в мийному комплексі становить 5-6% до маси буряка, тривалість перебування коренеплодів у воді при гідроподачі може становити в середньому від 6 до 16 хвилин в

Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Сергученко В.</i>	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>		Статус документа			
Власник документа <i>НУХТ</i>	Розробник документа <i>Рибачик П.</i>	Назва, додаткова назва Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.		18-2014.ДП.12.003 ПЗ			
	Документ затверджено <i>Миронюк ВГ.</i>						

залежності від того, наскільки широко поширена мережа гідротранспортерів і який шлях руху буряка по кагатні полю до заводу.

Загальні втрати цукру в транспортерної-мийної воді складають близько 1% до маси сахарози в заготовленому сировину, або 0,18-0,25% до маси буряка. При гідротранспортування буряка зі значними механічними пошкодженнями або підмороженої і відталої ці втрати значно вимиті і можуть досягати до 0,80-0,85% до маси буряка.

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

Цукровий буряк гідротранспортером подається в приймальний лоток відділення 2 з низьким рівнем води, який направляє його в периферійні зони корита до стінок (рис.4.1). Це дозволяє найбільш ефективно використати весь об'єм мийного відділення.

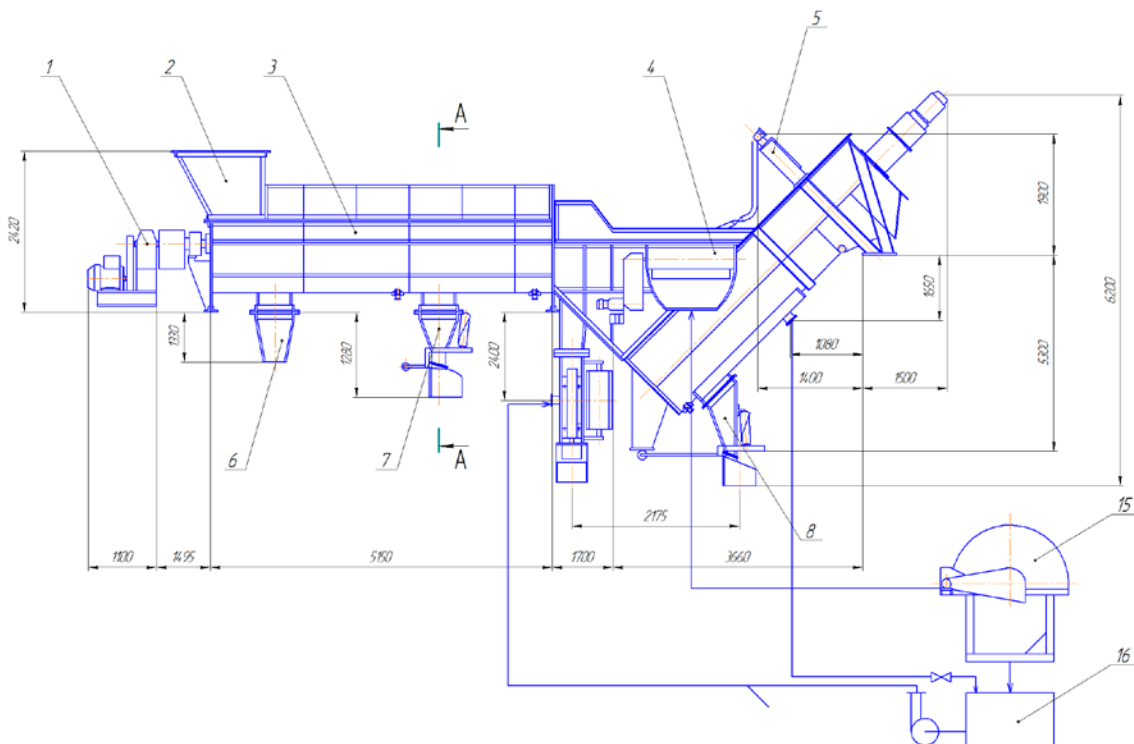


Рис. 4.1 Бурякомийка Ш1 – ПМД – 3

Під впливом кулаків, які обертаються в протилежних напрямках буряк інтенсивно переміщується в невеликій кількості води та одночасно переміщується по кориту 3 до перекидних лап. При цьому буряк відтирається від налиплої до нього грязі. Пісок, який відділився, потрапляє до пісковловлювача 6, який встановлений у бурякомийці.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Сергученко В.	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Рибачик П.	Назва, додаткова назва Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи	18-2014.ДП.12.004 ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук ВГ.		Інд.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/3

Вода у мийне відділення з низьким рівнем поступає з відділення з високим рівнем 4, переливаючись через регулюючий пристрій, який встановлений на загальній стінці мийних відділень.

Рівень води в обох частинах бурякомийки регулюється системою автоматики.

Відділенні з високим рівнем води встановлені камневловлювачі 8, які збирають важкі домішки, що попали у бурякомийку. Для запобігання попадання буряку в камневловлювачі в них утворюється вертикальний потік води, швидкість якого близько 0,26 м/хв.

Через вловлювач легких домішок з відділення з високим рівнем води скидається до 150 м<sup>3</sup>/год мийної води. При цьому плаваючий буряк перекидається лопатями вловлювача в огорожене місце, звідки він поступає на вивантажувальні шнеки. Легкі домішки, що знаходяться в воді, видаляються гичкосоломовловлювачем.

Очищена таким чином вода повертається в відділення з високим рівнем води через камневловлювач і щілину в передній стінці корпусу. З відділення з високим рівнем води буряк вивантажується двома шнеками. В шнеках, особливо в їх збірних частинах, відбувається інтенсивне перемішування буряку і, як внаслідок цього іде останнє відтирання буряку від землі.

Вода, яка підіймається разом з буряком шнеком, проходить через перфоровані днища, і попадає у колектор. З колектора вода повертається у відділення з високим рівнем води.

В верхній частині шнеків буряк ополіскується чистою водою, яка подається у форсунки під тиском. Форсунки знаходяться у верхній частині ополіскувала.



з метою поліпшення відведення домішок разом з водою, здійснена заміна ротаційних водовідокремлювачів на дисковий водовіддільник ВДФ-6, фізично зношених. В запропонованій конструкції коритної бурякомийки Ш1-ПМД-3 встановлено форсуночно-струменеву систему, яка покращує ступень фінішного відмивання буряка та відділення від неї домішок. Це дозволяє проводити на 2 останніх рядах форсунок знезараження буряка чи її ополіскування чистою водою.

Також для унеможливлення потрапляння забрудненої транспортерної води з тракту подачі буряка на мийку встановлено фільтр перед мийним комплексом.

## 5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вибір матеріалів, які застосовуються в харчовому машинобудуванні при виготовленні деталей для приготування, зберігання та транспортування харчових продуктів, зумовлений наступними основними факторами:

- допустимістю контакту з харчовими продуктами;
- економічною доцільністю застосування;
- вимогами до надійності та довговічності устаткування.

При проектуванні машин та апаратів харчового машинобудування ці завдання вирішуються шляхом застосування конструкційних матеріалів, дозволених для контакту з харчовими продуктами, використання найбільш дешевих матеріалів, які відповідають вимогам конструкції, а також поєднання пар конструкційних матеріалів, що забезпечує найменше з можливістю зношування поверхонь тертя.

Довговічність визначається головним чином зносостійкістю деталей, тому одним із основних шляхів збільшення терміну служби та надійності роботи машини є підвищення зносостійкості поверхонь тертя деталей.

По мірі зношування деталей в парах тертя збільшуються зазори, порушуються нормативна робота машини, виникає вібрація, ударні впливи на поверхні деталей.

Зношування деталей може призвести до їх руйнування, або внаслідок зношування поступово збільшуються змінні напруги, що може призвести до перевищення межі втомлюваності.

Сталі можна підвищувати гартуванням з високим відпуском, а при більших навантаженнях - гартуванням з низьким відпуском.

Ефективний спосіб підвищення зносостійкості - цементация сталі з наступним гартуванням та низьким відпуском.

<i>В. НУХТ</i>	<i>Серпученко В.</i>	<i>Пояснювальна записка</i>				
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Рибачик П.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Вибір конструкційних матеріалів	<i>18-2014.ДП.12.005 ПЗ</i>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миронюк ВГ.</i>		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/3</b>

Зносостійкість залізовуглецевих сплавів зростає із збільшенням в їх структурі перліту. Тому, для збільшення довговічності сальникового ущільнення, захисні втулки треба виготовлювати із сталі з великим вмістом вуглецю чи сірого перлітного чавуну.

Гартування з низьким відпуском підвищує зносостійкість сталі 45 в парі із сальниковою набивкою приблизно на 30 %.

За даними випробувань метали можна поділити за зносостійкістю на дві групи:

- в першу групу входять метали, які мають невисокі антикорозійні властивості: сталі та чавуни. їх зношування характеризується чималою втратою маси через інтенсивне протікання корозійних процесів, підсилених впливом середовища.

- в другу групу входять метали та корозійно стійкі сплави (нержавіючі сталі, мідні та алюмінієві сплави), зносостійкість яких в десятки разів вище зносостійкості металів першої групи. Ділення металів по стійкості на дві групи не залежить від механічних властивостей.

Таблиця 5.1. Перелік використаних матеріалів.

Перелік матеріалів, використаних в пресі та дозволених органами Держнагляду.		
Найменування матеріалу, марка	ДСТУ	Номер та дата дозволу МОЗ України
Сталь вуглецева звичайної якості марок: Ст3, Ст3кп2, Ст4кп ВСт3кп, ВСт3пс	ДСТУ 2651:2005. ДСТУ Б В.2.3-28:2011	126-14/1040-3,30.11.73 126-14/1154-3,17.05.71 123-14/1460-7,26.05.71

<p>Сталь вуглецева якісна конструкційна: 08 кп., 20, 35, 40, 45</p>	<p>ГОСТ 1050-82</p>	<p>123-12/328-7,07.08.79 08С/Б-7-450, 05.04.62 08С/Б-7-128, 18.07.63</p>
---	---------------------	--

## 6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### Розрахунок геометричних розмірів і технічної продуктивності бурякомийки.

Задача розрахунку:

- а) визначення корисних об'ємів корпусів бурякомийки з низьким та високими рівнями;
- б) визначення поперечних розмірів та інших елементів корпусу;
- в) визначення технічної продуктивності відділень з низьким та високим рівнями.

Вихідні дані:

- а) продуктивність по буряку  $A = 3000$  т /добу;
- б) довжина корпусу відділення з низьким рівнем  $L_1 = 5$  м;
- в) час перебування буряка у відділенні з низьким рівнем  $Z_1 = 2$  хв;
- г) час перебування буряка у відділенні з високим рівнем  $Z_2 = 3$  хв;
- д) густина буряководневої суміші:

- у відділенні з низьким рівнем  $Y_H = 0.5$  т /м<sup>3</sup>;
- у відділенні з високим рівнем  $Y_B = 0.28$  т /м<sup>3</sup>.

Розрахунок.

Продуктивність визначається по формулі:

$$A = \frac{1440 * V_H * Y}{Z}$$

де  $Y$  — маса буряка в 1м<sup>3</sup> буряководневої суміші, т/м<sup>3</sup>;

Корисний об'єм відділення з низьким рівнем визначається по формулі:

$$Vn_1 = Fn_1 * L_1$$

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Сергученко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачук П.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Розрахункова частина</b>	<b>18-2014.ДП.12.006 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/12

де  $Fn_1$  - розрахункова площа поперечного перерізу корпусу відділення з низьким рівнем,  $m^2$ .

Приймасмо умовно, що буряководнева суміш займає об'єм вище вісі кулачних валів на 250мм.

$$Fn_1 = \frac{\pi * D^2}{4} - S - \frac{\pi * d^2}{4} + 2.75 * 0.25$$

$$Fn_1 = \frac{3.14 * 1.40^2}{4} - 0.4 - \frac{3.14 * .325^2}{4} + 2.75 * 0.25 = 2.0 m^2$$

Корисний об'єм відділення з низьким рівнем:

$$Vn_1 = 2.0 * 5 = 10 m^3.$$

Фактична продуктивність відділення з низьким рівнем:

$$A = \frac{1440 * 10 * 0.5}{2} = 3600 m/добу.$$

Корисний об'єм відділення з високим рівнем:

$$Vn_2 = V_k + V_w,$$

де,  $V_k$  - об'єм корпусу,

$$V_k = V_b + V_v$$

де  $V_b = 11.26 m^3$  - об'єм бункера;

$$V_v = 18.76 m^3 - \text{об'єм ванни};$$

$$V_k = 11.26 + 18.76 = 30.02 m^3;$$

$$V_{П2} = 30.02 + 4.98 = 35.0 m^3.$$

Продуктивність відділення з високим рівнем:

$$A = \frac{1440 * V_{ПC} * Y_B}{Z}$$

де  $Y_B = 0.28 t/m^3$  — густина буряководної суміші у відділенні з високим рівнем.

$$A = \frac{1440 * (18.76 + 4.98) * 0.28}{3} = 3190 m/добу$$

У формулі присутній  $Y_{\text{пс}}$ , рівний сумі корисних об'ємів ванни і шнека, так як у бункері буряк відсутній.

### **Розрахунок приводу кулачних валів.**

Задача розрахунку:

- а) розрахунок кінематичної схеми приводу;
- б) визначення типу і кількості клинових ремнів, розмірів шківів;
- в) визначення потужності, необхідної для обертання кулачних валів і вибір електродвигунів;
- г) визначення характеристик редуктора і вибір його типу.

Вихідні дані:

- а) продуктивність бурякомийки по буряку  $A=3000$  т/добу;
- б) довжина корпусу відділення з низьким рівнем  $L_1=5$  м;
- в) частота обертання валів  $n = 14$  об/хв;
- г) приводи валів індивідуальні;
- д) режим роботи — безперервний.

Кінематичний розрахунок приводу бурякомийки.

Кінематична схема привода складається з електродвигуна 1, клинопасової передачі 2, редуктора 3, муфти 4, кулачних валів 5

Приймаючи частоту обертання валу електродвигуна  $n = 1000$  об/хв, визначимо загальне передаточне число приводу:

$$U_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{ел.д.}}}{n} = \frac{1000}{14} = 69,6.$$

Приймаємо передаточне число редуктора  $U_p = 50$ , тоді передаточне число клинопасової передачі:

$$U_k = \frac{U_{\text{заг}}}{U_p} = \frac{69,6}{50} = 1,4$$

### **Розрахунок споживчої потужності електродвигуна.**

Потужність, яка необхідна для обертання одного валу бурякомийки (визначаємо по аналогії з типовою однокорпусною бурякомийкою потужністю 1500 т.бур./добу, у якої при довжині  $L_1 = 5.8$  м), витрата потужності складає  $N_1 = 11$  кВт.

Враховуючи, що один вал забезпечує потужність  $A=1500$  т. буряка за добу, довжина корпусу  $L=5$ м, вал корпусу встановлений у відділенні з низьким рівнем (враховується коефіцієнт 1.5), а також, що на валу встановлені перекидні лапи, яких немає у типовій бурякомийці (додається 2.0кВт), необхідна потужність електродвигуна визначається за формулою:

$$N = N_1 * \frac{A_1}{A} * \frac{L_1}{L} * 1.5 + 2.0;$$

$$N = 11 * \frac{1.5}{1.5} * \frac{5.0}{5.8} * 1.5 + 2.0 = 16.2(\text{кВт})$$

Приймаємо до встановлення електродвигун 4A180M6УЗ по ДСТУ 2331-93 потужністю  $N= 18.5$ кВт, частота обертання  $n=1000$  об/хв

### **Розрахунок клинопасової передачі.**

Враховуючи потужність, яка передається  $N = 16.2$  кВт і швидкість  $V > 10$  м/с, приймаємо до встановлення ремень перерізу "В", площа перерізу якого  $F = 230$ мм<sup>2</sup>. Приймаємо розрахунковий діаметр меншого шківів  $D_m = 224$ мм.

Діаметр більшого шківів:

$$D_b = \frac{D_m * n_b}{n_n} = D_m * U_k = 224 * 1.4 = 313.6(\text{мм}).$$

Отримане значення закругляємо до стандартного  $D_b = 315$ мм.

Швидкість ремня:

$$V = \frac{\pi * D_m * n_1}{60} = \frac{3.14 * 0.224 * 915}{60} = 11.43(\text{м/с})$$



Частота обертання веденого валу:

$$n_2 = \frac{D_m * n_1 * (1 - E)}{D_B},$$

де  $E = 0.02$  — відносне ковзання ремня.

$$n_2 = \frac{0.244 * 975 * (1 - 0.02)}{0.315} = 667 (\text{об/хв})$$

Дійсне передаточне число клинопасової передачі:

$$U_\kappa = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1000}{677} = 1,48$$

Найменша міжцентрова відстань:

$$L_{\min} = 0.55 * (D_m + D_B) + h,$$

де  $h = 13.5$  мм — висота перерізу ремня.

$$L_{\min} = 0.55 * (224 + 315) + 13.5 = 310 (\text{мм})$$

Так, як конструкція бурякомики, дозволя прийняти клинопасову передачу з довільним значенням міжцентрової відстані, приймаємо до встановлення ремінь довжиною  $L = 2000$  мм по ДСТУ 520-2014.

Міжцентрова відстань:

$$L = 0.25 * \left[ (L - \pi * m) + \sqrt{(L - \pi * m)^2 - 8 * (D_B - D_m)} \right] =$$
$$0,25 * \left[ (2000 - 3,14 * 269,5) + \sqrt{(2000 - 3,14 * 269,5)^2 - 8 * (315 - 224)} \right] = 577 (\text{мм})$$

Найменша відстань, необхідна для того, щоб одягнути ремень:

$$L_{\min} = L - 0.05 * L = 557 - 0.015 * 2000 = 547 (\text{мм}).$$

Найбільша відстань, необхідна для компенсації витяжки ремня:

$$L_{\max} = L + 0.03 * L = 557 + 0.03 * 2000 = 637$$

Кут обхвату:

$$\alpha = 180^\circ - \frac{D_B - D_m}{L} * 60^\circ = 180^\circ - \frac{315 - 224}{557} * 60^\circ = 170.6^\circ$$

Коефіцієнт кута обхвату:

$$C_\alpha = 0,98;$$

Коефіцієнт режиму:

$$C_p = 0.9;$$

Загальний поправочний коефіцієнт:

$$c = c_p * c_\alpha = 0.9 * 0.98 = 0.88.$$

Потужність, яку передає один пас при  $\alpha = 180^\circ$  та спокійній роботі:

$$N_0 = 3.81 \text{ кВт.}$$

Кількість пасів:

$$Z = \frac{N}{N_0 * c} = \frac{16.2}{3.81 * 0.88} = 4.83.$$

Приймаємо кількість пасів:  $Z = 5$ .

Попередній натяг ремня:  $S_0 = 27.5 \text{ Н.}$

Тиск на вал:

$$Q = 2 * S_0 * Z * \sin \frac{A}{Z} = 2 * 27.5 * 5 * \sin \frac{170.6}{5}$$

### **Вибір редуктора.**

Частота обертання швидкохідного валу редуктора:

$$n = \frac{n_e}{U_k} = \frac{1000}{1.48} = 677 \text{ об/хв.}$$

Частота обертання тихохідного валу редуктора:

$$n = \frac{n_\sigma}{U_p} = \frac{677}{50} = 13.54 \text{ (об/хв).}$$

Потужність на тихохідному валу редуктора:

$$N = N_e * \eta_p * \eta_k = 16.2 * 0.96 * 0.98 = 15.24 \text{ (кВт).}$$

де  $\eta_p$  — ККД редуктора;

$\eta_k$  — ККД клинопасової передачі.

Консольне навантаження на швидкохідному валу редуктора від клинопасової передачі:

$$Q_\sigma = 2688 \text{ Н.}$$

Консольне навантаження на тихохідному валу відсутнє.

Приймаємо до встановлення редуктор двохступінчатий, горизонтальний, з передачами Новікова моделі Ц2У-355Н-50-21-УЗ, у якого при частоті обертання швидкохідного валу 750об/хв, в безперервному режимі роботи і передаточному числу  $U = 50$ , допустимий крутний момент на тихохідному валу  $M_T = 10400$  Н м, допустиме радіальне навантаження на швидкохідному валу — 5000Н.

### **Розрахунок валів.**

Задача розрахунку:

1) визначення навантажень на вали і перевірка надійності окремих елементів валу;

2) визначення навантажень на підшипники і вибір підшипників.

Вихідні дані:

1) потужність, яка підводиться до валу = 16.2 кВт;

2) частота обертання валу  $n = 14$  об / хв;

3) діаметр цапф під підшипники  $d = 150$ мм;

4) підшипники роликові, сферичні, двохрядні;

5) турбовал з труби  $\varnothing 325 \times 22$ ;

6) маса валу  $m = 900$ кг;

7) відстань між підшипниками  $L = 5600$  мм;

8) крок гвинтовот лінії, на якій розташовані кулаки  $S = 2520$ мм.

### **Розрахунок валу**

Реакції опор валу:

$$R = \frac{m}{2} = \frac{900}{2} = 4414.5(H).$$

Максимальний крутний момент, який передається валом:

$$M_{K_{Max}} = 974 * \frac{N_D * \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4 * \eta_5}{N_B};$$

$$M_{K_{Max}} = 974 * \frac{18.5 * 0.87}{14} = 11870(HM).$$

Зусилля , яке діє вздовж вісі на валу, визначаємо виходячи з умови, що на переміщення буряка вздовж вісі валу витрачається 50 % потужності приводу:

$$P = \frac{0.5 * N_{K_{Max}}}{r * tg(\lambda + \rho)},$$

де  $r = 360\text{мм}$  — радіус, на якому прикладена сила тертя;

$\lambda$  — кут підйому гвинтової лінії, по якій розташовані кулаки;

$\rho$  — кут тертя буряка по сталі;

$$tg\lambda = \frac{S}{\pi * D} = \frac{2520}{3.14 * 1100} = 0.7238;$$

$$\lambda = 35^{\circ}50';$$

$tg\rho = \mu\delta$ , де  $\mu\delta = 0,35$  – коефіцієнт тертя руху;

$$tg\rho = 0.35, \rho = 19^{\circ}18';$$

$$P = \frac{0.5 * 1210}{0.36 * tg(35^{\circ}50' + 19^{\circ}18')} = 11458(H).$$

Напруження кручення, яке виникає у цапфах валів:

$$\tau = \frac{M_K}{W_K} \leq [\tau];$$

де  $W_K = 0.2 * d^3$  - момент опору кручення;

$[\tau] = 80 \text{ МПа}$  — допустиме навантаження кручення для сталі і45;

$$\tau = \frac{121000}{0,2 * 12^3} = 35(\text{МПа}).$$

$$\tau = 35\text{МПа} \leq [\tau] = 80\text{МПа}.$$

Напруження, яке виникає у трубовалі від максимального крутного моменту:

$$\tau_1 = \frac{M_K}{T} \leq [\tau];$$

де  $M_K$  - момент опору кручення;

$$M_{\kappa} = \frac{\pi * d^2 * \delta}{2} = \frac{3.14 * 32.5 * 2.2}{2} = 3648(\text{см}^3);$$

$\delta = 22\text{мм}$  – товщина стінки трубовала;

$$\tau_1 = \frac{121000}{3648} = 3,3(\text{МПа});$$

Інтенсивність рівномірно розподіленого навантаження на вал від сил власного тяжіння:

$$g = \frac{m}{I} = \frac{900}{560} = 15.8(\text{Н} / \text{см});$$

Максимальний згинальний момент від рівномірно розподіленого навантаження:

$$M_{\text{зг. Max}} = \frac{1}{8} * I^2;$$

$$M_{\text{зг. Max}} = \frac{1}{8} * 1,61 * 560^2 = 619128,7(\text{Нсм}).$$

Крутний момент у перерізі, де діє максимальний згинальний момент (по середині валу):

$$M_{\kappa_1} = \frac{M_{\kappa \text{ Max}}}{2} = \frac{11870}{2} = 5935(\text{Нм});$$

Приведений момент у небезпечному перерізі:

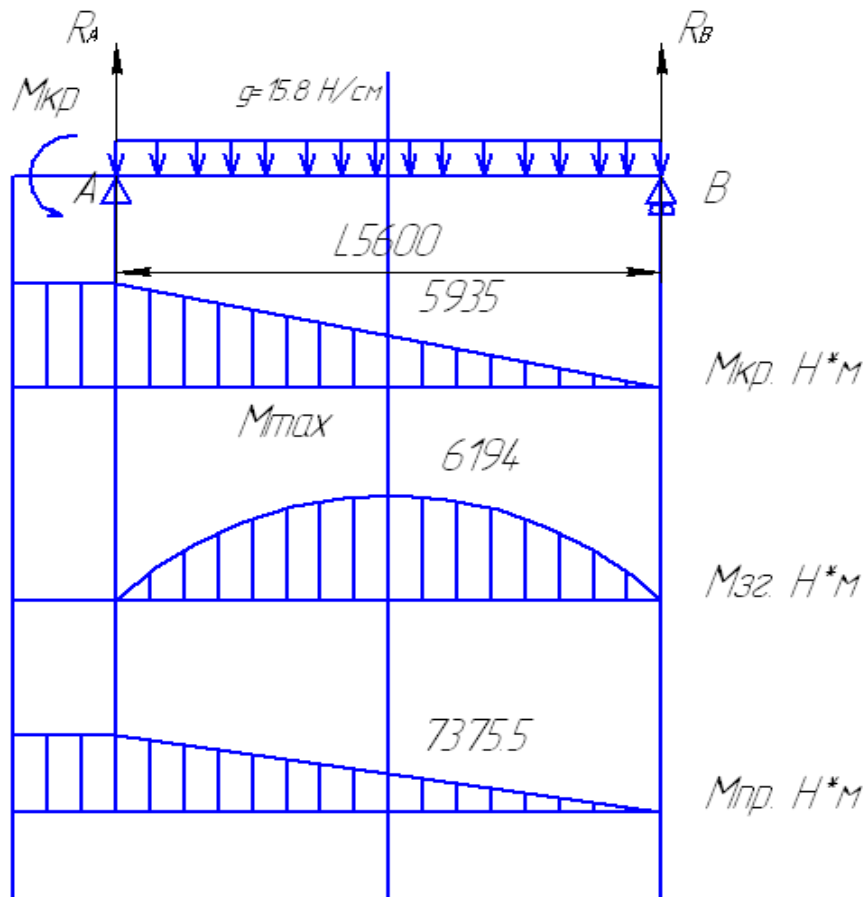
$$M_{\text{np}} = \sqrt{(M_{\text{зг. Max}})^2 + (\alpha * M_{\kappa_1})^2};$$

де  $\alpha$  — коефіцієнт, що враховує дію крутного момента,

$$\alpha = \frac{[G_{-1}]}{[G_0]} = \frac{60}{135} = 0.45,$$

$G_{-1} = 60 \text{ МПа}$  — допустиме знакозмінне напруження для вала

$G_0 = 135 \text{ МПа}$  — допустиме пульсуюче від нуля напруження для вала.



*Епюра навантаження валів*

$$M_{np} = \sqrt{(619128,7)^2 + (0,45 * 593500)^2} = 735750 (Hm).$$

Момент опору згинання вала:

$$W = \frac{\pi * d^2 * \delta}{4} = \frac{3.14 * 32.5^2 * 2.2}{4} = 1824 (cm^3).$$

Напруження у небезпечному перерізі:

$$G = \frac{M_{np}}{W} = \frac{75000}{1824} = 4.11 (MPa),$$

що значно менше допустимих напружень згину для матеріалу вала сталі 20 по ДСТУ 7809:2015.

### **Вибір підшипників кулачкових валів**

Задача розрахунку:

Підібрати підшипники, які підходять по характеру і величині навантаження.

Вихідні дані:

- 1) тип підшипників — сферичні, дворядні, роликові;
- 2) діаметр внутрішнього кільця :  $d = 160$  мм;
- 3) частота обертання валу:  $n = 14$  об / хв;
- 4) номінальна довговічність підшипників — не менше 5000 год.

*Розрахунок*

Еквівалентне динамічне навантаження, яке сприймає підшипник:

$$P = (V * X * F_r + Y * F_a) * k_B * k_T,$$

де  $F_r$  і  $F_a$  - відповідно радіальне і осьове навантаження;

$X$  і  $Y$  – коефіцієнти радіального і осьового навантаження

$V$  — коефіцієнт обертання відносно вектора навантаження;

$k_B$  - динамічний коефіцієнт;

$k_T$  — коефіцієнт, що враховує вплив температурного режиму на довговічність підшипника.

$$F_r = R = 150\text{Н.}$$

$$F_a = P = 1168\text{Н.}$$

$V = 1$  – обертається внутрішнє кільце.

Значення  $X$  і  $Y$  визначаємо по співвідношенню:

$$\frac{F_a}{V * F_r} \text{ і } e = \text{ctg } \alpha,$$

де  $\alpha = 11^\circ$  - кут контакту роликів у підшипнику (широкої, легкої серії).

$$e = 1.5 \text{ctg } \alpha = 1.5 * 5.1445 = 7.72$$

$$\frac{F_a}{V * F_r} < e, \text{ тобто } X=1; Y = \text{ctg } \alpha = 5.1445$$

$$k_B = 2.0, k_T = 1.05;$$

$$P = (1.1 + 5.1445 * 1168) * 2.0 * 1.05 = 13552(\text{кг})$$

Приймаємо підшипник 3532.

При  $n = 14$  об/хв,

$f_n = 1.297$  — коефіцієнт, що знаходиться по частоті обертання підшипника.

Визначаємо коефіцієнт довговічності:

$$f_h = \frac{c}{P} * f_n = \frac{53000}{13552} * 1.297 = 5.07.$$

По таблиці довговічність підшипника більша 100000 год., що цілком допустимо.



## 7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

### Вихідні дані

Найменування деталі – Фланець.

Матеріал деталі - сталь СЧ30 ГОСТ 1412-85.

Річна програма випуску виробу - 500 шт.

### Технологічний маршрут

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристроїв, інструмент оброблювальний, контрольний
10	Заготівельна	Піч ІСТ-0,16
10.1	Відлити заготовку діаметром 170 і довжиною 46 за типовим технологічним процесом «Лиття в пісчані форми»	Верстат слюсарний С-1 дробеструменевий апарат 44112
10.2	Зачистити поверхню виливки від формувального піску, шлаку, облою, зрізати живильники і літники, зачистити задирки.	Терпуг тригранний L=125, №2 Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05
10.3	Контроль розмірів з врахуванням припусків на механічну обробку, зовнішнього вигляду, відсутність тріщин і раковин на поверхні виливки.	Електропіч шахтна ПН-32
10.4	Завантажити виливки в піч відпалити чавуний виливок за Типовим технологічним процесом, вивантажити виливки.	
10.5	Контроль режимів відпалювання за діаграмою Потенціометра.	

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Серпухенко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачик П.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Технологічний маршрут</b>	18-2014.ДП.12.007 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/18

20	Токарна з ЧПК	Верстат 16K20Ф3 з ЧПК 2P22.
20.1	Встановити, закріпити деталь в 3-х кулачковому патроні, зняти. База – необроблена поверхня Ф120	3-х кулачковий патрон Різець подрезной ВК6 Різець розточний ВК6
20.2	Розрахувати і ввести програму керування Точити торець Ф120 на розмір 44,5.	Різець розточний канавковий ВК6
20.3	Точити торець Ф140 на розмір 19,5.	Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05
20.4	Розточити начерно и начисто Ф80Н7.	
20.5	Розточити Ф70 на розмір 3.	
20.6	Розточити Ф46 на прохід.	
20.7	Розочити канавку Ф58.	
20.8	Розточити фаску 1,6x45°	
20.9	Контроль розмірів.	
30	Фрезерна з ЧПК	Вертикально-фрезерний верстат консольний 6P13Ф3 - 01
30.1	Встановити, закріпити деталь у спеціальному пристосуванні, зняти. База – оброблена поверхня Ф80Н7	Пристосування спеціальне. Фреза торцева Ф80 ВК6, Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05
30.2	Розрахувати і ввести програму керування Фрезерувати торець Ф140 на розмір 43.	
30.3	Контроль розмірів.	
40	Фрезерна з ЧПК.	Вертикально-фрезерний верстат консольний 6P13Ф3 - 01
40.1	Встановити, закріпити деталь у спеціальному пристосуванні, зняти. База – поверхня діаметром 120 і торець.	Пристосування спеціальне. Фреза пальцева Ф30 ВК6, Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05
40.2	Розрахувати і ввести програму керування Фрезерувати три лиски в розмір R15.	
40.3	Контроль розмірів.	
50	Свердлильна з ЧПК.	Свердлильний з ЧПК 2P135PФ2
50.1	Встановити, закріпити деталь у спеціальному пристосуванні, зняти. База – оброблена поверхня діаметром 30Н8 і	Пристосування спеціальне. Свердло Ф8 ВК6, Свердло Ф10 ВК6. Штангенциркуль ШЦ-11-250-

50.2	Розрахувати і ввести програму керування торець.	0,05
50.3	Свердлити 4 отвори Ф8 на розмір 20.	
50.4	Свердлити 3 отвори Ф10 на прохід.	
	Контроль розмірів.	
60	Слюсарна	Верстат слюсарний С-1
60.1	Зачистити задирки, притупити гострі кромки.	Лещата слюсарн Т-160
60.2	Візуальний контроль	Терпуг плоский L=350,№2
60	Упаковка	
60.1	Упакувати деталь в обгортувальний папір.	
60.2	Скласти в тару цехову.	

### Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків

Розрахуємо припуск на обробку  $\varnothing 80H7$  (Ra1. 6) .

Технологічний процес обробки містить в собі 3 переходу:

- чорнове розточування H12, Ra=6. 3 мкм,
- чистове розточування H9, Ra=3. 2 мкм,
- тонке розточування H7, Ra=1. 6 мкм.

Поля допусків:

- заготовка  $Td_0 := 1.800$  мм;
- чорнове розточування  $Td_1 := 0.300$  мм;
- чистове розточування  $Td_2 := 0.074$  мм;
- тонке розточування  $Td_3 := 0.030$  мм;

Аналітичний метод визначення припусків базується на аналізі похибок, що виникає при конкретних умовах обробки заготовки.

Сумарне відхилення розташування поверхні у заготовки, одержуваних куванням, точність і якість поверхонь:

- для заготовки

$$Rz_0 + h_0 = 0.8 \text{ мм, т. 4, 3 с 63 [1];}$$

- для чорнового розточування  $Rz_1 := 0.040$  мм,  $h_1 := 0.060$  мм;

- для чистового розточування  $Rz_2 := 0.030$  мм,  $h_2 := 0.040$  мм;

- для тонкого розточування  $Rz_3 := 0.005$  мм,  $h_3 := 0.010$  мм;

Для визначення припусків будемо використовувати формулу:

$$2 \cdot z_{i\_min} = 2 \cdot \left[ (R_{z_{i-1}} + h_{i-1}) + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right]$$

де:  $R_{z_{i-1}}$  - висота нерівностей профілю на попередньому переході;

$h_{i-1}$  - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому

переході;

$\Delta_{\Sigma i-1}$  - сумарні відхилення розташування поверхні;

$\varepsilon_i$  - похибка установки заготовки на виконуваному переході.

Сумарні просторові відхилення  $\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\hat{\varepsilon}}^2 + \Delta_{\hat{\eta}}^2}$ ,

де

$$\Delta_{\hat{\varepsilon}} := 0.0006 \text{ мм/мм, т. 4, 7, 4, 8 с 66. . . 71 [1]; } L := 120 \text{ мм;}$$

$$\Delta_{\hat{\varepsilon}} := \Delta_{\hat{\varepsilon}} \cdot L \rightarrow 0.0006 \cdot 120 = 0.072 \text{ мм;}$$

$$\Delta_{\hat{\eta}} := 0.001 \text{ мм/мм - питома перекіс осі, т. 4, 7, 4, 8 с 66. . . 71 [1];}$$

$$\Delta_{\hat{\eta}} := \Delta_{\hat{\eta}} \cdot D \rightarrow 0.001 \cdot 80 = 0.08 \text{ , мм;}$$

Для заготовки

$$\Delta_{\Sigma 0} := \sqrt{\Delta_{\hat{\varepsilon}}^2 + \Delta_{\hat{\eta}}^2} \rightarrow \sqrt{0.072^2 + 0.08^2} = 0.108 \text{ мм;}$$

Сумарні і просторові відхилення після обробки визначаємо за формулою

$$\Delta_{\Sigma i} = K_{\hat{\sigma}} \cdot \Delta_{\Sigma 0},$$

де  $K_{\hat{\sigma}}$  - коефіцієнт уточнення

для чорнового розточування

$$K_{\hat{\sigma}1} := 0.06; \quad \Delta_{\Sigma 1} := K_{\hat{\sigma}1} \cdot \Delta_{\Sigma 0} \rightarrow 0.06 \cdot 0.108 = 0.006 \text{ мм;}$$

для чистового розточування

$$K_{\Sigma 2} := 0.04 ;$$

$$\Delta_{\Sigma 2} := K_{\Sigma 2} \cdot \Delta_{\Sigma 0} \rightarrow 0.04 \cdot 0.108 = 0.004 \text{ мм};$$

для тонкого розточування

$$K_{\Sigma 3} := 0.02 ; \quad \Delta_{\Sigma 3} := K_{\Sigma 3} \cdot \Delta_{\Sigma 0} \rightarrow 0.02 \cdot 0.108 = 0.002 \text{ мм};$$

Визначаємо похибку установки  $\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_{\acute{a}}^2 + \varepsilon_{\zeta}^2}$ ,

$\varepsilon_{\acute{a}} := 0$  - настановна база співпадає з вимірювальною.

$\varepsilon_{\zeta} := 0.020$  мм - затиск трикулачному патроні;

$$\varepsilon := \sqrt{\varepsilon_{\acute{a}}^2 + \varepsilon_{\zeta}^2} \rightarrow \sqrt{0^2 + 0.02^2} = 0.02 \text{ мм.}$$

Мінімальні припуски на обробку

$$z_{1\min} := Rz_0 + h_0 + \sqrt{\Delta_{\Sigma 0}^2 + \varepsilon^2} \rightarrow 0.5 + 0.3 + \sqrt{0.108^2 + 0.02^2} = 0.909 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{1\min} = 1.819 \text{ мм.}$$

$$z_{2\min} := Rz_1 + h_1 + \sqrt{\Delta_{\Sigma 1}^2 + \varepsilon^2} \rightarrow 0.04 + 0.06 + \sqrt{(6.458 \times 10^{-3})^2 + 0.02^2} = 0.121$$

мм.

$$2 \cdot z_{2\min} = 0.242 \text{ мм.}$$

$$z_{3\min} := Rz_2 + h_2 + \sqrt{\Delta_{\Sigma 2}^2 + \varepsilon^2} \rightarrow 0.03 + 0.04 + \sqrt{(4.305 \times 10^{-3})^2 + 0.02^2} = 0.09$$

мм.

$$2 \cdot z_{3\min} = 0.181 \text{ мм.}$$

Максимальні припуски на обробку

$$z_{1\max} := z_{1\min} + \frac{Td_0 - Td_1}{2} \rightarrow 0.909 + \frac{1.8 - 0.3}{2} = 1.659 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{1\max} = 3.319 \text{ мм.}$$

$$z_{2\max} := z_{2\min} + \frac{Td_1 - Td_2}{2} \rightarrow 0.121 + \frac{0.3 - 0.074}{2} = 0.234 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{2\max} = 0.468 \quad \text{мм.}$$

$$z_{3\max} := z_{3\min} + \frac{Td_2 - Td_3}{2} \rightarrow 0.09 + \frac{0.074 - 0.03}{2} = 0.112 \quad \text{мм.}$$

$$2 \cdot z_{3\max} = 0.225 \quad \text{мм.}$$

Розрахунковий максимальний розмір

$$d_{3\max} := D + Td_3 \rightarrow 80 + 0.03 = 80.03 \quad \text{мм.}$$

$$d_{2\max} := d_{3\max} - 2 \cdot z_{3\max} \rightarrow 80.03 - 2 \cdot 0.112 = 79.805 \quad \text{мм.}$$

$$d_{1\max} := d_{2\max} - 2 \cdot z_{2\max} \rightarrow 79.805 - 2 \cdot 0.234 = 79.337 \quad \text{мм}$$

$$d_{0\max} := d_{1\max} - 2 \cdot z_{1\max} \rightarrow 79.337 - 2 \cdot 1.659 = 76.018 \quad \text{мм.}$$

Загальні припуски

$$z_{0\max} := z_{1\max} + z_{2\max} + z_{3\max} \rightarrow 1.659 + 0.234 + 0.112 = 2.006 \quad \text{мм.}$$

$$2 \cdot z_{0\max} = 4.012 \quad \text{мм.}$$

$$z_{0\min} := z_{1\min} + z_{2\min} + z_{3\min} \rightarrow 0.909 + 0.121 + 0.09 = 1.121 \quad \text{мм.}$$

$$2 \cdot z_{0\min} = 2.242 \quad \text{мм.}$$

Перевірка правильності розрахунків  $Td_0 - Td_3 = 2 \cdot z_{0\max} - 2 \cdot z_{0\min}$ ;

$$Td_0 - Td_3 \rightarrow 1.8 - 0.03 = 1.77 \quad \text{мм.}$$

$$2 \cdot z_{0\max} - 2 \cdot z_{0\min} \rightarrow 2 \cdot 2.006 - 2 \cdot 1.121 = 1.77 \quad \text{мм.}$$

Умова виконується.

Отримані дані зводимо в таблицю

Таблиця 2

Операції та переходи		Заготовка	Чорн. розточ.	Чист. розточ.	Тонке розточ.
Елементи припуску, мм	R <sub>zi-1</sub>	Rz <sub>0</sub> + h <sub>0</sub> = 800	Rz <sub>1</sub> = 40	Rz <sub>2</sub> = 30	Rz <sub>3</sub> = 5
	h <sub>zi-1</sub>		h <sub>1</sub> = 60	h <sub>2</sub> = 40	h <sub>3</sub> = 10
	Δ	Δ <sub>Σ0</sub> = 108	Δ <sub>Σ1</sub> = 6	Δ <sub>Σ2</sub> = 4	Δ <sub>Σ3</sub> = 2
	ε		ε = 20	ε = 20	ε = 20
Розрахунковий припуск Z <sub>min</sub> , мм			z <sub>1min</sub> = 0.909	z <sub>2min</sub> = 0.121	z <sub>3min</sub> = 0.09
Розрахунковий мінімальний розмір, мм		d <sub>0max</sub> = 76.018	d <sub>1max</sub> = 79.337	d <sub>2max</sub> = 79.805	d <sub>3max</sub> = 80.03
Допуск на виготовлення T <sub>d</sub> , мм		Td <sub>0</sub> = 1.8	Td <sub>1</sub> = 0.3	Td <sub>2</sub> = 0.074	Td <sub>3</sub> = 0.03
Граничний розмір, мм	d <sub>max</sub>	d <sub>0max</sub> = 76.018	d <sub>1max</sub> = 79.337	d <sub>2max</sub> = 79.805	d <sub>3max</sub> = 80.03
	d <sub>min</sub>	d <sub>0min</sub> = 74.218	d <sub>1min</sub> = 79.037	d <sub>2min</sub> = 79.731	d <sub>3min</sub> = 79.97
Граничні припуски, мм	Z <sub>max</sub>		z <sub>1max</sub> = 1.659	z <sub>2max</sub> = 0.234	z <sub>3max</sub> = 0.112
	Z <sub>min</sub>		z <sub>1min</sub> = 0.909	z <sub>2min</sub> = 0.121	z <sub>3min</sub> = 0.09

$$\Sigma_{\max} = 4 \quad \Sigma_{\min} = 2.2$$

Остаточно приймаємо припуск на обробку отвору рівним  $2 \cdot z_0 = 4.2$  мм.

## Розрахунок режимів різання розрахунково - аналітичним методом

### Розрахунок режимів різання для операції 20 (чорнове розточування )

Верстат токарний 16К20ф3, інструмент - різець прохідний упорний ВК6.

Глибина різання  $t = 1.3$  мм;

Подача  $s = 0.4$  мм/об табл. 34, с. 283 [2];

Швидкість різання

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V,$$

значення коефіцієнта  $C_p$  і показників ступеня і періоду стійкості вибираємо з таблиць.

$$C_V = 143; \quad x = 0.15; \quad y = 0.4; \quad m = 0.2, \quad T = 120 \text{ хв.}$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

$$K_V = K_{iV} \cdot K_{jV} \cdot K_{eV}$$

визначаємо:

$$K_{iV} = 1.0 \cdot \left( \frac{750}{\sigma_{\hat{a}}} \right)^{1.75} = 1 \cdot \left( \frac{750}{250} \right)^{1.75} = 6.839 ;$$

$$K_{jV} = 0.8;$$

$$K_{eV} = 1.0$$

$$K_V = K_{iV} \cdot K_{jV} \cdot K_{eV} = 6.839 \cdot 0.8 \cdot 1 = 5.471 ;$$

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{143}{120^{0.2} \cdot 1.3^{0.15} \cdot 0.4^{0.4}} \cdot 5.471 = 416.521 \text{ м /хв.}$$

Частота обертання шпинделя



$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 416.521}{\pi \cdot 150} = 883.884 \text{ об /хв.}$$

Приймаються за паспортом верстата  $n_{\delta} = 780 \text{ об /хв.}$

Фактична швидкість різання

$$v_{\delta} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\delta}}{1000} = \frac{\pi \cdot 150 \cdot 780}{1000} = 367.566 \text{ м /хв.}$$

сила різання 
$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^n}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{ip} \cdot$$

значення коефіцієнта  $C_p$  і показників ступеня і періоду стійкості вибираємо з таблиць.

$$C_p = 204; \quad x = 1; \quad y = 0.75; \quad n = 0$$

Поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу

$$K_{ip} = \left( \frac{\sigma_{\hat{a}}}{750} \right)^{0.75} = \left( \frac{250}{750} \right)^{0.75} = 0.439 \text{ .}$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v_{\delta}^n \cdot K_{ip} = 10 \cdot 204 \cdot 1.3 \cdot 0.4^{0.75} \cdot 367.566^0 \cdot 0.439 = 585.164 \text{ Н.}$$

Визначаємо ефективну потужність при різанні

$$N_{\hat{y}} = \frac{P_z \cdot v_{\delta}}{1020 \cdot 60} = \frac{585.164 \cdot 367.566}{1020 \cdot 60} = 3.514 \text{ кВт.}$$

Так як ця потужність значно менше потужності верстата (10 кВт), швидкість різання обмежується лише економічною стійкістю інструмента.

Визначаємо основний час на обробку

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m};$$

де  $L = 28 \text{ мм}$  - довжина оброблюваної поверхні;

$$S_m = s \cdot n_{\delta} = 0.4 \cdot 780 = 312 \text{ мм /хв} - \text{хвилинна подача};$$

$l_1 = 10 \text{ мм}$  - відстань підведення інструменту,  $l_2 = 5 \text{ мм}$  - перебіг

інструменту,

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m} = \frac{28 + 10 + 5}{312} = 0.138 \text{ хв.}$$

**Розрахунок режимів різання для операції 20 (чистове розточування )**

Верстат токарний 16К20ф3, інструмент - різець прохідний упорний ВК6.

Глибина різання  $t = 0.3$  мм;

Подача  $s = 0.15$  мм/об табл.;

Швидкість різання

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V,$$

значення коефіцієнта  $C_p$  і показників ступеня і періоду стійкості вибираємо з таблиць.

$$C_V = 143; \quad x = 0.15; \quad y = 0.4; \quad m = 0.2, \quad T = 120 \text{ хв.}$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

$$K_V = K_{iV} \cdot K_{jV} \cdot K_{\epsilon V}$$

визначаємо:

$$K_{iV} = 1.0 \cdot \left( \frac{750}{\sigma_{\hat{a}}} \right)^{1.75} = 1 \cdot \left( \frac{750}{250} \right)^{1.75} = 6.839 ;$$

$$K_{jV} = 0.8;$$

$$K_{\epsilon V} = 1.0$$

$$K_V = K_{iV} \cdot K_{jV} \cdot K_{\epsilon V} = 6.839 \cdot 0.8 \cdot 1 = 5.471 ;$$

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{C_V}{120^{0.2} \cdot 0.3^{0.15} \cdot 0.15^{0.4}} \cdot 5.471 = 768.329 \text{ м /хв.}$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 768.329}{\pi \cdot 150} = 1630.445 \text{ об /хв.}$$

Приймаються за паспортом верстата  $n_{\delta} = 1370 \text{ об /хв.}$

Фактична швидкість різання

$$v_{\delta} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\delta}}{1000} = \frac{\pi \cdot 150 \cdot 1370}{1000} = 645.597 \text{ м /хв.}$$

сила різання 
$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^n}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{ip} \cdot$$

значення коефіцієнта  $C_p$  і показників ступеня і періоду стійкості вибираємо з таблиць.

$$C_p = 204; \quad x = 1; \quad y = 0.75; \quad n = 0$$

Поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу

$$K_{ip} = \left( \frac{\sigma_{\hat{a}}}{750} \right)^{0.75} = \left( \frac{250}{750} \right)^{0.75} = 0.439 \text{ .}$$

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v_{\delta}^n \cdot K_{ip} = 10 \cdot 204 \cdot 0.3 \cdot 0.15^{0.75} \cdot 645.597^0 \cdot 0.439 = 64.711 \text{ Н.}$$

Визначаємо ефективну потужність при різанні

$$N_{\hat{y}} = \frac{P_Z \cdot v_{\delta}}{1020 \cdot 60} = \frac{64.711 \cdot 645.597}{1020 \cdot 60} = 0.683 \text{ кВт.}$$

Так як ця потужність значно менше потужності верстата (10 кВт), швидкість різання обмежується лише економічною стійкістю інструмента.

Визначаємо основний час на обробку

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m};$$

де  $L = 28 \text{ мм}$  - довжина оброблюваної поверхні;

$$S_m = s \cdot n_{\delta} = 0.15 \cdot 1370 = 205.5 \text{ мм /хв} - \text{хвилинна подача};$$

$l_1 = 10 \text{ мм}$  - відстань підведення інструменту,  $l_2 = 5 \text{ мм}$  - перебіг

інструменту,

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m} = \frac{28 + 10 + 5}{205.5} = 0.209 \text{ хв.}$$

### Розрахунок режиму різання при свердлінні (050 операція)

Верстат вертикально - свердлильний моделі 2Р135РФ2;

Свердло-спіральне, зі швидкорізальної сталі Р6М5; D = 8 мм. l = 20 мм.

$$\phi = 60^\circ; N_{\text{н\ddot{o}}} = 6.3 \text{ кВт}$$

Визначаємо глибину різання при свердлінні

$$t = \frac{D}{2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ мм};$$

Подача при свердлінні:

$$s = 0.1 \text{ мм/об [1]табл. 25, стр. 277};$$

Коректуємо подачу за паспортом верстата;

$$s_{\text{н\ddot{o}}} = 0.1 \dots 1.6 \text{ мм/об}; \quad z = 9;$$

Вибираємо подачу сходами:

$$S_{\text{max}} = S_{\text{min}} \cdot \phi^{z-1}; \quad \phi = \sqrt[z-1]{\frac{S_{\text{max}}}{S_{\text{min}}}} = \sqrt[8]{\frac{1.6}{0.1}} = 1.41 ;$$

$$s_2 = 0.05 \cdot 1.41^1 = 0.071 \text{ мм/об};$$

$$s_3 = 0.05 \cdot 1.41^2 = 0.099 \text{ мм/об};$$

$$s_4 = 0.05 \cdot 1.41^3 = 0.14 \text{ мм/об};$$

Як розрахункового значення, приймаємо  $s_p = s_3 = 0.099 \text{ мм/об}$ .

Визначаємо розрахункову швидкість різання при свердлінні

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_V;$$

де  $K_V = K_{L_V} \cdot K_{u_V} \cdot K_{m_V}$  - поправочний коефіцієнт.

$K_{L_V} = 1$  - коефіцієнт, що враховує глибину отвору в залежності від діаметра свердла по [1] табл. 31, стр 280;

$K_{uV} = 1$  - коефіцієнт, що враховує матеріал свердла,

$$K_{mv} = K_{\tilde{A}} \cdot \left( \frac{750}{\sigma_{\hat{a}}} \right)^{n_V}, \quad K_{mv} = 1 \cdot \left( \frac{750}{450} \right)^{-0.9} = 0.631 \quad - \quad \text{поправочний}$$

коефіцієнт, враховує вплив оброблюваного матеріалу. коефіцієнти

$$K_V = K_{LV} \cdot K_{uV} \cdot K_{mv} \text{ explicit, ALL} = 1 \cdot 0.631 = 0.631$$

Період стійкості свердла  $T = 25$  хв. знаходимо для  $s < 0.2$ :

$$C_V = 9.2; \quad q = 0.25; \quad y = 0.55; \quad m = 0.125, \text{ тоді}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{9.2 \cdot 8^{0.25}}{120^{0.125} \cdot 0.15^{0.55}} \cdot 0.631 = 15.246 \text{ м /хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1 \times 10^3 \cdot 15.246}{\pi \cdot 8} = 606.609 \text{ об /хв.}$$

Коректуємо обороти за паспортними даними верстата.

Приймаються за паспортом верстата  $n_{\delta} = 530$  об /хв.

Фактична швидкість різання

$$v_{\delta} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\delta}}{1000} = \frac{\pi \cdot 8 \cdot 530}{1000} = 13.32 \text{ м /хв.}$$

сила різання  $P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^n}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{ip}$ .

Поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу

$$K_{ip} = \left( \frac{\sigma_{\hat{a}}}{750} \right)^{0.75} = \left( \frac{250}{750} \right)^{0.75} = 0.439 .$$

знаходимо:  $C_M = 0.0345; \quad q = 2; \quad y = 0.8;$

$$M_{e\delta} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{ip} = 10 \cdot 0.035 \cdot 8^2 \cdot 0.15^{0.8} \cdot 0.439 = 2.123 \text{ Нм;}$$

Визначаємо потужність на шпинделі верстата.

$$N_e = \frac{M_{\text{ед}} \cdot n}{9750} = \frac{2.123 \cdot 585 \cdot 235}{9.75 \times 10^3} = 0.127 \quad \text{кВт};$$

$$N_{\text{н}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.127}{0.8} = 0.159 \quad \text{кВт};$$

де  $\eta = 0.8$  (ККД верстата по паспорту) .

Коефіцієнт використання верстата по потужності

$$K = \frac{N_y}{N_{\text{н}}} \cdot 100 = \frac{0.683}{6.3} \cdot 100 = 10.835 \quad \%;$$

де  $N_{\text{н}} = 6.3$  кВт - потужність головного електродвигуна верстата по паспорту.

Визначаємо технологічне (машинне) час:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s};$$

$$l_1 = \frac{D}{2 \tan(\phi)} + 2 = \frac{8}{2 \cdot \tan(60^\circ)} + 2 = 4.309 \quad \text{мм} - \text{величина врізання};$$

$$l_2 = 2 \text{ мм} - \text{вихід інструменту};$$

$L = l + l_1 + l_2 = 20 + 4.309 + 5 = 29.309$  мм - розрахункова довжина оброблюваної поверхні,

$$T_0 = \frac{L}{n_{\text{д}} \cdot s} = \frac{29.309}{530 \cdot 0.15} = 0.369 \quad \text{хв.}$$

### Технічне нормування

Штучний час визначаємо за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + \frac{T_{\text{іс}}}{n} = T_0 + T_{\text{А}} + T_{\text{іа}} + T_{\text{іа}} + \frac{T_{\text{іс}}}{\text{д}}, \text{ хв};$$

де,  $T_0$  - машинний час, хв;

$T_{\text{А}}$  - допоміжний час, хв;

Допоміжний час - це час, що витрачається на установку, закріплення і зняття заготовки.

$T_{\text{іа}} - \text{оперативний час};$

$T_{\hat{1}\hat{a}\hat{n}} = 3.5\% \cdot T_{\hat{1}\hat{a}\hat{d}}$  - час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\hat{1}\hat{d}\hat{a}} = 6\% \cdot T_{\hat{1}\hat{a}\hat{d}}$  - час на відпочинок, хв;

$T_{\hat{1}\hat{c}}$  = 15хв - підготовчо - заключний час на партію заготовок;

$n = 10$  - число заготовок в партії;

### **Виконаємо розрахунок для операції 020**

машинний час на перехід

$$T_0 = 0.41 \text{ хв.}$$

Складові допоміжного часу  $T_{\hat{A}}$ :

очищення від стружки (щіткою) - 0, 09 хв;

встановити заготовку і зняти вручну - 0, 15 хв;

закріпити і відкріпити заготовку - 0, 04 мін.

допоміжний час, пов'язане з виконанням переходів - 0, 3 хв;

$$T_{\hat{A}} = 0.09 + 0.15 + 0.04 + 6 \cdot 0.3 = 2.08 \text{ хв};$$

$$T_{\hat{1}\hat{a}\hat{d}} = T_0 + T_{\hat{A}} = 0.41 + 2.08 = 2.49 \text{ хв};$$

$$T_{\hat{1}\hat{a}\hat{n}} = 3.5\% \cdot T_{\hat{1}\hat{a}\hat{d}} = 3.5\% \cdot 2.49 = 0.087 \text{ хв};$$

$$T_{\hat{1}\hat{d}\hat{a}} = 6\% \cdot T_{\hat{1}\hat{a}\hat{d}} = 6\% \cdot 2.49 = 0.149 \text{ хв};$$

Штучно - калькуляційні час

$$T_{\hat{0}\hat{e}} = T_0 + T_{\hat{A}} + T_{\hat{1}\hat{a}\hat{n}} + T_{\hat{1}\hat{d}\hat{a}} + \frac{T_{\hat{1}\hat{c}}}{n} = 0.41 + 2.08 + 0.087 + 0.149 + \frac{15}{10} = 4.227$$

хв;

### **Пристосування для фрезерування.**

#### **Вибір типу пристосування**

Схема базування заготовки і типу установочних елементів визначенні технологом. Розглянемо пристосування для фрезерних станків, передбачаючи вертикально - фрезерну операцію.

В серійному виробництві задача підвищення виробництва и полегшення праці робочих являється головною, тому пристосування мусить бути швидкодіючим, тобто максимально оснащеними механізованими

силовими приводами, а в ряду випадків напівавтоматичними.

Наряду з цим в серійному виробництві до конструкцій пристосувань представляється ряд додаткових вимог, що витікають із специфіки даного виробництва:

1) скорочення термінів та собівартості підготовки виробництва, що в умовах великої номенклатури та частоті зміни об'єктів виробництва має вирішальне значення;

2) скорочення часу на переналагодження устаткування, що дуже важливо при впровадженні групових технологічних процесів і організації групових потоків у серійному машинобудуванні;

3) економічність пристосувань.

Найбільшою мірою зазначеним вимогам відповідають переналагоджувані (групові та універсальні) і універсально - збірні (система УСП) пристосування, а також спеціалізовані налагоджувальні пристосування (система СНП) .

У середньосерійному виробництві широко застосовуються швидкодіючі спеціалізовані і спеціальні пристрої з пневмо - і гідроприводом.

Задовольняючи умовами даного завдання, вибираємо пристосуванням для фрезерного верстата лещата з пневматичним затиском.

### **Опис конструкції і принцип роботи пристрою**

Для закріплення заготовки використовуються пневматичні лещата (рис. 7.1) . Лещата функціонують наступним чином: при подачі стисненого повітря в нижню частину пневмокамери гумова діафрагма піднімає шток пневмокамери вгору і важіль 1, обертаючись навколо своєї горизонтальної осі, переміщує повзун 4 з рухомою губкою 3 вліво, і заготовка, яка розташовується між губками 2 і 3 стискається. При падінні тиску в пневмокамері пружина 5 переміщає повзун вправо і розтискає заготовку.



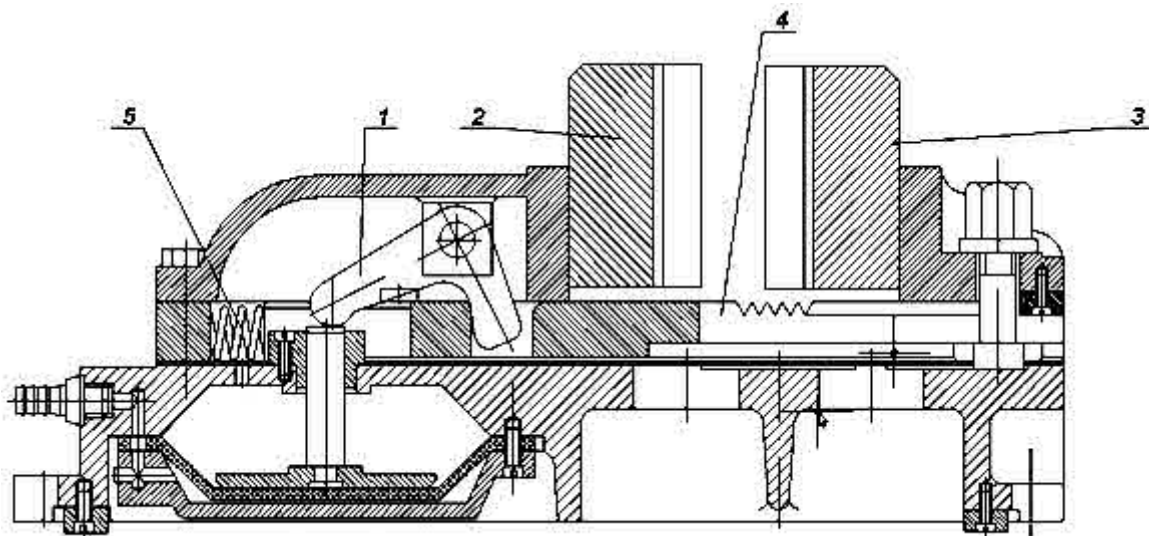


Рис. 7.1. Лещата з пневматичним затиском

### Розрахунок сил закріплення

Вибравши спосіб установки вала, розмістивши установлені елементи в пристрої, визначають величину, місце прикладання і напрямки сили затиску деталі. На основі цього складаємо схему взаємодії сил різання і сил затиску на деталь, встановлену в пристрої (рис. 7.2). Після цього, розв'язавши задачу статички про рівновагу робочого тіла, що знаходиться під дією прикладених до нього сил і моментів, визначаємо силу затиску

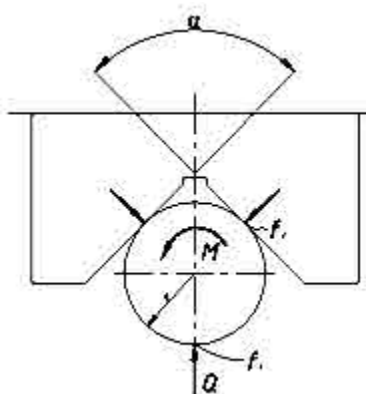


Рис. 7.2. Взаємодія сили різання та сили затискання на деталь

Оброблювана деталь встановлена в призмі із кутом  $\alpha = 80^\circ$  та затиснута силою  $Q$ . Повороту деталі навколо своєї осі протидіють сили тертя,

що виникають на поверхні контакту деталі з установочними та затискними елементами пристосування. Без урахування тертя на торці деталі:

$$K \cdot M = Q \cdot f_1 \cdot r + Q \cdot f_2 \cdot r \cdot \left( \frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \right),$$

Звідки:

$$Q = \frac{K \cdot M}{f_1 \cdot r + f_2 \cdot r \cdot \left( \frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \right)}.$$

Момент, що виникає при свердлінні:

$$M = 10 \cdot C_M \cdot d^q \cdot s^y \cdot K_{MP}.$$

де  $C_M = 0.035$ ,  $q = 2$ ,  $y = 0.8$ .

$$M = 10 \cdot C_M \cdot d^q \cdot s^y \cdot K_{MP} = 10 \cdot 0.035 \cdot 10^2 \cdot 0.15^{0.8} = 7.673 \text{ Нм}.$$

Приймаючи коефіцієнти тертя  $f_1 = 0.15$ ,  $f_2 = 0.15$ , маємо затискну силу:

$$Q = \frac{K \cdot M \cdot 1000}{f_1 \cdot \frac{D}{2} + f_2 \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}} = \frac{2.5 \cdot 7.673 \cdot 1 \times 10^3}{0.15 \cdot \frac{120}{2} + 0.15 \cdot \frac{120}{2} \cdot \frac{1}{\sin\left(\frac{80^\circ}{2}\right)}} = 833.92 \text{ Н}$$

### Силовий розрахунок механізму.

Зусилля на штоку  $W = Q = 833.92 \text{ Н}$ .

Приймаються тиск в пневмокамері  $p = 0.6 \text{ МПа}$ .

Співвідношення між діаметрами жорсткого центру мембрани  $\beta = 0.7$ .

Знайдемо мінімально необхідний діаметр пневмокамери

$$D = 1.95 \cdot \sqrt{\frac{W}{(1 + \beta + \beta^2) \cdot p}} = 1.95 \cdot \sqrt{\frac{833.92}{(1 + 0.7 + 0.7^2) \cdot 0.6}} = 49.125 \text{ мм}.$$

Приймаються конструктивно діаметр пневмокамери  $D = 120 \text{ мм}$ .

## 8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ

Монтаж бурякомийки коритної комбінованої проводиться у бурякопереробному відділенні цукрового заводу на раніше підготовленому фундаменті.

Монтаж бурякомийки проходить у такій послідовності:

1. На опори встановити відділення з низьким рівнем води;
2. Встановити привід валів, з'єднати муфтами вали редукторів з кулачними валами;
3. Приєднати до відділення з низьким рівнем приймальний потік, пісковловлювачі і борти;
4. Встановити на фундамент гвинтовий транспортер;
5. Встановити на опори ванну і приєднати її до корпусу гвинтового транспортера;
6. Встановити на опори бункер і приєднати його до ванни;
7. Приєднати до ванни приймач буряка, встановити на нього відбивні пластини і камневлловлювач;
8. До корпусу гвинтового транспортера приєднати пісковловлювач;
9. Встановити сітковий транспортер;
10. Змонтувати циркуляцію води, для чого:
  - а) встановити на фундамент електронасосний агрегат;
  - б) змонтувати трубопровід подачі і відводу циркуляційної води та арматуру;
11. Змонтувати трубопровід подачі чистої води на соплоагрегат;
12. Змонтувати трубопровід відводу води від камневлловлювача та пісковловлювача;

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Сергученко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачик П.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту виготовлення деталі	<b>18-2014.ДП.12.008 ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/6	

13. Змонтувати систему автоматики;

14. Приєднати бурякомийку до централізованої системи густого змащування;

15. Змонтувати огорожу та площадки для обслуговування.

Встановлення бурякомийки може бути на металеву конструкцію та на фундамент.

Фундамент під бурякомийкою роблять бетонний, в ньому передбачують встановлення анкерних болтів в відповідності з конструкторською документацією заводу — виробника. Верх бетонного фундаменту повинен мати відмітку нижче проектної на 40-50мм, для того, щоб при монтажі мийки можна було під опори встановлювати прокладки для забезпечення горизонтальності машини. Висота встановлення мийки вибирається таким чином, щоб був прохід під корпусом. Перед монтажом мийки проводять розконсервування та ревізію вузлів. Для монтажу необхідні вантажопід'ємні механізми – кран вантажопід'ємністю до 1т, блоки, поліспаси, лебідка. Над бурякомийкою встановлюють металоконструкції для кріплення блоків або змонтувати тельфер, вантажопідійомністю 10т, які необхідні для монтажу та ремонту.

Роблять розмітку положення осі валів мийки над фундаментом і протягують струну.

Вантажопідійомними механізмами піднімають на фундамент деталі корпусу бурякомийки, отвори лап заводять на анкерні болти, при цьому забиваючи металеві клинки і підкладки під опорні лапи, встановлюють корпус горизонтально, співвісно з протягнутою струною. Зажимають гайки на анкерних болтах так, щоб кінець болта був на поверхні гайки на 1-2 витка. Ще раз перевіряють горизонтальність і співвісність встановлення корпусу по

отворам опор валів. Кріплять зварюванням клинки і підкладки до опорних лап та заливають цементним розчином болти та опори.

Монтують внутрішні вузли бурякомийки — крайні опори валів, проміжні опори, кулакові нали, перекидаючі лопаті, пристрій для вловлення легких домішок. При цьому слідкують, щоб гвинтова лінія, по якій розташовані кулаки, мала напрям обертання до перекидаючих лопатей.

На вали одягають шестерні, встановлюють редуктори на спеціальних опорних конструкціях. Перевіряють горизонтальність валів по рівню регулюючи при необхідності положення підшипників в опорних вузлах. Монтаж редукторів контролюють по правильності зачеплення зубів шестерень. По муфтам редукторів виставляють електродвигуни.

Змонтовану мийку до збірки валів з редукорами випробовують вхолосту, обертаючи кулакові вали вхолосту і слідкують, щоб кулаки не зачіплялися за днище.

Заливають масло в редуктори, підключають електродвигуни до електричної системи і на протязі доби опробовують вузли механізму. При цьому слідкують за станом обертаючихся механізмів, підшипникових вузлів шестеренчатих пар. Після 24 годин опробовування мийку зупиняють обстежують всі вузли, затягують болтові з'єднання, заповнюють водою і ще кілька годин вона працює на холостому ході з водою.

Роботу бурякомийки систематично контролюють, перевіряючи забрудненість виходячого буряка. В залежності від результатів аналізів збільшують або зменшують перебування буряку шляхом зміни частоти обертання кулакових валів, а значить, і прискорення або зменшення транспортування буряку вздовж камери.

Ремонт бурякомийки в міжсезонний період роблять після очистки та промивки корпусу від виробничих остатків.

Бурякомийка належить до числа обладнання, з підвищеним абразивним зносом із-за наявності в воді, якою миється буряк, піска. Тому в кожний ремонтний період великому контролю належать всі участки корпусу, які знаходяться в воді, для виявлення зменшення товщини метала і замін частин. Також сильно зношується ситчате днище, яке замінюється (в більшості випадків) через два виробничих сезона.

Шарикові підшипники бурякомийки роблять в умовах, підвищеної вологості, тому доцільно їх замінювати через два сезона.

Роблять огляд стану і міцність кріплення кулаків на валах, а також перекидаючих лопатей. Ковши лопатей часто втрачають свою жорсткість кріплення.

Пруткову решітку та шнек, обладнання для уловлювання легких домішок в міжсезонний період знімають з підшипників, вправляють або замінюють прутки.

Перед монтажем проводять ревізію вузлів водовідділювача. Ретельно оглядають гумові валки, корпуса підшипників, перевіряють стан підшипників, привідних шестерень на наявність дефектів. Заливають мастило в редуктор. Встановлюють водоваідділювач на передбачена проектом місце. Установлюють лоток, що направляють домішки і воду на класифікацію. Монтують пристрої для ополіскування, що забезпечує отримання водяних струменів під тиском 1...1,2МПа.

Змонтований водовідділювач запускають в холосту, закривши перед цим кожухами клинопасову та циліндричну передачі і наповнивши картер привідних шестерень мастилом.

При налагоджуванні роботи водовідділювача необхідно мати на увазі, що при встановленні його до бурякомийки частота обертання валків повинна бути менша, ніж при встановленні його після бурякомийки. В першому випадку її приймають  $85^{об}/_{хв}$ , а в другому  $100^{об}/_{хв}$ .

Необхідно мати на увазі, що по місцевим умовам швидкості надходження буряководяної суміші з гідро-транспортера на водовідділювач буває різна. Тому необхідно, щоб частота обертання валків та їх колова швидкість не була менша швидкості буряководяної суміші, а трішки перевищувала її. Необхідна частота обертання досягається зміною діаметру шківів клинопасової передачі в привідному механізмі.

Для стійкості роботи водовідділювача особливе значення має підтримання працездатності підшипників і стану передач приводу. Встановлення ополіскувача над водовідділювачем після бурякомийки – обов'язкове.

Сопло повинно мати щілину, що забезпечує розсіювання струменя. Якщо забрудненість буряків більше 10%, то рекомендується збільшити тиск води на ополіскувач до 1,5...1,6МПа.

Перший ряд сопел встановлюється над валками починаючи від шостого ряду. Для ефективного ополіскування встановлюють чотири ряди сопел.

Після закінчення виробництва водовідділювач миють та приймають заходи для захисту від корозії деталей.

В ремонтний період велику увагу приділяють відновленню валків, замінюючи зношені і виконуючи вимоги щодо правильного встановлення їх на валах.

Водовідділювач добре працює, якщо відстань між валками не перевищує 10мм, виходячи з цього їх вибраковують. Після набору валків регулюють положення підшипників так, щоб осі валів були взаємно паралельні у було відсутнє заклинювання валків.

Підшипники, шестерні і деталі клинопасової передачі переглядають з метою виявлення зношення, пошкодження. Перевіряють надійність всіх деталей та вузлів.

Привідний редуктор, муфту, електродвигун ремонтують згідно встановленому порядку, оглядають і перевіряють контур зачеплення металевої конструкції, встановлюють огорожувальні пристрої.



## 9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Схема управління мийним відділенням незалежно від обладнання, що використовується базується з врахуванням наступних міркувань:

- продуктивність заводу по буряку задається бурякопереробним відділенням, тому темп подавання буряка повинен відповідати темпу його переробки;
- показниками цієї відповідності є значення кількості буряка по водіабо рівню, що знаходиться над бурякорізками;
- в перехідних режимах роботи, причиною яких можуть бути різні неполадки як на початку тракту – зі сторони подавання, так і в кінці – зі сторони використання, повинні не допускатися перевантаження перетирачаї разом з тим повинна забезпечуватись необхідна кількість вимитих буряків.

### Мийне відділення.

Джерелом енергозабезпечення мийного відділення є трансформаторна підстанція бурякоцеху потужністю 620 кВт. Напряга розподілюючої мережі з 380/220В 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.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Сергученко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачик П.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Опис системи управління</b>	<b>18-2014.ДП.12.009 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/3

Система автоматизації передбачає:

- автоматичне управління пульсуючим шибером перед буряконасосом;
- дистанційне керув. приводами головного обладнання лінії подачі буряка;
- світлову сигналізацію роботи обладнання;
- стабілізацію тиску стиснутого повітря, що живить засоби автоматизації.

Всі системи автоматизації живляться від силових розподілюючих шафів типу СПА77, які встановлені в приміщенні електрощитової. Захист від струмів короткого замикання забезпечується автоматичними вимикачами, що встановлені в силових розподілюючих щитах.

В якості апаратів управління і захисту для електродвигунів застосовуються пости місцевого управління і магнітні пускачі ПМЛ. Магнітні пускачі встановлені в приміщенні електрощитової. На місцях встановлюються прилади дистанційного управління, а до деяких двигунів встановлюються кнопки управління поблизу обладнання. Магнітні пускачі забезпечують захист від перевантажень і мінімальної напруги.

Управління основним технологічним обладнанням здійснюється в двох режимах: дистанційне з щита управління і місцеве. Управління допоміжним обладнанням місцеве. На місцях місцевого управління передбачені вимикачі, які не допускають можливість дистанційного пуску. Струми пристроїв розщеплювачів автоматичних вимикачів, нагріваючих елементів теплового реле прийняті по номінальному навантаженню електроприймачів.

Пости місцевого управління і кнопки управління встановлюються поблизу обслуговуючого обладнання в місцях зручних для обслуговування. Корпуса щитів, пультів, місцевих приладів, що використовують електроенергію, зануляють відповідно ГП.1-7ПУЄ. Їх експлуатують з дотриманням правил по техніці безпеки для електропристроїв.

## Завдання на розробку системи управління.

Таблиця 9.1

### Розробка системи управління

№п.п.	Машина, апарат	Параметр, місце відбору сигналу	Допустиме значення параметру	Вид автоматизації	Характер контролю або керування	Додаткові вимоги
1	2	3	4	5	6	7
1	Водовідділювач	Витрата	60м <sup>3</sup> /год	Вимірювання, контроль, регулювання	Показання, регулювання	Дія на клапан подачі води
3	Бурякомийка	Електропривід шнеків, стан	—	Контроль, управління	сигналізація	Світлова, звукова сигналізація, пуск, зупинка
3	Бурякомийка	Витрата	40м <sup>3</sup> /год	Контроль, регулювання	Показання, регулювання	Дія на клапан подачі води
5	Дисковий водовідділювач	Витрата	60м <sup>3</sup> /год	Контроль, регулювання	Показання, регулювання	Дія на клапан подачі води
6	Вентилятор	Електропривід, стан	—	Контроль, регулювання	Показання, регулювання	Пуск, зупинка
7	Калорифер	Температура	18°С	Контроль, регулювання	Показання, регулювання	Дія на нагріваючий елемент

Цільова функція автоматичних систем управління – отримання максимальної технологічної складової прибутку за рахунок досягнення основних техніко-економічних показників виробництва на рівні або вище їх нормальних значень.

## 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

Основною задачею охорони праці є охорона здоров'я людей, які працюють на підприємстві. Це досягається шляхом створення безпечних і придатних для людини умов праці.

Існує декілька видів інструктажу працюючих по безпечним прийомам і методам роботи:

1. Ввідний - при влаштуванні на роботу. Для робітників проводить інженер, для інженерно-технічних робітників - головний механік.
2. Первинний - на робочому місці проводить майстер (начальник цеху) і дає основні питання на місці, де має працювати робітник.
3. Періодичний — один раз на три місяці, один раз в шість місяців.
4. Позачерговий (позаплановий) — проводиться після нещасного випадку, при зміні технологічного процесу, при застосування нового обладнання.

### Виробничі шкідливості.

Шкідливі речовини - це речовини, при контакті з якими відбувається ураження організму людини, а також виникають професійні захворювання.

До виробничих шкідливостей у мийному відділенні заводу можна віднести підвищену вологість, внаслідок сильного випаровування вологи з апаратів. Для зменшення вологості в мийному відділенні використовуються вентиляційні системи. Приміщення обладнане системою природної вентиляції, через вікна, отвори та нещільності в стінах, та системою припливно - витяжної вентиляції, яка подає у відділення чисте повітря і витягує з нього забруднене та вологе. Рекомендується встановити комбіновану систему вентиляції, а також систему кондиціонування повітря, що

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Сергученко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачик П.	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи щодо охорони праці, екології		18-2014.ДП.12.010 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6

створить найбільш оптимальні параметри мікроклімату у виробничому приміщенні і на робочих місцях.

### **Шум і вібрація.**

Наявність в цеху великої кількості двигунів, насосів, транспортерів, редукторів та технологічного обладнання, яке має рухомі частини, зумовлює підвищений шум та вібрацію в приміщенні. Шум та вібрація впливає на серцевосудинну та нервову системи людини, а отже є шкідливими факторами, які перешкоджають нормальній роботі працюючих.

За нормами допустимі значення шуму становлять 80 дБ. Для того, щоб досягти норми шуму, зменшити існуючий шум, допустимого по ГОСТ 12.1.003.83. в цеху мийного відділення Линовицького цукрового заводу прийнято ряд заходів:

1. Використання основ і фундаментів для віброактивного обладнання, які відповідають їх динамічним навантаженням;
2. Ізоляція фундаментів такого обладнання від несучих конструкцій і технологічних комунікацій;
3. Застосування віброгасильних пристроїв та покриттів;
4. Звукоізоляція приводів машин за допомогою кожухів.

Метеорологічні умови.

### **Освітлення.**

Основною нормованою величиною природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості КПО. Мийне відділення відноситься до приміщення з бічним природнім освітленням, тому нормується мінімальне значення КПО і воно складас 0.9%.

Основною нормованою величиною штучного освітлення є розряд зорових робіт. Мийне відділення відноситься до 7 розряду для якого освітленість складає 200 лк.

Для кращого обслуговування окремих апаратів використовують комбіноване освітлення — це сукупність загального штучного освітлення з місцевим.

### **Електробезпека.**

У цеху мийного відділення є багато електричних приладів, які мають велику потенційну небезпеку для робітників, тому забезпечення електробезпеки є однією з головних задач, яка стоїть перед службою охорони праці на підприємстві. Мийне відділення за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом та залежно від стану виробничого середовища відноситься до підвищеної небезпеки приміщення внаслідок підвищеної вологості повітря.

Забезпечення електробезпеки від випадкового дотику до струмопровідних частин механізмів досягається таким чином:

- захисні огороження;
- ізоляція струмоведучих частин;
- ізоляція робочого місця;
- захисні оболонки;
- попереджувальна сигналізація;
- блокування.

До індивідуальних засобів захисту відносять:

- гумові рукавиці та чоботи;
- спецодяг;
- дотримання техніки безпеки при обслуговуванні та ремонті обладнання;

Головним захистом від ураження електричним струмом є ізоляція.

### **Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання.**

Буряк, який надходить у мийне відділення очищається від домішок у

бурякомийках та ополіскувачах. Для попередження утворення туману у мийному відділенні у холодні періоди року вмикають опалення. Отвори на вході гідравлічного транспортера обладнані резиновими фартухами, які перешкоджають попаданню у приміщення холодного зовнішнього повітря. Підлога мийного відділення виконана водонепроникаємою і має нахил для стікання води.

При розміщенні обладнання повинна бути забезпечена ширина проходів для магістральних - 1.5м., між обладнанням - 1.2м.

Площадки обслуговування обладнання мають ширину не менше 0.8м., висоту перил — 1м.

Всі рухомі частини обладнання повинні мати захисні кожухи та ковпаки. Не допускається наявність декількох місць пуску і блокування обладнання. Контакти апаратів включення і виключення повинні бути захищені від попадання на них пилу, масел, парів, рідин, які використовуються у виробництві.

### **Техніка безпеки при обслуговуванні конвєсрїв.**

Для запобігання травмуванню людей рухомі частини конвєсрїв (приводні, натяжні, вимикаючі барабани, натяжні пристрої, опорні ролики і ролики нижньої вітки стрічки в зонах робочих місць, ремінні та інші передаючі шківї, муфти, кінці валів тощо), до яких можливий доступ обслуговуючого персоналу і осіб, працюючих поблизу конвєсрїв, огорожені металевими кожухами або сіткою.

Перед пуском конвєсрїв в роботу проводять його зовнішній огляд, перевіряють кріплення всіх частин, наявність заземлення, справність електрообладнання.

### **Охорона довкілля**

При експлуатації водного господарства на цукрових заводах виникає

ряд екологічних проблем:

забруднення водоймищ стічними водами цукрових заводів; виснаження водних ресурсів; забруднення підземних вод; “цвітіння” водоймищ.

Дані проблеми екологічного характеру повинні вирішуватись за рахунок зменшення витрат свіжої води на виробництві, раціонального її використання і ліквідації продування стічних вод у відкриті водойми.

### **Екологічне обґрунтування.**

Забруднені води III категорії містять завислі речовини, що утворюються на фільтрах після дефекацій, сатурацій, сульфітації, залишки ґрунту та органічних речовин у твердому (хвостики буряків, гичка) і в розчиненому стані (вуглеводи, білкові речовини, сапонін тощо), які надходять із конвеєрно-мийною водою. Після об'єднання зі стічними водами жомових ділянок та після миття обладнання вони надходять у відстійник, а потім у ставки-накопичувачі.

### **Характеристика викидів.**

Джерелами викидів на цукрових підприємствах є котельні і паросилове обладнання. Як паливо можуть використовуватися газ, мазут та тверде паливо - кам'яне вугілля. Питомі викиди забрудників повітря під час спалювання різного палива залежать насамперед від його виду. Найбільше забрудників виділяється при спалюванні твердого і рідкого палива. Під час спалювання 1т вугілля в трубу викидається до 23кг попелу, 15кг оксиду сульфуру (IV) і значна кількість сажі. Крім оксидів карбону ( $CO_2$ ,  $CO$ ) при його спалюванні утворюються оксиди сульфуру, нітрогену та сажа. В процесі транспортування вугілля в атмосферу потрапляє вугільний пил.



### **Характеристика відходів.**

До відходів мийного відділення належать бій і хвостики буряку, жом. Кількість бою і хвостиків у мийних відділеннях становить до 3% маси буряків, які переробляють. Уміст цукру в них на 30 - 40 % менший від умісту цукру в буряку. Хвостики й обломки буряку не можуть довго зберігатися, оскільки швидко загнивають. Тому їх згодують тваринам у свіжому вигляді або сушать разом із жомом. Запропоновано використовувати їх для переробки на цукор разом з основною масою буряку. для цього їх вловлюють, миють і класифікують, після чого більші фракції потрапляють на вилучення переробку, а дрібніші використовують на тваринницьких фермах.

## ВИСНОВКИ

У даному дипломному проекті, згідно виданому завданню, модернізовано мийний комплекс Ш1-ПМД-3.

Запропонована модернізація мийного комплексу забезпечить підвищення ступеня відмивання буряка від землі до 93 % і більш ефективного вловлювання легких та важких домішок.

Проведено основні конструктивні, технологічні, техніко-експлуатаційні що підтверджують роботоздатність обладнання.

Збільшення ступеня відмивання буряків від землі буде сприяти ефективній роботі обладнання бурякопереробного відділення, а головне, забезпечити зменшення неврахованих втрат цукру на дифузії та у транспортно-мийній воді.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Сергученко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачик П.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Висновки</b>	<b>18-2014.ДП.12.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/1

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гулий І.С., Пушанко М.М., Орлов Л.О., Мирончук В.Г., Українець А.І., Лісовенко О.Т. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. 2001. 576с.
2. Адрианов И.О. Ремонт и монтаж оборудования свеклосахарных заводов. М. Пищевая промышленность. 1973. 327с.
3. Белик В.Г., Зозуля С.А., Жарик Б.Н. и др. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов. К. Техника. 1982. 304 с.
4. Волошин З.С., Макаренко А.Т. Автоматизация сахарного производства. М. Агропромиздат, 1990. 271 с.
5. Бородин И. Ф., Судник Ю. А. Автоматизация технологических процессов. Підруч. М. Колос. 2004. 344 с.
6. Колесник Б.Г., Лысиков В.П., Парходько А.П. Справочник механика сахарного завода. М. Легкая и пищевая промышленность. 1983. 264 с.
7. Прудис Б.В., Хоменко А.И. Расчет оборудования сахарных заводов. М. Агропромиздат. 1985. 223 с.
8. Кадомський С. В., Штефан Є. В., Литвиненко О. А. Технологія матеріалів: практикум: навч. посіб. Нац. ун-т харч. технол. Київ. НУХТ. 2019. 205 с.
9. Сухенко Ю. Г., Бойко Ю. І. Технологічні основи машинобудування. Лабораторний практикум [Текст]: навч. посіб. за ред.Ю.Г. Сухенко. Нац. ун-т харч. технол. К. НУХТ. 2009. 262 с.
10. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці: підручник. за ред. М. П. Гандзюк. К. Каравела. 2008. 384 с.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Сергученко В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Рибачик П.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаної літератури</b>	<b>18-2014.ДП.12.000 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> 1/1