

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

**Інститут (факультет ) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого**  
**Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій**  
**проектування**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)  
\_\_\_\_\_ Сергій БЛАЖЕНКО  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«04» 06 2024р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Микола ЯКИМЧУК  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«04» 06 2024р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних  
виробництв

на тему: Удосконалення системи очищення дифузійних ножів відцентрової  
бурякорізки Т2М-СЦ2Б-16

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ОХ-4-2

\_\_\_\_\_ Яковець Євген Олександрович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Пономаренко Віталій Васильович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти Юрій БОЙКО \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2024р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
Інститут *ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого*  
Кафедра *Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування*  
Освітній ступінь *бакалавр*  
Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*  
(код і назва)  
Освітньо-професійна програма *Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв*  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
*Микола ЯКИМЧУК*

**“05” квітня 2024 року**

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

*Яковець Євген Олександрович*  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Удосконалення системи очищення дифузійних ножів відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б-16*

керівник роботи *Пономаренко Віталій Васильович, доцент, к.т.н.*  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закл. вищої осв. від “05” квітня 2024 року № *256-кс*

2. Строк подання здобувачем роботи *04 червня 2024 р.*

3. Вихідні дані до роботи *технічний паспорт обладнання; кресленики обладнання; навчальна нормативна та спеціальна література*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *анотація, зміст; вступ, аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення, 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 використаної літератури, специфікація*

5. Перелік графічного матеріалу

*Загальний вигляд обладнання – 1 аркуш; Складальне креслення – 2 аркуші; Технологія виготовлення – 1 аркуш; Функціональна схема – 1 аркуш.*

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія машинобудування</i>	<i>Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ</i>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>26.04.24</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>27.04.24</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення</i>	<i>29.04.24</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко – економічне, соціальне обґрунтування</i>	<i>30.04.24</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідної сировини і продукту</i>	<i>02.05.24</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.</i>	<i>04.05.24</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	<i>06.05.24</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>10.05.24</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Розрахунок технології виготовлення окремих деталей</i>	<i>12.05.24</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання</i>	<i>14.05.24</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Система управління</i>	<i>15.05.24</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Охорона праці</i>	<i>16.05.24</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Охорона довкілля</i>	<i>17.05.24</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Висновки</i>	<i>18.05.24</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Список використаної літератури</i>	<i>19.05.24</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Графічна частина: 5 аркушів</i>	<i>28.05.24</i>	<i>Виконано</i>
17	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>01.06.24</i>	<i>Виконано</i>

**Здобувач**

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Євген ЯКОВЕЦЬ**

(ім'я та прізвище)

**Віталій ПОНОМАРЕНКО**

(ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Розрахунково-пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 77 сторінок, в них наведено 10 рисунків, 7 таблиць, використано 16 літературних джерел.

Дана модернізація являє собою удосконалення системи очистки дифузійних ножів, з попередньою заміною ножової рами бурякорізки.

Об'єктом модернізації є бурякорізка Т2М-СЦ2Б-12.

Метою є покращення якості бурякової стружки та збільшення продуктивності, шляхом модернізації відцентрової бурякорізки з використанням нового барабану. Суть модернізації це заміна барабану з дванадцяти- на шістнадцятипазний варіант будови. Удосконалення системи очищення дифузійних ножів, шляхом зміни окремих отворів на регулюємий щілинний отвір (розмір щілини може змінюватись в межах (1,5...4 мм), що дозволить проводити очищення всієї ріжучої кромки ножів.

Проведено порівняльний аналіз технічних рішень щодо поставленої задачі, розглянуто будова та принцип роботи досліджуваної машини, характеристику вихідного матеріалу та готової продукції, підбір конструкційних матеріалів, проведені розрахунки бурякорізки та її елементів.

Ключові слова: Бурякорізка, дифузійні ножі, барабан, сталь.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Паномаренко В.В.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Яковець Є.О.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Анотація</b>	<b>200291.KP.09.000</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

## SUMMARY

The calculation and explanatory note to the qualification work contains 76 pages, 10 figures, 7 tables, and 16 references.

This modernization is an improvement of the diffusion knife cleaning system, with a preliminary replacement of the knife frame of the beet cutter.

The object of modernization is the T2M-SC2B-12 beet cutter.

The goal is to improve the quality of beet chips and increase productivity by modernizing the centrifugal beet cutter with a new drum. The essence of the modernization is the replacement of the drum from a twelve- to a sixteen-groove version. Improvement of the diffusion knife cleaning system by replacing individual holes with an adjustable slotted hole (the size of the slot can vary from 1.5 to 4 mm), which will allow cleaning the entire cutting edge of the knives.

A comparative analysis of technical solutions to the problem was carried out, the structure and principle of operation of the studied machine, characteristics of the starting material and finished products, selection of structural materials, and calculations of the beet cutter and its elements were carried out.

**Key words:** Beet cutter, diffusion knives, drum, steel.

## ЗМІСТ

	стор.
Анотація.....	4
Вступ.....	7
1. Аналіз конструкції обладнання аналогічного призначення .....	9
2. Техніко-економічне та соціальне обґрунтування .....	19
3. Характеристика вихідної сировини і продукту.....	20
4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.....	22
5. Підбір конструкційних матеріалів.....	26
6. Розрахункова частина .....	27
7. Розрахунок технології виготовлення окремих деталей.....	37
8. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання .....	61
9. Система управління.....	68
10. Охорона праці.....	69
11. Охорона довкілля.....	73
Висновки.....	75
Список використаної літератури.....	76
Додатки.....	78

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Понамаренко В.В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Яковець Є.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Зміст</b>	<b>200291.KP.09.000</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/1

## ВСТУП

Цукрова промисловість, як пріоритетна галузь харчової індустрії України покликана забезпечити потреби населення в цукрі за науково - обґрунтованими нормами й створити достатні резерви для експорту його в інші країни.

Серед європейських країн Україна має найсприятливіші природно-економічні умови для розвитку буряківництва, а отже й цукрової промисловості. Проте за темпами її розвитку, рівнем концентрації та ефективності виробництва значно відстає від зарубіжних країн і нині перебуває в кризовому стані.

Сучасна виробничо-технічна база цукрової промисловості України представлена в основному підприємствами малої та середньої потужності. У ряді областей і районів існують значні відмінності в рівнях концентрації бурякового і цукрового виробництв, що не дає змоги повністю використати наявні резерви для збільшення обсягу виробництва цукру, зростання продуктивності праці та підвищення ефективності виробництва .

Основа виробничо-технічної бази цукрової промисловості України - старі, технічно спрацьовані заводи, які потребують реконструкції і технічного переоснащення .

Усе це зумовлює незбалансованість сировинних ресурсів і виробничих потужностей заводів, далекі й нераціональні перевезення сировини, збільшення її витрат і зменшення ефективності виробництва. Обсяг виробництва продукції визначається чисельністю населення країни, фізіологічними нормами споживання цукру, а також обсягом експортних поставок.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Панамаренко В.В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Яковець Є.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>	<b>200291.KP.09.000</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>	

Загальна потреба населення України в цукрі, як показують розрахунки, в перспективі становитиме близько 3 млн. тон. Наразі близько 2.

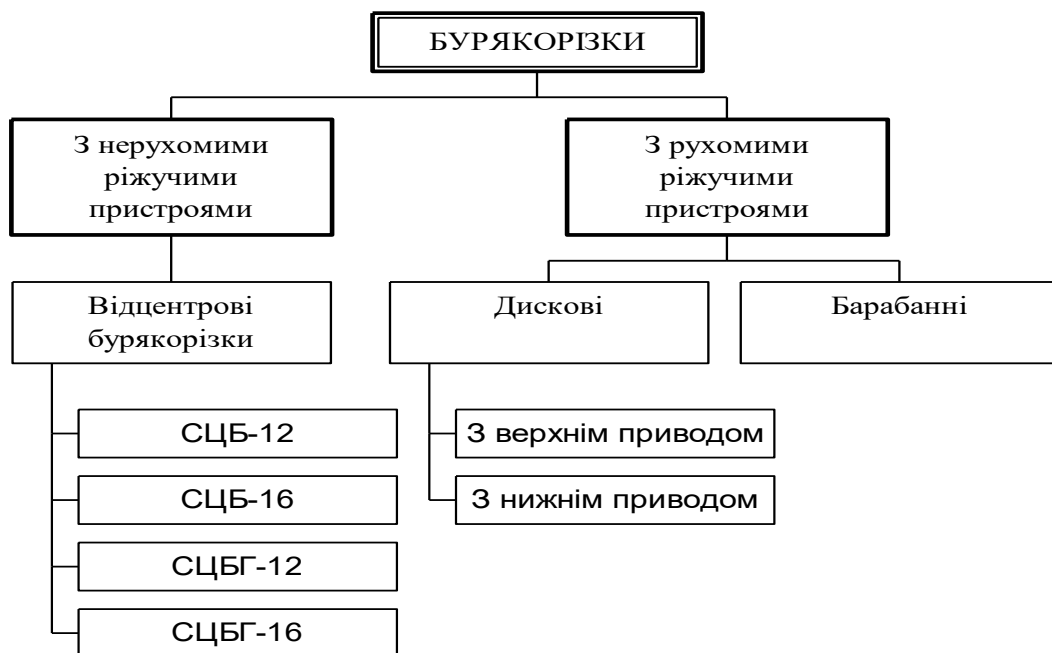
В Україні є всі умови для прискорення розвитку виробництва технологічного устаткування для підприємств цукрової промисловості. Це зокрема, науково-дослідні й проектні інститути, машинобудівні заводи, кваліфіковані кадри. Важливо здійснити заходи щодо вдосконалення енергетичного складського і водного господарств, комплексно механізувати навантажувальні та розвантажувальні роботи, аби скоротити втрати сировини в процесі заготівлі, зберігання і переробки.

## 1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ОБЛАДНАННЯ АНАЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Для отримання бурякової стружки застосовують відцентрові, дискові і барабанні бурякорізки. За характером відносного переміщення в бурякорізках буряків і бурякорізальних ножів, вони поділяються на відцентрові (з нерухомими бурякорізальними ножами і рухомою масою зрізуваних буряків), дискові та барабанні (з рухомими бурякорізальними ножами і нерухомою масою зрізуваних буряків).

Машини для нарізання буряку можна класифікувати виходячи із взаємовідносного руху буряку і ріжучих пристроїв, а також в залежності від конфігурації вузла, в якому змонтовані пристрої.

### Класифікація бурякорізок



<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Паномаренко В.В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Яковець Є.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Аналіз конструкції обладнання аналогічного призначення</b>	<b>200291.KP.09.001</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/10</b>

Типовими в Україні прийнято відцентрові бурякорізки (останні модифікації):

- Т2М-СЦ2Б-12 - 12-рамна, продуктивністю при оптимальній швидкості різання і довжині стружки 10 м у 100 г - 1200 т буряків за добу;
- Т2М-СЦ2Б-16 - 16-рамна, продуктивністю при оптимальній швидкості різання і довжині стружки 10 м у 100 г - 1600 т буряків за добу;
- А2-ПРБ-24 - 24-рамна, продуктивність за тих же умов складає 3000 т буряків за добу.

Відцентрові бурякорізки названих типів комплектуються регульованим приводом, що дозволяє змінювати швидкість різання в межах 4-8,3 м/с, а також ножовими рамами з регульованим «на ходу» підйомом ножа. Для заміни ножів без зупинки бурякорізка оснащена рейковим механізмом, який дозволяє висунути ножову раму наверх а на її місце встановити глуху раму, що перекриває вихід буряків із бурякорізки. Рейковий механізм переміщується по корпусу різки і встановлюється над будь-якою з ножових рам. Положення ножових рам по висоті регулюється за допомогою гвинтового пристрою.

Очищення бурякорізальних ножів від гички, волокон і бур'янів виконується продувкою парю або стисненим повітрям через трубки з отворами, що встановлені за контрножами і з'єднані з розподільчою коробкою.

Для аварійного видалення сторонніх предметів із різки в корпусі є карман з вихідним отвором. Зупинка подачі буряків у бурякорізку виконується пристроєм з пальчастим механічним шиберам, розміщеним над барабаном. У бурякорізці А2-ПРБ-24 використовується гідравлічний привід шибера.

Новою високопродуктивною бурякорізкою є 24-рамна бурякорізка А2-ПРБ-24, розроблена УкрНДІхарчомаш і виготовлена Смілянським машинобудівним заводом.

Бурякорізка А2-ПРБ-24 за габаритами і масою подібна до 16-рамної відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б-16, може встановлюватись на її місце на монтажному майданчику без додаткових будівельних робіт.

Продуктивність 24-рамної бурякорізки у порівнянні з 16-рамною більша практично в 2 рази, тоді як число встановлених ножів збільшено лише в 1,5 рази. Досягнуто це оригінальною конструкцією завитка (ротора) за рахунок більшого ущільнення буряків у зоні різання і більш рівномірного розподілення буряків по висоті барабана.

В основу конструкції бурякорізки А2-ПРБ-24 покладено принцип дії бурякорізок типу Т2М-СЦ2Б, але мають місце і розбіжності:

завиток виконано з 4-ма криволінійними лопатями;

двоступеневий циліндричний редуктор приводу замінено на одноступеневий ЦСН-250-4, а передавальне число конічного редуктора збільшено до 4-х;

ножові рами виконані без контрольної планки, завдяки чому приблизно в 1,5 рази зменшені їх габаритні розміри і маса; мають регулювання підйому ножа;

на горизонтальному валу приводу встановлено зрізувальний пристрій для попередження поломок бурякорізки при надходженні до неї сторонніх предметів;

розширено горловину для підводу буряків з бункера в барабан бурякорізки;

шибер над бурякорізкою механізований і приводиться в дію від мотора редуктора;

накладки барабана виконані з легованої неіржавіючої сталі 20х13 (40х13);

змінено конструкцію продувального пристрою.

Бурякорізка А2-ПРБ-24 може забезпечити отримання стружки з високим ступенем однорідності і вмістом мезги і браку до 3 %.

Максимальної продуктивності бурякорізки - 5000 т буряків на добу було досягнуто при швидкості різання 8 м/с. Довжина стружки при цьому склала 8 м в 100 г, споживча потужність - 100-108 кВт/год. Оптимальною швидкістю різання для даної бурякорізки рекомендується швидкість 6,0-6,5 м/с, що забезпечує найбільш якісну стружку і найменше питоме споживання електроенергії.

Відцентрові бурякорізки складають близько 98 % від загальної їх кількості, що експлуатується в цукровій промисловості України. Здебільшого вони представлені такими модифікаціями: СЦБ-12, СЦБ-16, ТІ-СЦ2Б-12, ТІ-СЦ2Б-16, Т2М-СЦ2Б-12, Т2М-СЦ2Б-16, А2-ПРБ-24 та аналогічною різкою фірми "Полімекс Цекоп" (Польща), експлуатуються також імпортовані дискові і барабанні бурякорізки інших світових виробників.

Вважається, що відцентрові бурякорізки поступаються дисковим і барабанним за якістю отримуваної бурякової стружки, натомість вони мають значні переваги, в тому числі:

- 1 можливість контролю якості стружки після кожного ножа і заміни вибулого з ладу ножа без зупинки бурякорізки;
- 2 регулювання підйому ножів на ходу бурякорізки для зміни товщини стружки;
- 3 можливість зміни профілю перерізу стружки без зупинки бурякорізки;
- 4 зменшення кількості робочих рам шляхом висування заглушки;
- 5 видалення сторонніх предметів без зупинки бурякорізки.

Жодна з цих операцій не може бути проведена на дисковій чи барабанній бурякорізках, що і обумовило широке впровадження відцентрових бурякорізок у нашій країні і країнах СНД.

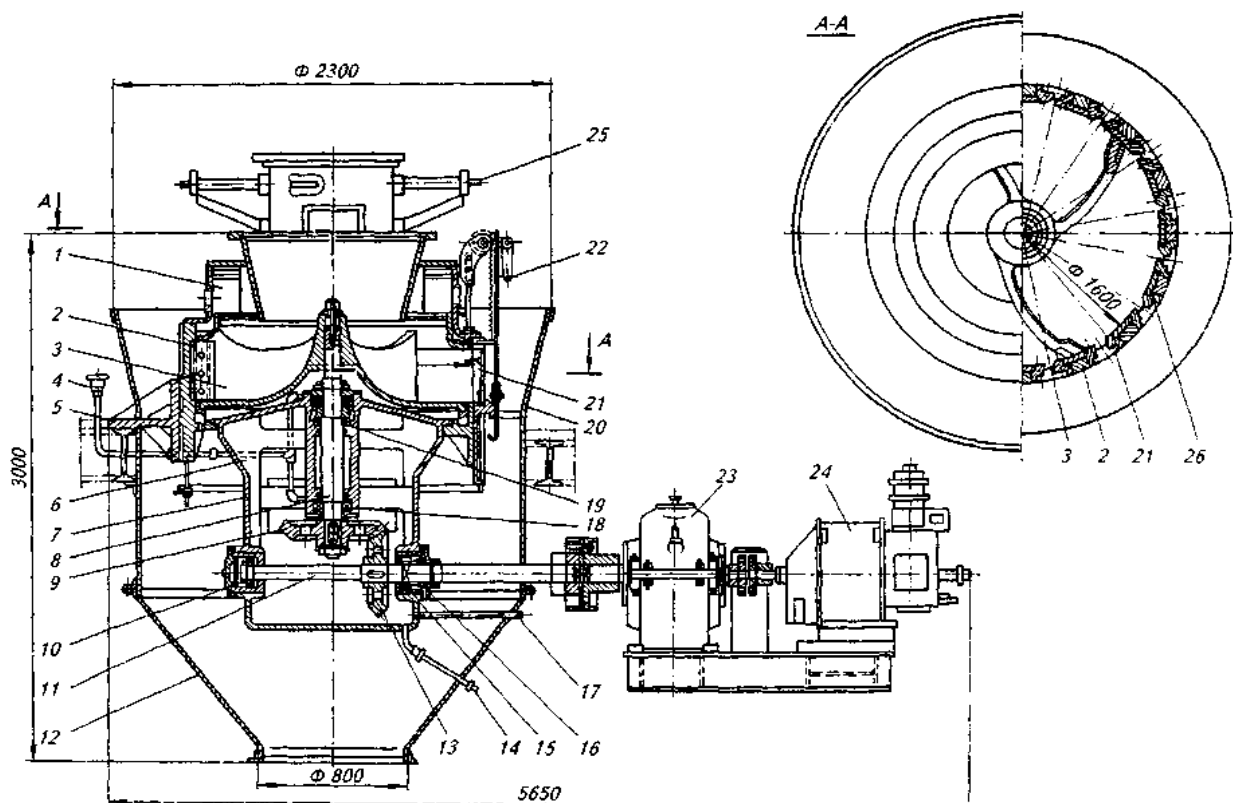


Рис. 1. Відцентрова бурякорізка СЦБ-12М:

1 — завантажувальний бункер; 2 — корпус; 3 — трилопатева улита; 4 — масельнички; 5 — опори; 6 — конічний редуктор; 7 — корпус редуктора; 8, 11 — вали; 9, 14 — конічні шестерні; 10, 15, 16, 18, 19 — підшипники; 12 — нижній кожух; 13, 17 — трубки; 20 — верхній кожух; 21 — ножові рами; 22 — лебідка; 23 — редуктор; 24 — електродвигун; 25 — шибер; 26 — ремонтні накладки.

Буряк, що потрапляє у барабан через завантажувальний бункер, захвачується улітою яка обертається та під дією відцентрової сили відкидається до ріжучим ножам, сковзаючи по яким подрібнюється на стружку.

Бурякова стружка крізь щілини ножових рам потрапляє між барабаном та кожухом та через нижній конус кожуха поступає на подальшу переробку.

У випадку потрапляння до бурякорізки разом з буряком стороннього предмету необхідно негайно зупинити бурякорізку, зупинити подачу буряку до бурякорізки за допомогою пальцевого шибера, відкрити вікно барабану, яке знаходиться напроти дверцят у верхній частині кожуха, поставити дверцята у горизонтальне положення, зєднавши внутрішню частину барабану з закожуховим простором. Інші вікна барабану повинні бути перекриті глухими рамами, після чого включають бурякорізку на мінімальній швидкості різання. Буряк разом зі стороннім предметом висипається через вікно барабану на майданчик обслуговування. Для повернення буряку до бурякорізки існує люк у корпусі шибера.

Бурякорізки відцентрові з усіма пристроями — складне і точне обладнання, в якому розміри деталей і вузлів, їх взаємне положення регулюються в міліметрах і частках міліметрів. Від такої точності відновлених деталей, додержання величини зазорів, точності і якості регулювання залежить якість отримуваної стружки. Якщо враховувати необхідність зрізати мільйони тонн буряків на смугу товщиною 1,54 - 2,0 мм невимірної довжини з однаковим профілем у перерізі, то неточність взаємного положення деталей, або їх люфт (вібрація) навіть на 0,5 мм унеможливають отримання високоякісної бурякової стружки. Підготовку бурякорізок та бурякорізальних ножів необхідно проводити у відповідності до "Методичних рекомендацій по забезпеченню одержання високоякісної бурякової стружки" ВНДЦП, 1979 р. Продуктивність бурякорізок визначається кількістю маси буряків, що зрізається ножами.

Продуктивність бурякорізок при отриманні всіх форм стружки дорівнює:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot n \cdot F_i \cdot g \cdot \rho \cdot \hat{E}_{\hat{E}} \cdot \hat{E}_{\hat{a}}}{1000}$$

$$\text{або } G = 0,001296 \frac{n \cdot F_i \cdot \vartheta \cdot \rho \cdot \hat{E}_{\hat{e}} \cdot \hat{E}_{\hat{a}}}{S \cdot l}$$

де:  $G$  - продуктивність бурякорізки, т/доб.;

$n$  - кількість ножів у бурякорізці, шт.;

$\vartheta$  - швидкість різання, м/с;

$\rho$  - об'ємна маса буряків, кг/м<sup>3</sup>;

$K_k$ ;  $K_e$  - відповідно конструктивний і експлуатаційний коефіцієнти;

$S$  - крок ножа, м;

$l$  - довжина стружки, м.

$F_n$  - загальна площа перерізу стружинок зрізаних одним ножем, м<sup>2</sup>.

Продуктивність дифузійної установки і вміст цукру в обезцукреній буряковій стружці в більшості випадків залежить від якості стружки. Бурякова стружка, отримана в різках може мати жолобчату або пластинчасту форму. Товщина нормальної стружки становить 0,5-1,0 мм. Поверхня її повинна бути гладкою без тріщин. Дуже тонка стружка небажана, так, як вона деформується, збивається в грудки і погіршує циркуляцію соку в дифузійних установках.

Якість бурякової стружки прийнято визначати довжиною її в м в наважці 100 г. Для цього стружку розкладають на спеціальній дошці з канавками. Короткі стружки буряку (менше 1 см), пластинки гребінців і тонку стружку яка просвічується, незалежно від її довжини на дошці не розкладають і вважають браком.

Кількість браку і мезги повинно бути найменшим. Гарна бурякова стружка містить браку не більше 3%.

Інші види бурякорізок дають вигрaш в одному параметрі але прогpaш в іншому, так в дискових необхідно витратити менше енергії, але

витрата ножів значно більша ніж в відцентрових. В барабанних плюсом є лише простота будови, а витрата енергії і ножів досить велика.

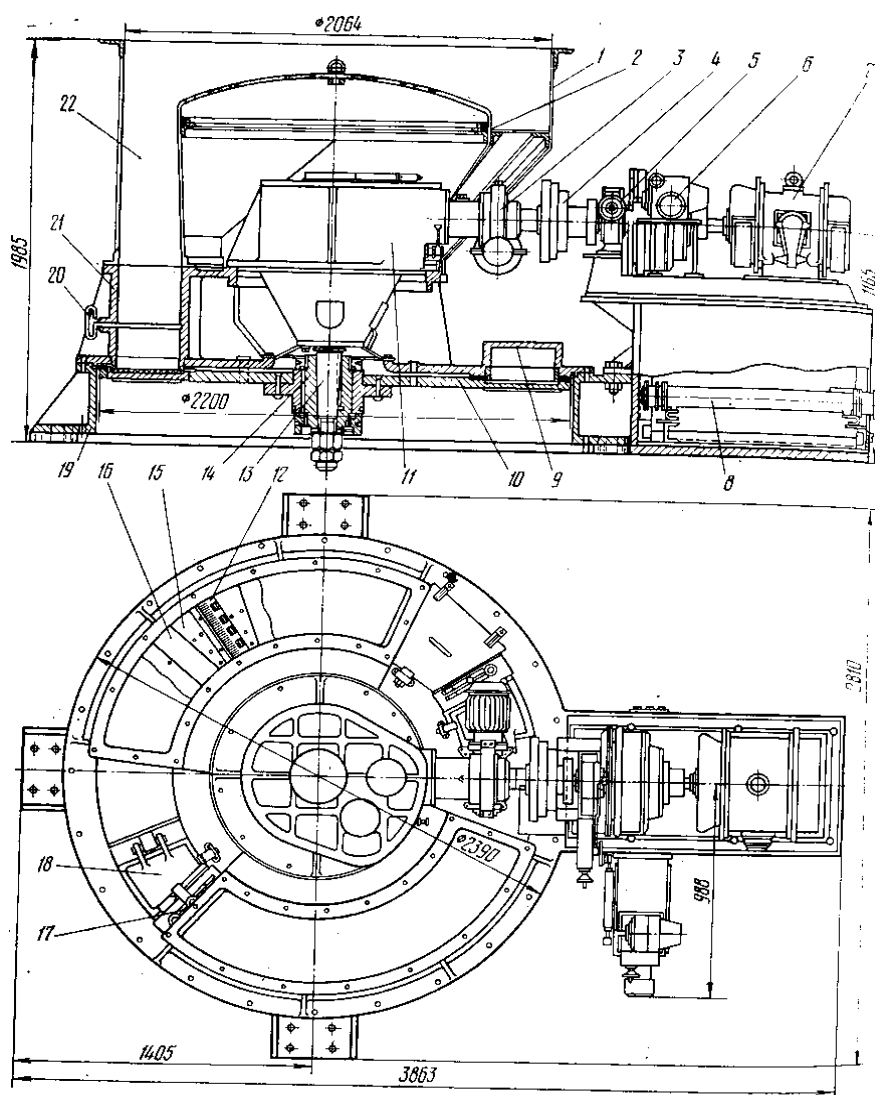


Рис.2. Дискова бурякорізка з верхнім приводом.

1-зовнішній кожух, 2-внутрішній кожух, 3-пристрій для обертання диску під час заміни ножових рам, 6-гідромуфта, 7-електродвигун, 8-теплообмінник, 9- прижими, 10-диск, 11-редуктор кутовий, 12-рама ножова, 13-в редуктора вихідний, 14-ступиця, 15-накладка, 16-отвір, 17-запобіжний пристрій, 18-люк для заміни ножів, 19-опора, 20-штири, 21-корпус, 22-бункер.

Вітчизняними машинобудівними заводами дискові бурякорізки не випускаються. На деяких цукрових заводах використовують дискові бурякорізки з верхнім та нижнім приводами, виготовлені раніше

вітчизняною промисловістю та поставлені закордонними машинобудівними фірмами.

Дискові бурякорізки мають кількість рам в дисках від 16 до 28. Зазвичай кількість рам парна.

Дискова 26-ти рамна бурякорізка з верхнім приводом (рис.2) складається з наступних основних вузлів: корпусу 21, диску 10 з ножовими рамами 12 та ножами, бункера для буряку 22, приводу та пристрою 17 для оберігання ножів від подразнень при попаданні важких домішок до бурякорізки.

Корпус бурякорізки 21 встановлений за допомогою опор 19 на металічному каркасі. Він являє собою литу чавунну деталь яка має два направляючих лотка. Лотки створені двома стінками, розташованими концентрично, та двома торцевими стінками, одна з яких вертикальна, а інша похила; ці стінки створюють простір змінного перерізу (затискач), в який поступає буряк при під час його нарізання. На горизонтальному майданчику затискача встановлюють пристрій 17 для запобігання ножів від ушкоджень при потраплянні важких домішок до люку 18 для заміни ножових рам.

До корпусу бурякорізки кріпиться бункер 22 для буряку. На внутрішніх приливах корпусу встановлений кутовий редуктор 11. На кінці валу 13 редуктора закріплюється диск 10, в отворах якого встановлені ножові рами 12 з ножами.

Диск бурякорізки приводиться в обертання від приводу з регулюючою чи постійною частотою обертання. Привід з регульованою частотою обертання диску (рис.2) включає в себе електродвигун 7, гідromуфту 6, пристрій 5 для ручного та дистанційного регулювання кількості поступаю

чого мастила в гідромуфту, електромагнітну муфту 4 та пристрій 3 для обертання диска при заміні ножових рам.

Принцип дії бурякорізки полягає в наступному. Буряк з автоматичних вагів поступає в бункер 22, а потім в зажими 9. Завантажувальний бункер та прижими призначені для постійної подачі буряку на диски 10, під таким тиском, яке б сприяло отриманню стружки однакової товщини.

Буряк який потрапив на диск ріжеться ножами які встановлені в рами 12, на бурякову стружку. Середня швидкість різання близько 8 м/с.

Бурякорізка зазвичай обладнується продувним пристроєм для ножів. Напрямок продувки повинен співпадати з напрямком різання буряку. Цей пристрій являє собою газову трубку, перфоровану по всій довжині. Для продувки застосовують пару або повітря під тиском 0,7 мПа.

Незалежно від типу бурякорізок до них ставляться однакові вимоги:

- 1 висока якість бурякової стружки;
- 2 висока продуктивність;
- 3 можливість отримання якісної стружки з буряків різної якості;
- 4 відповідність сучасним вимогам при обслуговуванні і ремонті;
- 5 можливість регулювання продуктивності при оптимальній швидкості різання буряків.

Рекомендується оснащувати дифузійний апарат бурякорізками однакової продуктивності, в тому числі однією резервною, для забезпечення його продуктивності. Це дозволить операторам якісніше і продуктивніше працювати і отримувати більш рівномірну стружку.

Ефективність роботи бурякорізок забезпечується відновленням зношених деталей і вузлів, налагодженням і правильною експлуатацією.

Не менш важливим фактором при роботі бурякорізок є якісна підготовка і заміна бурякорізальних ножів.

## 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ТА СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

В даній кваліфікаційній роботі ми розглянемо удосконалення конструкції барабанної бурякорізки типу СБ з метою підвищення продуктивності.

В умовах сучасного ринку виживає тільки той, чия продукція якісна, дешева, все це при мінімальних затратах.

В реаліях це не можливо без найновітнього обладнання і сучасних технологій. Але при аналізі ринку та обладнання, не завжди є доречно та виправдовує кінцеву ціль. Це стається, тому що недостатньо кваліфікованих працівників, та енерго затратно. Тому доцільно виробникам які вже існують, удосконалювати своє обладнання або створювати щось нове. Це набагато дешевше і практичніше.

Основною метою являє досягнення високоякісних показників цукру подачу буряків до бурякорізки, для переробляння їх в цукор.

Удосконалення конструкції відцентрової бурякорізки, а саме збільшення ножових рам з 12 на 16, з подальшим удосконаленням системи очистки дифузійних ножів, дає нам значно більшу продуктивність. Тим самим, більше готової продукції при тих самим енерго затратах.

Техніко-економічний результатом цієї роботи полягає у задоволенні потреб буряко-переробної промисловості України та зарубіжних країн.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Паномаренко В.В.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Яковець Є.О.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Техніко-економічне та</i> <i>соціальне обґрунтування</i>	<b>200291.KP.09.002</b>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>	

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ПРОДУКТУ

Цукровий плід (рослина) - найважливіша в Україні технічна рослина, сировинна база цукрової промисловості; різновид буряка звичайного. Його коренеплід, який досягає 500 г і більше ваги містить 11—19 % цукру. З цукрових буряків виробляють, крім цукру, патоку, з якої одержують спиртові дріжджі, гліцерин тощо. Гичку використовують як корми для свійських тварин.

Рафінування повністю видаляє патоку і робить білий цукор фактично чистою сахарозою (з чистотою вище 99,7 %), молекулярна формула якої —  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Таким чином, не можна відрізнити цукор хімічного походження від цукру природного походження (з цукрової тростини або буряка): проте можна визначити його походження за допомогою аналізу вуглецю (подібно до радіо вуглецевого датування, що використовується в археології) З хімічної та харчової точки зору, білий цукор не містить, порівняно з коричневим цукром, деяких мінералів (таких як кальцій, калій, залізо та магній), присутніх у патоці, навіть не дивлячись на те, що кількість таких корисних речовин у коричневому цукрі не є суттєвою. Єдиною помітною відмінністю є те, що білий цукор має менш інтенсивний аромат.

Бурякова стружка. Для добування цукру коренеплоди цукрових буряків ріжуть на стружку. Дифузія сахарози відбувається повніше і швидше, якщо стружка має найбільшу поверхню на одиницю маси. Для цього корені ріжуть на спеціальних машинах (бурякорізках) у вигляді смужок жолобчастої форми або пластинки прямокутного перетину. Жолобчасту стружку отримують завширшки 4 — 6 і завтовшки 0,7—1 мм, а пластинчасту — відповідно 2,5 — 3 і 1,2 — 1,5 мм.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Паномаренко В.В.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Яковець Є.О.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Техніко-економічне та</i> <i>соціальне обґрунтування</i>	<b>200291.KP.09.003</b>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>	

Якщо коренеплоди були доброї якості (пружні, з добрим тургором) і бурякорізка встановлена правильно, утворюється така стружка, що 100 г її при укладанні в довжину в одну лінію займають не менше 24 м. При цьому не менше 45 — 50 % стружки має бути правильної форми, а браку і м'язги (товсті, короткі шматочки неправильної форми, шматочки завтовшки менше 0,5 мм) не більше 3 %.

Ще стружка від буряка, точніше її залишки використовують для бурякового жому або сушеного та гранульованого жому. Це побічний продукт цукрової промисловості, фактично, знецукрена бурякова стружка (80–82% від сировини цукрового буряка з умістом сухої речовини 6,5–7%). Пресований жом може містити 12–14 відсотків сухої речовини. Найцінніші компоненти бурякового жому — целюлоза, вміст якої в сухій речовині може сягати 45% (до 19% клітковини, велика кількість нейтрально детергентної клітковини), пектинові речовини (до 50%), а також вітаміни й органічні кислоти. Цей кормовий інгредієнт також містить 0,6–1% сирого протеїну, 4,8% безазотистих екстрактивних речовин і 4–5% цукру (інколи лише два відсотки, залежно від технології переробки).

Цукор може спричинити бродильні процеси, тому буряковий жом треба належно зберігати. Крім того, під час дифузії разом із цукром із цукрових буряків вимиваються мінеральні речовини (вміст золи в свіжому жомі сягає близько 0,3%), через що цей кормовий інгредієнт містить мало фосфору, калію, натрію та інших мінералів. У тваринництві буряковий жом використовують у свіжому, силосованому (кислому), сушеному або гранульованому вигляді.

#### 4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ. БУДОВА ТА ПРИНЦИП ДІЇ МОДЕРНІЗОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ

В даній кваліфікаційній роботі розробляється модернізація відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б з метою збільшення її продуктивності заміною барабану та удосконаленням системи очистки дифузійних ножів.

На заводах експлуатується декілька модифікацій таких бурякорізок: СЦБ-12 та СЦБ-16(з нерегулюючим приводом), СЦБ-12А та СЦБ-16М(з регулюючим приводом(швидкість ротору)). Інший тип бурякорізок-барабанні, більш прості за конструкцією, дають гарну стружку, але витрачають велику кількість електроенергії, заміна ножів виконується лише при зупинці бурякорізки. Дискові бурякорізки витрачають менше електроенергії ніж відцентрові і барабанні, дають якісну стружку, потребують зупинки електродвигуна при заміні ножів. Ці види бурякорізок дають вигоду в одному параметрі але програш в іншому, так в дискових необхідно витратити менше енергії, але витрата ножів значно більша ніж в відцентрових. В барабанних плюсом є лише простота будови, а витрата енергії і ножів досить велика. Отже на даний час відцентрові бурякорізки є більш доцільні та вигідніші ніж інші типи цих машин.

До всіх видів бурякорізок ставлять наступні вимоги: висока продуктивність, висока якість бурякової стружки, простота і легкість в експлуатації, обслуговуванні і ремонті, надійна і економічна робота.

Сутність модернізації відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 полягає в удосконаленні системи очистки дифузійних ножів та розробці 16-ти рамного корпусу з метою збільшення продуктивності на 25.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Паномаренко В.В.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Яковець Є.О.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Опис запропонованого</i> <i>технічного рішення</i>	<b>200291.KP.09.004</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/4</b>

Тобто з технічної точки зору ми маємо вигідний проект модернізації що дасть нам змогу збільшити продуктивність, покращити якість бурякової стружки та систему очистки ножів.

З економічної точки зору ми також спостерігаємо доцільність запропонованого дипломного проекту, а саме:

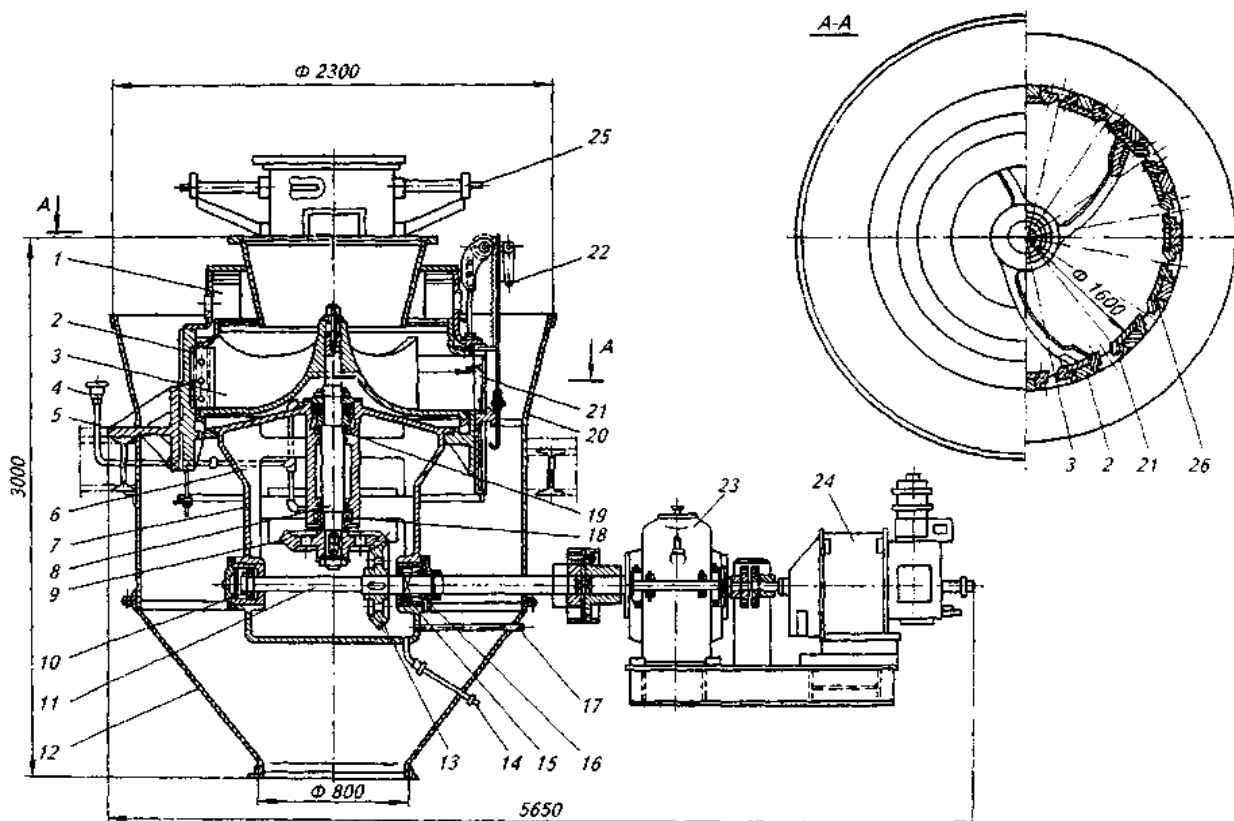
- Збільшення обсягу виробництва цукру;
- Зменшення собівартості 1т цукру;
- Отримання додаткового прибутку.

Таким чином, економічна та технічна ефективність та доцільність даної модернізації – очевидна і крім того підтверджується подальшими розрахунками.

Сутність модернізації відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 полягає в удосконаленні системи очистки ножів та розробці 16-ти рамного корпусу з метою збільшення продуктивності на 25 %. Замість існуючого 12-ти рамного барабану, за рахунок зменшення відстані між пазами для ножових рам, ми встановлюємо 16-ти рамний корпус, тим самим збільшуючи продуктивність. Також за рахунок зменшення відстані між ножами, зменшується вертикальне зміщення буряку по стінкам барабану, в результаті чого ми отримуємо бурякову стружку вищої якості.

Удосконалення системи очистки дифузійних ножів полягає у зміні конструкції, забезпечується чітко напрямлений потік (це у свою чергу збільшує якість отриманої стружки). Під час експлуатації можливе регулювання кількості потоку повітря, що регулюється заслінкою встановленою поряд. Передбачається регулювання ефективності очистки, залежно від умов експлуатації та потреб очистки. Конструктивно, це заміна отворів на щілину, яка не збільшує загальну площу проходу повітря відносно отворів, але продуктивніша, бо чітко направлена на леза, при незмінному опорі.

Заслінка дає змогу якісної очистки ножів, закриваючи собою щілину для зростання швидкості потоку.



### **Відцентрова бурякорізка типу T2M-СЦБ:**

1 — завантажувальний бункер; 2 — корпус; 3 — трилопатева уліта; 4 — масельнички; 5 — опори; 6 — конічний редуктор; 7 — корпус редуктора; 8, 11 — вали; 9, 14 — конічні шестерні; 10, 15, 16, 18, 19 — підшипники; 12 — нижній кожух; 13, 17 — трубки; 20 — верхній кожух; 21 — ножові рами; 22 — лебідка; 23 — редуктор; 24 — електродвигун; 25 — шибер; 26 — ремонтні накладки.

При роботі в бурякорізці відбувається процес тертя підсилений абразивом який потрапляє з буряком та водою. Враховуючи ці фактори потрібно

обирати такі конструктивні матеріали, які зможуть працювати в агресивному середовищі.

Для виготовлення нового барабана ми вибираємо чавун марки СЧ ДСТУ 8833:2019, такий самий матеріал з якого було зроблено не модернізований барабан.

Для того щоб барабан довше працював на внутрішню його сторону встановлюють накладки. Для їх виготовлення обираємо Сталь 65Г ДСТУ 8429:2015.

Також при заміні барабана ми замінюємо на нові бандаж верхній та нижній, їх ми виготовляємо із Сталь 45 Л2 ДСТУ 2651:2005.

Для виготовлення напівкільця ми вибираємо Сталь 45 ДСТУ 4738:2007.

Для виготовлення кришки підшипника згідно з її конструктивними особливостями та особливостями її виготовлення, в якості вихідного матеріалу використовуємо Сталь 45-а (ДСТУ 4738–2004).

Сталь 45 забезпечує високі міцнісні і пластичні властивості, в порівнянні з чавунами, зумовлює вищу стабільність структури (у тому числі і зварних з'єднань). Крім того, відсутність сильного деформаційного зміцнення при механічній обробці, властивого сталям, дозволяє порівняно легко проводити їх обробку різанням і шліфовку навіть без застосування твёрдосплавного і швидкорізального інструменту, добре зварюється всіма способами.

Сталь 45 відповідає державним санітарно-епідеміологічним правилам і нормативам і є однією з найперспективніших у виробництві устаткування для різних галузей харчової і переробної промисловості. Отже, для виготовлення нових деталей використовуємо саме прокатну Сталь 45-а (ДСТУ 4738:2004).

## 5. ПІДБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Основна частина деталей ємностей та теплової апаратури обладнання харчового виробництва зазнають впливу значних навантажень. Тому, матеріали, які використовуються для виготовлення обладнання, повинні бути міцними. Також з буряком в барабан бурякорізки потрапляє вода. Враховуючи всі ці фактори потрібно обирати такі конструктивні матеріали, які зможуть працювати в агресивному середовищі.

Для виготовлення нового барабана ми вибираємо чавун марки СЧ ДСТУ 8833:2019, такий самий матеріал з якого було зроблено не модернізований барабан.

Для того щоб барабан довше працював на внутрішню його сторону встановлюють накладки. Для їх виготовлення обираємо Сталь 65Г ДСТУ 8429:2015.

Також при заміні барабана ми замінюємо на нові бандаж верхній та нижній, їх ми виготовляємо із Сталь 45 Л2 ДСТУ 2651:2005.

Для виготовлення напівкільця ми вибираємо Сталь 45 ДСТУ 4738:2007.

Для виготовлення кришки підшипника згідно з її конструктивними особливостями та особливостями її виготовлення, в якості вихідного матеріалу використовуємо Сталь 45-а (ДСТУ 4738–2004).

Від правильного вибору конструкційних матеріалів деталей буде залежати висока якість харчових продуктів та термін експлуатації самого обладнання.

З'єднувальні елементи (болти, гайки, шайби) – із сталі 35 (ДСТУ 7809:2015)

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Паномаренко В.В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Яковець Є.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Підбір конструкційних матеріалів</b>	<b>200291.KP.09.005</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>

## 6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### Технологічний розрахунок

В процесі створення та експлуатації бурякорізок виконують проектні та перевірочні розрахунки їх продуктивності, витрат енергії, ведуть вибір раціональних режимів роботи з метою одержання якісної бурякової стружки.

Продуктивність бурякорізок визначається кількістю зрізаних нею буряків за певний проміжок часу при дотриманні заданої якості бурякової стружки, яка залежить від загальної довжини ріжучих лез ножів, які беруть участь у роботі, швидкості різання, товщини стружки, об'ємної маси буряків в умовах їх знаходження в корпусі бурякорізки та характерних для даного типу бурякорізки значень конструктивного та експлуатаційного коефіцієнтів.

Визначаємо продуктивності бурякорізки:

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * L * h * v * \rho * K_k * K_e}{1000} \text{ Т/добу}, \quad (1)$$

де  $L$  - загальна довжина ріжучих країв ножів, м;

$h$  - товщина стружки, м;

$v$  - швидкість різання, м/с;

$\rho$  - маса стружки в одиниці об'єму, кг/ м<sup>3</sup>;

$K_k$  - конструктивний коефіцієнт;

$K_e$  - експлуатаційний коефіцієнт

Визначаємо загальну довжину ріжучих ножів:

$$L = m * L_1 = 32 * 0.165 = 6.6 \text{ м} \quad (2)$$

де  $m = 16 * 2 = 32 \text{ м}$  - кількість ножів;

$L_1 = 0,165 \text{ м}$  - ширина ножової рами.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Паномаренко В.В.	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Яковець Є.О.	Назва, додаткова назва <b>Розрахункова частина</b>	200291.KP.09.006			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/10

Таблиця Продуктивність бурякорізки (т/добу), в залежності від швидкості різання та товщини стружки

Швидкість різання, м/с	5	6	7	8	4
Товщина стружки, м					
0,02	270	330	380	440	220
0,03	410	490	580	660	330
0,04	550	660	770	880	440

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * L * h * v * \rho * K_k * K_e}{1000} =$$

$$= \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.002 * 5 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 2700m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.002 * 6 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 3300m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.002 * 7 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 3800m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.002 * 8 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 4400m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.002 * 4 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 2200m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.003 * 5 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 4100m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.003 * 6 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 4900m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.003 * 7 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 5800m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.003 * 8 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 6600m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.003 * 4 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 3300m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.004 * 5 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 5500m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.004 * 6 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 6600m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.004 * 7 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 7700m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.004 * 8 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 8800m / \text{добу};$$

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.004 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 4400m / \text{добу}.$$

### Розрахунок базових розмірів бурякорізки

Прийнявши орієнтовну ширину рам  $a = 0,155$  мм і ширину проміжків між ними  $b = 0,05$  мм, знаходимо необхідну довжину кола для розміщення всіх рам:

$$L_2 = (0.155 + 0.05) * 20 = 4.1m; \quad (1)$$

Звідси внутрішній діаметр барабана:

$$D = \frac{L_2}{\pi} = \frac{4.1}{3.14} = 1.3m. \quad (2)$$

З урахуванням зазорів приймаємо внутрішній діаметр барабана  $D = 1.4$  м.

Висоту барабана  $H$  з 16 пазами для встановлення ножових рам і заглушок визначають, враховуючи особливості конструкції ножових рам і заглушок та способи регулювання їх положення і фіксації.

Габаритна довжина ножових рам  $N = 392$  мм, потрібні заглушки такої ж довжини  $N$  та припуск на зміну їх положення  $C = 10$  мм.

Тобто:

$$H = 2N + C = 2 * 392 + 10 = 794 \text{ мм}. \quad (3)$$

Розміри і форма решти головних елементів, (кожуха, отворів для підводу буряків у різку і виходу стружки, конструкції пристроїв для

механізованої заміни рам) вибираються із конструктивних міркувань з урахуванням вимог легкої доступності, простоти ремонту та обслуговування, надійної і тривалої експлуатації.

### Розрахунок потужності приводу бурякорізки

Конструкція приводу повинна забезпечувати зміну швидкості різання.

При завитку, розміщеному в барабані діаметром 1,4 м, і бажаній зміні швидкості в межах 4-8 м/с:

$$n_{\min} = \frac{60 * v}{\pi * D} \quad (1)$$

Де:  $v$  - швидкість різання буряку, м/с;

$D$  - діаметр барабану;

$n$  – частота обертання.

$$n_{\min} = \frac{60 * v}{\pi * D} = \frac{60 * 4}{3.14 * 1.4} = 54 \text{ об/хв}$$

$$n_{\max} = \frac{60 * 8}{3.14 * 1.4} = 109 \text{ об/хв}$$

Конструктивний коефіцієнт для бурякорізки відцентрового типу, що має трьохлопатевий завиток з трьома контрножами (кожен з максимальною товщиною кінцевої частини  $\delta = 40$  мм:

$$K_k \frac{\pi D - \sum \delta}{\pi D} = \frac{3.14 * 1.4 - 3 * 0.04}{3.14 * 1.4} = 0.98 \quad (2)$$

Визначимо необхідну потужність приводу.

Потужність необхідна для розгону буряків потужність:

$$N_1 = \frac{(G + Q)v^2}{2g * 102} \quad (3)$$

$$N_1 = \frac{(G + Q)v^2}{2g * 102} = \frac{(770 + 400)6^2}{2 * 9.81 * 102} = \frac{42120}{2001.24} = 21 \text{ кВт}$$

При рухомому об'ємі буряків над завитком  $V = 1,4 \text{ м}^3$ ; об'ємній їх масі  $550 \text{ кг/м}^3$  маса рухомих буряків  $G = V \rho = 1,4 * 550 = 770 \text{ кг}$ .

Маса рухомих складових завитка  $Q = 400$  кг. Середня швидкість різання  $v = 6$  м/с.

Потужність приводу в кВт для виконання процесу різання при середній швидкості  $v = 6$  м/с:

$$N_2 = 1.91 * f * L_1 * m * \eta * v * K_k \quad (4)$$

Де:  $f$  – питоме зусилля різання;

$L_1$  – довжина ножа;

$M$  – кількість ножових рам;

$v$  – швидкість різання;

$K_k$  – конструктивний коефіцієнт.

$$N_2 = 1.91 * f * L_1 * m * \eta * v * K_k = 1.91 * 1.45 * 0.165 * 1.4 * 20 * 0.55 * 6 * 0.98 = 41 \text{ кВт}.$$

Потужність в кВт на подолання сил тертя буряків по корпусу та рамах:

$$N_3 = 9.2 * 10^{-3} * \frac{1}{g} * \rho * v^3 * R * L_1 * K_k \quad (5)$$

$$N_3 = 9.2 * 10^{-3} * \frac{1}{g} * \rho * v^3 * R * L_1 * K_k = 9.2 * 10^{-3} * 0.1 * 550 * 6^3 * 0.165 * 0.98 = 1.7 \text{ кВт}.$$

Потужність для подолання сил тертя між рухомими та нерухомими шарами буряків:

$$N_4 = 8 \text{ кВт}.$$

Загальна потужність приводу без врахування сил тертя в механізмах приводу:

$$N = 21 + 41 + 2 + 8 = 72 \text{ кВт}.$$

З урахуванням 3.. 3,2 % приросту одержаної потужності на подолання сил від механічного тертя загальна потужність приводу становить:

$$N = 72 * 1.03 = 74 \text{ кВт}.$$

Вибираємо потужність приводу бурякорізки 75кВт.

5.4. Розрахунок такелажного оснащення на міцність

Для виконання такелажних робіт потрібні стропи. Стропи – це відрізки канатів або ланцюгів, з'єднаних в кільце, або такі, що мають на кінцях вантажозахватні пристрої. Використовують стропи канатні (СК), ланцюгові (СЦ) та універсальні канатні (УСК). По кількості гілок стропи ділять на одно-, дво-, трьох-, чотирьохланкові та універсальні.

Стропи для вантажу розраховують :

$$S = \frac{Q}{n \cdot \cos \alpha}$$

де  $S$  – натяг кожної гілки, кН ;

$Q$  – 122 кН – вага вантажу ;

$n$  – 1 шт – кількість гілок в стропі

$\alpha$  - кут нахилу гілки стропа до вертикалі ;  $\alpha = 45^\circ$

$$S = \frac{122}{1 \cdot \cos 45^\circ} = \frac{122}{0.707} = 172.56 \text{ кН}$$

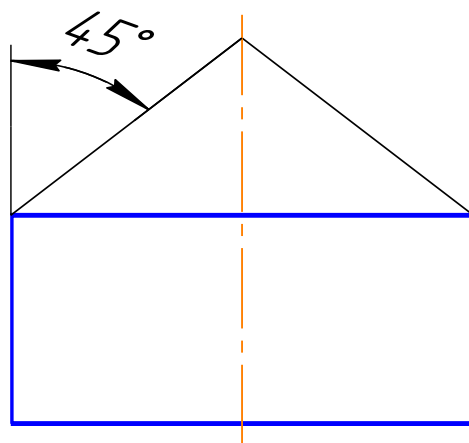
Визначивши зусилля, яке виникає в гілці стропа, підбирають канат для стропа. Довжина стропа повинна бути такою, щоб при підйомі строп з вертикаллю утворював кут не більше  $45^\circ$ .

При монтажних та такелажних роботах застосовують канати з границею міцності на розтяг 1400 ....1800 МПа . Однією з основних характеристик канату є розривне зусилля – це те зусилля при якому канат розривається .

Канат вибирають з урахуванням коефіцієнта запасу міцності, який встановлений Держнаглядом України .

Величина коефіцієнта запасу міцності дорівнює  $k=6$ :

Канат розраховується на розтяг по формулі



$$S = \frac{R}{K}$$

де  $S$  – найбільше допустиме зусилля в канаті, кН ,  $S = 172.56$ кН ;

$R$  - Розривне зусилля канату; Н ;

$K = 6$  – коефіцієнт запасу міцності.

Розривне зусилля в канаті розраховується виходячи з формули

$$R = S \cdot K$$

$$R = 172.56 \cdot 6 = 1035.36 \text{ кН}$$

Виходячи з цих розрахунків підбираємо канат УСК – 1,25/6000 діаметром 13,5 мм , розривним зусиллям 80,7 кН, вагою 4.55 кг і довжиною заготовки 7,43 м

### Розрахунок опорних лап

Розрахунок ребер лап є умовним, оскільки ці елементи знаходяться в складному напруженому стані. Розрахунок полягає в тому, що умовні напруження порівнюють з умовними допустимими напруженнями.

Ребро опорної лапи, що має форму трикутника ABC умовно замінюють стержнем прямокутного перерізу ABDE. Стержень розраховують на повздовжній згин вважаючи що його кінці шарнірно сперті

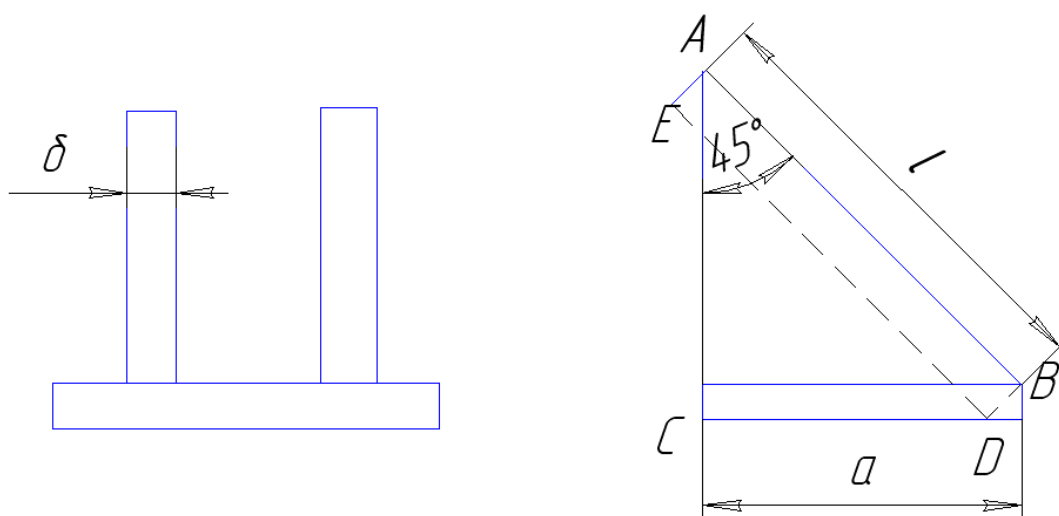


Рис. Опорні лапи

Напруження стиску в умовному стержні визначають що сила тяжіння  $G_{\max}$  діє вздовж осей стержнів

$$\bar{\sigma} = \frac{G_{\max} \cdot b}{k \cdot n \cdot \bar{\sigma} \cdot a}$$

$G_{\max}$  – вага посудини (для відкритої посудини вага  $G_{\max}=5820$  Н)

$k$  – число опор (приймаємо  $k = 4$ )

$n$  – число ребер в опорі (приймаємо  $n = 2$ )

$b$  – коефіцієнт що враховує дію неврахованих факторів ( $b = 2,24$ )

$a$  – внутрішній розмір ребра (приймаємо  $a = 0,8$  м)

$$\bar{\sigma} = \frac{2,24 \cdot G_{\max}}{\varphi \cdot k \cdot n \cdot \sigma \cdot a}$$

$\varphi$  – коефіцієнт зменшення допустимих напружень при повздовжньому згині (приймаємо  $\varphi = 0,5$ )

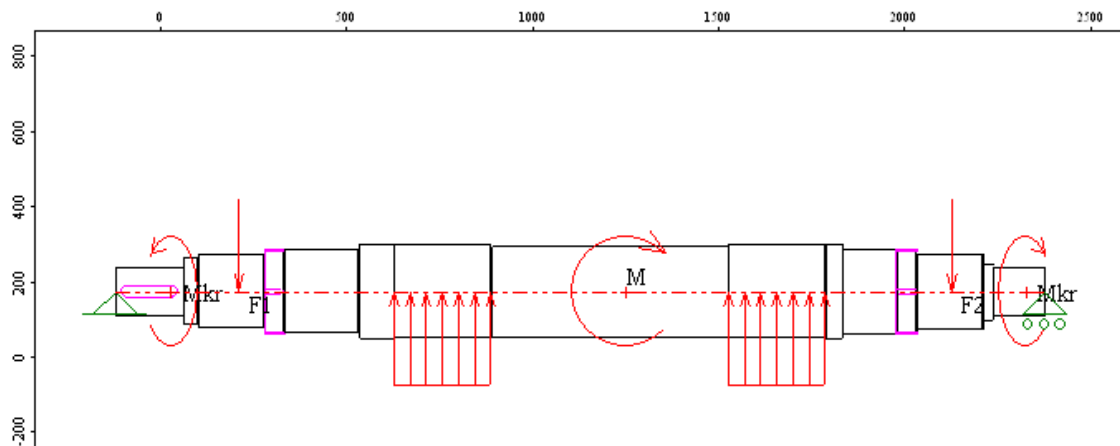
$\sigma$  – допустимі напруження стиску для матеріалу ребер (для ребер із сталі  $3 \sigma = 210$  МПа)

$$\delta = \frac{2,24 \cdot 5820}{0,5 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 210 \cdot 0,8} = 19,4$$

Приймаємо  $\delta = 20$  мм

### Розрахунок валу

Проведемо розрахунок валу водокільцевого насосу, як такого що є важливим та навантаженим зусиллями, що виникають від обертання лопаток газового насоса.



Рисунок

Таблиця Навантаження на вал

## Радіальні сили

N	Відстань від лівого кінця валу, мм	Модуль, Н	Кут, град
0	210.00	250.00	180.00
1	2127.00	250.00	180.00

## Моменти згину

N	Відстань від лівого кінця валу, мм	Модуль, Н.м	Кут, град
0	1252.00	115.00	0.00

## Моменти кручення

N	Відстань від лівого кінця валу, мм	Значення, Нхм
0	27.00	150.00
1	2327.00	-150.00

## Розподілені навантаження

N	Ліва межа, мм	Права межа, мм	Питома сила на лівій межі, Н/мм	Питома сила на правій межі, Н/мм
0 В	750.00	1010.00	100.00	100.00
1 В	1650.00	1910.00	100.00	100.00

## Реакції в опорах

N	Відстань від лівого кінця валу, мм	Реакція верт., Н	Реакція гориз., Н	Реакція осьова, Н	Модуль, Н	Кут, град
0	0.00	-23303.10	0.00	0.00	23303.10	-90.00
1	2500.00	-26216.90	0.00	0.00	26216.90	-90.00

## Таблиця Власні частоти коливання

## Поперечні коливання

N	Частота, рад/с
0	476.938
1	1769.838
2	3804.260
3	6795.939
4	10577.525

## Обертальні коливання

N	Частота, рад/с
0	5204.913
1	10380.405
2	13805.087

## 7. ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ОКРЕМОЇ ДЕТАЛІ

### Службове призначення деталі

У даному дипломному проєкті розробляється модернізація відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12. Бурякорізка приводиться в дію за допомогою електродвигуна, редуктор регулює частоту обертів. Для нормальної роботи редуктора його підшипники потрібно зберігати в чистоті. Щоб до них не потрапляли пил та бруд, а також не витікало мастило використовують спеціальні кришки для підшипників. Основною вимогою до яких є те, що вони повинні бути щільно закритими.

### Вибір заготовки

Згідно з конструктивними особливостями кришки підшипника та особливостями її виготовлення, в якості вихідного матеріалу використовуємо Сталь 45-а (ГОСТ 1050–74). Заготовку беремо з прокату.

Ескіз зображений у графічній частині диплому

(Лист 4. Технологічна карта виготовлення кришки підшипників).

Заготовку  $\varnothing 172\text{мм}$ , та  $L=25\text{мм}$  відрізаємо на відрізнаму верстаті дисковою фрезою  $\varnothing 350$ , Р6М5. (Лист 4)

### Розробка плану операцій та опис технологічного процесу виготовлення приводного вала шлюзового затвору

Основою для проектування технологічних процесів (ТП) механічної обробки деталей і їх складання у вузли та вироби є виробнича програма, робочі креслення виробів і деталей та технічні умови на їх виготовлення. Технологічний процес, який розробляється, повинен забезпечувати: підвищення продуктивності праці і якості виробу; скорочення матеріальних витрат; зменшення шкідливого техногенного впливу на навколишнє середовище; реалізацію значень базових показників технологічності конструкції даного виробу.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Панамаєнко В.В.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Яковець Є.О.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Опис технології</i> <i>виготовлення окремої</i> <i>деталі</i>	<b>200291.KP.09.007</b>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/24</b>	

Проектування починається з аналізу вихідних даних для розробки ТП. Необхідно за наявними відомостями про програму випуску і з використанням конструкторської документації на виріб ознайомитися з його призначенням і конструкцією, з вимогами до його виготовлення й експлуатації.

За класифікатором заготовок, методикою розрахунку і техніко-економічною оцінкою заготовок, стандартами і технічними умовами на заготовку та матеріал вибирають вихідну заготовку і методи її виготовлення, дають техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.

Потім вибирають технологічні бази, виконують оцінку точності і надійності базування в залежності від виду технологічного процесу (використовують класифікатори способів базування та існуючі методи вибору технологічних баз).

За документацією типового, групового чи одиничного ТП складають технологічний маршрут обробки, визначають послідовність технологічних операцій, номенклатуру обладнання і склад технологічного оснащення. Важливим етапом є розробка технологічних операцій і розрахунок режимів обробки. На підставі документації типових групових чи одиничних технологічних операцій і класифікатора операцій складають послідовність переходів, вибирають засоби технологічного оснащення (ЗТО), у тому числі засоби контролю і випробувань з урахуванням метрологічного забезпечення. Для цього використовують стандарти, каталоги, альбоми і картотеки на ЗТО.

На заключному етапі розробки ТП на підставі стандартів ЕСТД оформляється документація і забезпечується нормоконтроль технологічної документації.

### **Розрахунок припусків.**

Мінімальний припуск на оброблення поверхні розраховується за формулою (12.2.1):

$$2Zi_{\min} = 2(R_{zi-1} + R_{i-1} + \sqrt{T_{np-1}^2 + E_{yi-1}^2}); \quad (1)$$

Де:  $R_{zi-1}$ ,  $R_{i-1}$ ,  $T_{np-1}$  - відповідно висоти мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення допуску просторових відхилень оброблюваної поверхні на попередньому ступені її обробки;

$E_{yi-1}$  - похибка установки заготовки на даному ступені оброблення.

Максимальний припуск на оброблення визначається за формулою (12.2.2):

$$2Zi_{\min} = 2Zi_{\max} + T_{i-1} - T_i \quad (2)$$

Де:  $T_{i-1}$  - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення;

$T_i$  - допуски розміру поверхні на даному ступені оброблення.

Номінальний припуск на оброблення поверхонь розраховуємо за формулою (12.2.2):

$$2Zi_{\text{ном}} = \frac{2Zi_{\min} + 2Zi_{\max}}{2} \quad (3)$$

Розраховуємо загальний припуск для  $\varnothing 170 \text{ h}7$ :

1. Припуски на чистове точіння:

$$2Z_{2\min} = 2(R_{zi-1} + R_{i-1} + \sqrt{T_{np-1}^2 + E_{yi-1}^2}) = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 0^2}) = 400 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_{i-1} - T_i = 400 + 395 - 170 = 625 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\text{тцв}} = \frac{2Z_{2\min} + 2Z_{2\max}}{2} = \frac{400 + 625}{2} = 513 \text{ мкм};$$

Припуски на чорнове точіння:

$$2Z_{1\min} = 2(R_{z0} + R_0 + \sqrt{T_{np0}^2 + E_{y1}^2}) = 2(160 + 200 + \sqrt{1200^2 + 100^2}) = 3128.32 = 3129 \text{ мкм}$$

Загальний припуск:

$$2Z_{\text{сум}} = \sum 2Z_{\text{ном}} = 513 + 3129 = 3642 \text{ мкм};$$

Приймаємо  $2Z_{\text{сум}} = 4 \text{ мм}$ .

### Технологічний маршрут виготовлення кришки підшипника

Таблиця Технологічний маршрут виготовлення кришки підшипника

№ операції переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент для обробки
10	Заготівельна. Установити, закріпити, зняти (УЗЗ)	Прокат $\varnothing 172$ , сталь 45-а ГОСТ 1050-74, відрізний верстат.
10.1	Відрізати заготовку $L=25$ мм	Дискова фреза $\varnothing 350$ , Р6М5, ШЦ-1
20	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-х кулачковий патрон.
20.1	Торцювати поверхню 1 в розмір 24 мм, $\varnothing 172$ мм, $t=2$ .	Різець прямий прохідний відігнутий правий 1, $\varphi = 45^\circ$ , Т15К6, ШЦ1.
20.2	Точити поверхню 2 до $\varnothing 125$ мм, $l = 7$ мм, $t = 2$	Різець прохідний упорний правий 2, Т15К6, ШЦ 1.
20.3	Точити поверхню 3 до $\varnothing 115$ мм, $l = 6$ мм, $t = 2$	Різець прохідний упорний правий 3, Т15К6, ШЦ 1.

Продовження таблиці Технологічний маршрут виготовлення кришки підшипника.

№ операції переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент для обробки

20.4	Точити поверхню 4 до $\varnothing 95\text{мм}$ , $l = 14\text{мм}$ , $t = 2$	Різець прохідний упорний правий 4, Т15К6, ШЦ 1.
20.5	Точити поверхню 5 до $\varnothing 67\text{мм}$ , $l = 3\text{мм}$ , $t = 2$	Різець прохідний упорний правий 5, Т15К6, ШЦ 1.
20.6	Зняти фаску 6	Різець прямий прохідний відігнутий правий, $\varphi = 45^{\circ}$ , Т15К16, ШЦ1.
30	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-х кулачковий патрон.
30.1	Торцювати поверхню 7 в розмір 23 мм, $t=2$ .	Різець прямий прохідний відігнутий правий 7, $\varphi = 45^{\circ}$ , Т15К6,ШЦ1.
30.2	Точити поверхню 8 до $\varnothing 125\text{мм}$ , $l = 4$ , $t = 2$ мм.	Різець прохідний упорний правий 8, Т15К6, ШЦ 1.
30.3	Точити поверхню 9 до $\varnothing 170\text{мм}$ , $l = 4\text{мм}$ , $t = 2$ мм.	Різець прохідний упорний правий 9, Т15К6, ШЦ 1.
30.4	Зняти фаску $4 \times 45^{\circ}$	Різець прямий прохідний відігнутий правий 10, $\varphi = 45^{\circ}$ , Т15К6,ШЦ1.
40	Свердлильна УЗЗ	Вертикально-свердлильний верстат 2Н118
40.1	Свердлити 4 отвори під $\varnothing 10$ , $l = 14\text{мм}$ .	Свердло $\varnothing 10$ , Р6М5

### Перехід 20.1 Торцювати поверхню 1( $L=24$ мм ).

Для торцювання поверхні 1 використовуємо токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-х кулачковий патрон. Різець прямий прохідний відігнутий правий 1,  $\varphi=45^{\circ}$ , Т5К10, ШЦ1.

Торцюємо поверхню 1 в розмір 24мм,  $\varnothing 172\text{мм}$ .

Приймаємо глибину різання  $t=2$  мм.

Подача табл. №17  $S=0,8\dots 1,3$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=1,1$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{262}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1,1^{0,4}} = 102,3 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 102,3}{3,14 \cdot 172} = 189,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо більшу ближчу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B=160$  об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 172 \cdot 160}{1000} = 86,41 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 24 + 2 + 2 = 28 \text{ мм}$$

$l_{DET}$  - довжина деталі  $l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм  $l_2$  - врізання інструменту  $l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{28}{160 \cdot 1,1} = 0,16 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$  хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленим різцем по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

### Перехід 20.2 (точити поверхню 2)

Точити поверхню 2 до  $\phi 125$  начорно,  $l = 7$  мм.

Глибина різання при цьому  $t=2$ мм.

Обираємо різець прохідний упорний правий Т15К6 та вимірювальний пристрій ШЦ1.

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x25 мм при обробленні сталейних деталей діаметром

до 400 мм з глибиною різання до 5 мм  $S = 0,8 - 1,0$  мм/об (табл. 17).

Приймаємо  $S = 0,8$  мм/об.

З табл. 20 вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}} = \frac{262}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}}$$

де  $T$  — стійкість різця. Приймаємо  $T = 90$  хв.

Тоді

$$V = \frac{262}{90^{0.2} 2^{0.15} 0.8^{0.4}} = 108,26 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата:

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 * 108,26}{\pi * 172} = 200,45 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпинделя верстата 16K20 вибираємо ближче менше значення —  $n_B = 200$  об/хв.

(ряд: ...100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 730, 800, 1000, 1250, 1600 об/хв )

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

$$V = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{\pi * 172 * 200}{1000} = 108,01 \text{ м/хв}$$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{01} = \frac{L}{n_B S}$$

де  $L$  — розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l = 18$  мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі;  $l_1 = 2$  мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею;  $l_2$  — величина врізання інструменту;  $l_3$  — величина перебігу різця.

Для упорного різця з основним кутом у плані  $\varphi = 45^\circ$ ,  $l_2 + l_3 = 5$  мм  
Отже,

$$L = 7 + 2 + 5 = 14 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{14}{200 * 0,8} = 0,08 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

де  $t_1 = 0,09$  хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26);  $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$  хв — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі (табл. 26);  $t_3$  — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то  $t_3 = 0$ . Тоді

$$t_{д1} = 0,08 + 0,1 = 0,18 \text{ хв.}$$

Сили різання :

$$P_{z1} = C_p * t * S^{0.75} = 200 * 2 * 0.8^{0.75} = 336$$

$C_p = 200$  кг/мм<sup>2</sup>- сталь

$t = 2$  мм - глибина різання

$S = 0.8$  мм – подача

$$N_{e1} = \frac{P_z * V_d}{60 * 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{потужність}$$

двигуна верстата 16K20

$$N_{e1} = \frac{336 * 108.01}{60 * 102} = 5.92 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

Перехід 20.3 ( точити поверхню 3 )

Точити поверхню 2 до  $\phi 115$  начорно,  $l = 6$  мм.

Глибина різання при цьому  $t=2$ мм.

Обираємо різець прохідний упорний правий Т15К6 та вимірювальний пристрій ШЦ1.

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x25 мм при обробленні сталених деталей діаметром

до 400 мм з глибиною різання до 5 мм  $S = 0,8 - 1,0$  мм/об (табл. 17).

Приймаємо  $S = 0,8$  мм/об.

З табл. 20 вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}} = \frac{262}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}}$$

де  $T$  — стійкість різця. Приймаємо  $T = 90$  хв.

$$\text{Тоді} \quad V = \frac{262}{90^{0.2} 2^{0.15} 0.8^{0.4}} = 108,26 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата:

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 * 108,26}{\pi * 125} = 275,82 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата 16К20 вибираємо ближче менше значення —  $n_B = 250$  об/хв.

(ряд: ...100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 730, 800, 1000, 1250, 1600 об/хв )

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{\pi * 125 * 250}{1000} = 98,12 \text{ м/хв}$$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{01} = \frac{L}{n_B S}$$

де  $L$  — розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l = 6$  мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі;  $l_1 = 2$  мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею;  $l_2$  — величина врізання інструменту;  $l_3$  — величина перебігу різця.

Для упорного різця з основним кутом у плані  $\varphi = 45^\circ$ ,  $l_2 + l_3 = 5$  мм  
Отже,

$$L = 6 + 2 + 5 = 13 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{13}{250 * 0,8} = 0,06 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{d1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

де  $t_1 = 0,09$  хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26);  $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$  хв — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі (табл. 26);  $t_3$  — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то  $t_3 = 0$ . Тоді

$$t_{d1} = 0,06 + 0,1 = 0,16 \text{ хв.}$$

Сили різання :

$$Pz_1 = C_p * t * S^{0.75} = 200 * 2 * 0.8^{0.75} = 336$$

$C_p = 200$  кг/мм<sup>2</sup>- сталь

$t = 2$  мм - глибина різання

$S = 0.8$  мм – подача

$$N_{e1} = \frac{P_z * V_d}{60 * 10^2} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт}$$

– потужність двигуна верстата 16K20

$$N_{e1} = \frac{336 * 98,12}{60 * 10^2} = 5,38 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

*Перехід 20.4 (точити поверхню 4)*

*Точити поверхню 4 до  $\phi$  95 начисто,  $l = 14$  мм.*

*Глибина різання при цьому  $t=2$  мм.*

*Обираємо різець прохідний упорний правий Т15К6 та вимірювальний пристрій ШЦ1.*

*Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x25 мм при обробленні сталених деталей діаметром*

*до 400 мм з глибиною різання до 5 мм  $S = 0,8 - 1,0$  мм/об (табл. 17).*

*Приймаємо  $S = 0,8$  мм/об.*

*З табл. 20 вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:*

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}} = \frac{262}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}}$$

де  $T$  — стійкість різця. Приймаємо  $T = 90$  хв.

$$\text{Тоді} \quad V = \frac{262}{90^{0.2} 2^{0.15} 0,8^{0.4}} = 108,26 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата:

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 * 108,26}{\pi * 115} = 299,8 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата 16K20 вибираємо ближче менше зна-

чення —  $n_B = 250$  об/хв.

(ряд: ...100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 730, 800, 1000, 1250, 1600 об/хв )

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{\pi * 115 * 250}{1000} = 90.27 \text{ м/хв}$$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{01} = \frac{L}{n_B S}$$

де  $L$  — розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l = 14$  мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі;  $l_1 = 2$  мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею;  $l_2$  — величина врізання інструменту;  $l_3$  — величина перебігу різця.

Для упорного різця з основним кутом у плані  $\varphi = 45^\circ$ ,  $l_2 + l_3 = 5$  мм  
Отже,

$$L = 14 + 2 + 5 = 21 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{21}{250 * 0,8} = 0,1 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{d1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

де  $t_1 = 0,09$  хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленим різцем по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26);  $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$  хв — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі (табл. 26);

$t_3$  — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки

потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то  $t_3 = 0$ .

Тоді

$$t_{д1} = 0,105 + 0,1 = 0,2 \text{ хв.}$$

Сили різання :

$$P_{z1} = C_p * t * S^{0.75} = 200 * 2 * 0.8^{0.75} = 336$$

$C_p = 200 \text{ кг/мм}^2$  - сталь

$t = 2 \text{ мм}$  - глибина різання

$S = 0.8 \text{ мм}$  – подача

$$N_{e1} = \frac{P_z * V_d}{60 * 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{потужність}$$

двигуна верстата 16К20

$$N_{e1} = \frac{336 * 90.27}{60 * 102} = 4.95 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

*Перехід 20.5 (точити поверхню 5)*

Точити поверхню 5 до  $\phi 67$  начорно,  $l = 3 \text{ мм}$ .

Глибина різання при цьому  $t=2\text{мм}$ .

Обираємо різець прохідний упорний правий Т15К6 та вимірювальний пристрій ШЦ1.

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x25 мм при обробленні сталених деталей діаметром

до 400 мм з глибиною різання до 5 мм  $S = 0,8 - 1,0 \text{ мм/об}$  (табл. 17).

Приймаємо  $S = 0,8 \text{ мм/об}$ .

З табл. 20 вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}} = \frac{262}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}}$$

де  $T$  — стійкість різця. Приймаємо  $T = 90 \text{ хв}$ .

$$\text{Тоді} \quad V = \frac{262}{90^{0.2} 2^{0.15} 0.8^{0.4}} = 108,26 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата:

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 * 108,26}{\pi * 95} = 362,92 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата 16K20 вибираємо ближче менше значення —  $n_B = 315$  об/хв.

(ряд: ...100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 730, 800, 1000, 1250, 1600 об/хв )

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{\pi * 95 * 315}{1000} = 93,96 \text{ м/хв}$$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{01} = \frac{L}{n_B S}$$

де  $L$  — розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l = 3$  мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі;  $l_1 = 2$  мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею;  $l_2$  — величина врізання інструменту;  $l_3$  — величина перебігу різця.

Для упорного різця з основним кутом у плані  $\varphi = 45^\circ$ ,  $l_2 + l_3 = 5$  мм  
Отже,

$$L = 3 + 2 + 5 = 11 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{11}{315 * 0,8} = 0,04 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

де  $t_1 = 0,09 \text{ хв}$  — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26);  $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$  — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі (табл. 26);  $t_3$  — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то  $t_3 = 0$ . Тоді

$$t_{д1} = 0,04 + 0,1 = 0,14 \text{ хв.}$$

Сили різання :

$$Pz_1 = C_p * t * S^{0.75} = 200 * 2 * 0.8^{0.75} = 336$$

$C_p = 200 \text{ кг/мм}^2$  - сталь  
 $t = 2 \text{ мм}$  - глибина різання  
 $S = 0.8 \text{ мм}$  – подача

$$N_{e1} = \frac{Pz * V_d}{60 * 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{потужність}$$

двигуна верстата 16К20

$$N_{e1} = \frac{336 * 93.96}{60 * 102} = 5.15 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

### Перехід 20.6. Зняти фаску 6, 2×45°.

Різець прохідний правий відігнутий, Т15К6,  $\varphi=45^0$ ,  $\gamma=10^0$ ,  $\alpha=8^0$ ;  
 $V_x H_x L=16 \times 25 \times 140$ , вимірювальний пристрій ШЦ1.

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,4\dots0,5$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=0,5$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{328}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 171,9 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 171,9}{3,14 \cdot 125} = 437,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо  $n_B=400$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 400}{1000} = 157 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 2 + 2 + 1 = 5 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі  $l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм  $l_2$  - врізання інструменту  $l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{5}{400 \cdot 0,5} = 0,025 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,05 + 0,12 = 0,18 \text{ хв}$$

### Перехід 30.1. Торцювати поверхню 7, $L=23$ мм.

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,6\dots0,9$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=0,75$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{262}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,75^{0,35}} = 115,1 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 115,1}{3,14 \cdot 125} = 293,3 \text{ об/хв}$$

Приймаємо більшу ближчу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B=250$  об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 250}{1000} = 98,125 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 62.5 + 2 + 2 = 66.5 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі  $l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм  $l_2$  - врізання інструменту  $l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{66.5}{250 \cdot 0.75} = 0.355 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 = 0.1 + 0.12 = 0.22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0.1$  хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленим різцем по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

$t_2 = 0.06 + 0.06 = 0.12$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

### Перехід 30.2 (точити поверхню 8)

Точити поверхню 8 до  $\phi 125$  мм, начорно,  $l = 4$  мм.

Глибина різання при цьому  $t = 2$  мм.

Обираємо різець прохідний упорний правий Т15К6 та вимірювальний пристрій ШЦ1.

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x25 мм при обробленні сталених деталей діаметром до 400 мм з глибиною різання до 5 мм  $S = 0.8 - 1.0$  мм/об (табл. 17).

Приймаємо  $S = 0.8$  мм/об.

З табл. 20 вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}} = \frac{262}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}}$$

де  $T$  — стійкість різця. Приймаємо  $T = 90$  хв.

$$\text{Тоді} \quad V = \frac{262}{90^{0.2} 2^{0.15} 0.8^{0.4}} = 108.26 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата:

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 * 108,26}{\pi * 172} = 200,45 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата 16K20 вибираємо ближче менше значення —  $n_B = 200$  об/хв.

(ряд: ...100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 730, 800, 1000, 1250, 1600 об/хв )

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{\pi * 172 * 200}{1000} = 108,01 \text{ м/хв}$$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{01} = \frac{L}{n_B S}$$

де  $L$  — розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3 ,$$

де  $l = 4$  мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі;  $l_1 = 2$  мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею;  $l_2$  — величина врізання інструменту;  $l_3$  — величина перебігу різця.

Для упорного різця з основним кутом у плані  $\varphi = 45^\circ$ ,  $l_2 + l_3 = 5$  мм  
Отже,

$$L = 4 + 2 + 5 = 11 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{11}{200 * 0,8} = 0,06 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

де  $t_1 = 0,09$  хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26);  $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$  хв — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі (табл. 26);  $t_3$  — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то  $t_3 = 0$ . Тоді

$$t_{д1} = 0,06 + 0,1 = 0,16 \text{ хв.}$$

Сили різання :

$$P_{Z1} = C_p * t * S^{0.75} = 200 * 2 * 0.8^{0.75} = 336$$

$C_p = 200$  кг/мм<sup>2</sup>- сталь  
 $t = 2$  мм - глибина різання  
 $S = 0.8$  мм – подача

$$N_{e1} = \frac{P_z * V_d}{60 * 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{потужність}$$

двигуна верстата 16К20

$$N_{e1} = \frac{336 * 108,01}{60 * 102} = 5.92 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

*Перехід 30.3 (точити поверхню 9)*

*Точити поверхню 9 до  $\phi 170$  мм, начорно,  $l = 4$  мм.*

Глибина різання при цьому  $t=2$  мм.

Обираємо різець прохідний упорний правий Т15К6 та вимірювальний пристрій ШЦ1.

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x25 мм при обробленні сталейних деталей діаметром до 400 мм з глибиною різання до 5 мм  $S = 0,8 - 1,0$  мм/об (табл. 17).

Приймаємо  $S = 0,8$  мм/об.

З табл. 20 вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}} = \frac{262}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.4}}$$

де  $T$  — стійкість різця. Приймаємо  $T = 90$  хв.

$$\text{Тоді} \quad V = \frac{262}{90^{0.2} 2^{0.15} 0.8^{0.4}} = 108,26 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата:

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 * 108,26}{\pi * 172} = 200,45 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата 16К20 вибираємо ближче менше значення —  $n_B = 200$  об/хв.

(ряд: ...100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 730, 800, 1000, 1250, 1600 об/хв )

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{\pi * 172 * 200}{1000} = 108,01 \text{ м/хв}$$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{01} = \frac{L}{n_B S}$$

де  $L$  — розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l = 4$  мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі;  $l_1 = 2$  мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею;  $l_2$  — величина врізання інструменту;  $l_3$  — величина перебігу різця.

Для упорного різця з основним кутом у плані  $\varphi = 45^\circ$ ,  $l_2 + l_3 = 5$  мм  
Отже,

$$L = 4 + 2 + 5 = 11 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{11}{200 * 0,8} = 0,06 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

де  $t_1 = 0,09$  хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26);  $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$  хв — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі (табл. 26);  $t_3$  — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то  $t_3 = 0$ . Тоді

$$t_{д1} = 0,06 + 0,1 = 0,16 \text{ хв.}$$

Сили різання :

$$P_{z1} = C_p * t * S^{0.75} = 200 * 2 * 0.8^{0.75} = 336$$

$C_p = 200$  кг/мм<sup>2</sup>- сталь  
 $t = 2$  мм - глибина різання  
 $S = 0.8$  мм – подача

$$N_{e1} = \frac{P_z * V_d}{60 * 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{потужність}$$

двигуна верстата 16К20

$$N_{e1} = \frac{336 * 108,01}{60 * 102} = 5.92 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

### Перехід 30.4. Зняти фаску 10, 2×45°.

Різець прохідний правий відігнутий, Т15К6,  $\varphi=45^0$ ,  $\gamma=10^0$ ,  $\alpha=8^0$ ;  
 $V_{\text{HxL}}=16 \times 25 \times 140$ , вимірювальний пристрій ШЦ1.

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,4 \dots 0,5$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=0,5$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{328}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 171,9 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 171,9}{3,14 \cdot 125} = 437,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо  $n_B=400$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 400}{1000} = 157 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 2 + 2 + 1 = 5 \text{ мм}$$

$l_{\text{ДЕТ}}$  - довжина деталі  $l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм  $l_2$  - врізання інструменту  $l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{5}{400 \cdot 0,5} = 0,025 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,05 + 0,12 = 0,18 \text{ хв}$$

### Перехід 40.1 Свердлити 4 отвори 11, під $\varnothing 10$ , $L=15$ мм.

Розраховуємо глибину різання:

$$t = \frac{D_{\text{св}}}{2} = \frac{18}{2} = 9 \text{ мм}$$

Вибраємо діапазон подач:  $S=0,16 \dots 0,20$  мм/об (табл.42)

Узгодити згідно паспортних характеристик верстату 2Н115 з ряду подач, приймаємо  $S_B=0,2$  мм/об

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі (табл. 45)

$$V_c = \frac{11,1 \cdot d_{св}^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S^{0,7}} = \frac{11,1 \cdot 10^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} = 51,38 \text{ м/хв}$$

де  $T = 15$  хв. – стійкість свердла (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{св}} = \frac{1000 \cdot 51,38}{3,14 \cdot 10} = 1636 \text{ об/хв}$$

Узгоджуємо  $n_p$  з паспортними характеристиками верстату 2Н125, тому в даному випадку приймаємо  $n_B = 1600$  об/хв

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1600}{1000} = 50,24 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 14 + 3 + 5 = 22 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 3$  мм

$l_2, l_3$  - врізання і перебіг інструменту  $l_2 + l_3 = 5$  мм (табл. 48)

Основний час на перехід 50.1

$$t_0 = \frac{L_3}{S_e \cdot n_e} = \frac{22}{0,2 \cdot 1600} = 0,068 \text{ хв};$$

Допоміжний час на перехід 50.1

$$t_{д1} = 0,06 \text{ (табл. 51)}$$

Загальний технологічний час час по операції 50

$$T_o = 0,035 = 0,035 \text{ хв}$$

Додатковий час

$$T_d = t_{д1} + t_{д2} + t_{д3}$$

$$T_d = 0,06 \text{ хв}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_d,$$

$$T_{оп} = 0,035 + 0,06 = 0,043 \text{ хв}$$

Штучний час

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп},$$

$$T_{об} = 0,015 T_{оп}, T_{пп} = 0,04 T_{оп} \text{ (табл. 49)}$$

$$T_{шт} = 0,035 + 0,015 \cdot 0,315 + 0,04 \cdot 0,315 = 0,052 \text{ хв}$$

Калькуляційний час

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}$$

де  $T_{пз}$  – підготовчо-завершувальний час табл. 49:

$$T_{п.з.} = T_{п.з1} + T_{п.з2}$$

$T_{пз1}=10$ хв – час на одержання завдання, пристроїв і здачу по закінченні роботи;

$T_{пз2}=3$ хв – час на налагодження установлення деталі в пристрої без кріплення пристрою на столі.  $T_{пз}=10+3=13$ хв

Тоді калькуляційний час буде

$$T_k = 0,052 + \frac{13}{200} = 0,12 \text{ хв}$$

Норма виробітку (кількість отворів за год.)

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{0,12} = 500 \text{ отв}$$

## 8. МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ

У період ремонту, а також при монтажі бурякорізок необхідно суворо контролювати зазори між нерухомими і рухомими частинами. Рухомі частини бурякорізок повинні бути ретельно збалансовані разом з валом. При монтажі диска бурякорізки необхідно перевірити горизонтальність його встановлення. Відхилення в сторону не повинне перевищувати 0,1 мм. Зазор між торцем контрножа завитка відцентрової бурякорізки і ріжучою кромкою ножів по всій висоті повинен бути не більше 1,5 мм, а вертикальний зазор між кільцями завитка і корпусом – не більше 1,0 мм. Рамки необхідно ретельно підганяти в гніздах та пазах.

Під час роботи бурякорізки вони повинні сидіти щільно без хитань та при необхідності вільно вийматися. Робоча поверхня рам повинна створювати з внутрішньою поверхнею корпусу відцентрової бурякорізки або з робочою поверхнею диска дискової бурякорізки одну площину без виступів і впадин.

Робітники, що обслуговують бурякорізку, повинні ретельно прислуховуватися до її роботи. Попадання сторонніх предметів в бурякорізку викликає характерний звук. При появі таких звуків бурякорізку необхідно негайно зупинити.

При різанні волокнистих буряків, які забивають ріжучі леза ножів, необхідно продувати стисненим повітрям або гарячою парою. Для нагляду за кількістю буряків в бункері бурякорізки необхідно в зручному місці мати віконце з решіткою. На заводах, де тривалий час переробляють мерзлий буряк, який злипається в бункері і нерівномірно поступає в корпус бурякорізки, встановлюють царгу висотою 300...500 мм з повздовжніми металевими прутами. Через отвори в царзі знищують куски буряків, що змерзлися.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Паномаренко В.В.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Яковець Є.О.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання</b>	<b>200291.KP.09.008</b>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/7</b>	

Для нормальної роботи бурякорізки і отримання бурякової стружки хорошої якості необхідно, щоб рівень буряків в бункері бурякорізки був постійним. Ця висота складає для відцентрових бурякорізок 0,8 м над нижнім краєм робочої рами, для дискових – 1,5 м над диском, а для барабанних – 0,35 м над нижньою точкою барабана.

В процесі роботи бурякорізки необхідно наглядати за якістю бурякової стружки. Якщо вона низька то необхідно продути рамки. Якщо продувка не допомагає, то необхідно змінити ножі. Для нормальної роботи заводу необхідно мати 10...12 ножів на кожні 100 т перероблюваного буряку за добу. В обороті повинно знаходитися не менше шести комплектів ножів на одну бурякорізку.

При роботі бурякорізки зношуються бандажі завитка, що приводить до збільшення зазору до бандажа, а також збільшенню висоти розкриття завитка в результаті вироблення поверхні днища завитка. При ремонті завитка необхідно відновлювати висоту розкриття в 325 мм. Це виконується заміною верхнього і нижнього бандажа завитка, а також постановкою накладок на днищі між її лопатями (рис.). Новий верхній бандаж укріплюють так, щоб виходив плавний перехід від коміра завитка до його нижньої кромки. Нижній бандаж ставлять так, щоб до його верхньої кромки від низу верхнього бандажа було 325 мм. При цьому найчастіше кромка нижнього бандажа виступає над площиною днища завитка. Тоді виготовляються секторні накладки з листової сталі завтовшки 8—10 мм, закріплюванні на днищі завитка за допомогою 6—8 гвинтів М12 з потайною головкою. Товщина накладки так розраховується, щоб був забезпечений плавний перехід від завитка до бандажа. Різниця висот їх площин не повинна перевищувати 0,3 мм. Накладка повинна бути добре припасувала до днища завитка і до кривої поверхні переходу до маточини.

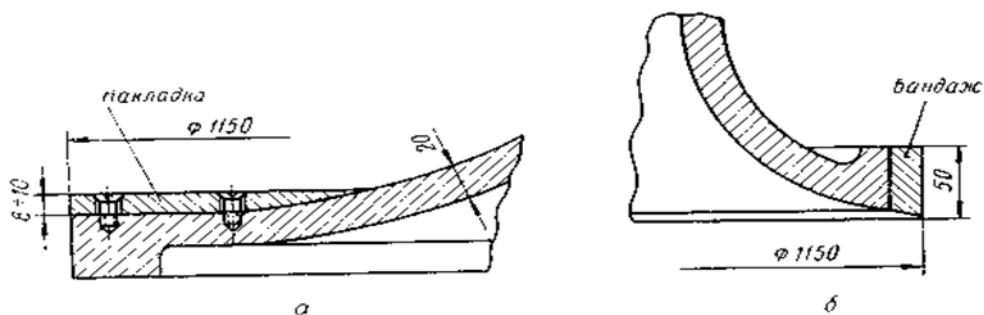


Рис. Постановка закладки і бандажа при ремонті завитка бурякорізки.

Бандажі остаточно обточують після постановки їх на місце і закріплення накладок на днищі. Биття бандажа завитка не повинне перевищувати 0,3—0,4 мм. Потрібно забезпечити оптимальний зазор між бандажами завитка і внутрішніми поверхнями барабана, рівний 1 мм. Тому проточування зовнішньої поверхні бандажів не можна проводити до закінчення розточування барабана. Потрібно заміряти, який вийшов насправді цей діаметр і потім обробляти завитка. Допуск по діаметру бандажів завитка  $\pm 0,3$  мм.

На нижньому бандажі завитка слід приварити 3—4 пластинки, зігнуті у вигляді лопатей убік, зворотну напрямку обертання. Ці лопаті видаляють мезгу з внутрішньої порожнини барабана.

При виконанні ремонту завитка обов'язкове її балансування. Статичне балансування виконується звичайними методами із закріпленням балансуєчого вантажу в нижній частині завитка, краще всього у вигляді півкільця на нижньому бандажі, що встановлюється не менше ніж на двох болтах. Після розбирання веретена з завитком найчастіше доводиться знов прошліфувувати конус веретена. Шліфувати потрібно дуже ретельно, користуючись високими номерами абразивних порошоків або алмазною пастою. Якщо початок конічної поверхні веретена входить в маточину завитка на 3—4 мм, веретено потрібно замінити новим, оскільки конус вже сильно розроблений. завитка на веретені потрібно закріплювати штифтовою шпонкою.

Після притирання веретено збирають з підшипниками і завитком і встановлюють на місце. Слід звернути увагу на збірку підшипників. Ці підшипники відносяться до дуже навантажених і при збірці не слідує по ним ударяти; підшипники надягають в нагрітому стані (нагрів в маслі до  $100^{\circ}\text{C}$ ).

Для отримання якісної стружки велику роль грає опорне кільце, прикріплене на 12 шпильках до нижньої частини барабана бурякорізки. На це кільце спираються глушки ножових рам і від його положення залежить взаємне положення ріжучих частин дифузійних ножів і нижньої площини завитка. Дифузійний ніж повинен на 4-5 мм опускатися нижче за площину завитка, тоді буряк ніколи не тертиметься про глушку або тіло барабана. Ось чому, ремонтуючи бурякорізку, потрібно забезпечити взаємне положення глушок і завитка таке, як показано на рис. 4, що досягається регулюванням положення опорного кільця по всьому колу. Це кільце повинне бути горизонтальним. При ремонті завитка звертається увага на стан контрножів. Конструкція контрножів стандартної бурякорізки СЦБ-12 така, що їх робочі площини утворюють гострий кут до відношенню до кола барабана бурякорізки. Через це на ділянці контрножа відбувається заклинювання буряка і, що не бажано, сторонніх предметів. Вдала модернізація контрножа, виконана на Верхняцькому цукровому заводі.

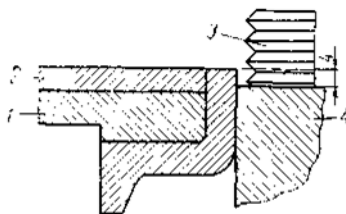


Рис. Установка глушок. 1-завиток. 2-накладка. 3-дифузійний ніж. 4-глушка.

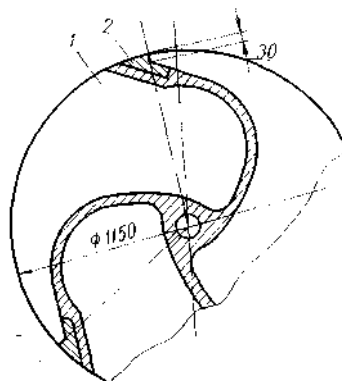


Рис. Модернізований контрніж бурякорізки. 1-завиток. 2-контрніж.

Контрніж нової конструкції закінчується не гостро, а має площину шириною 30 мм, виконану так, що при постановці контрножа на місце вона розташовується по напрямку радіусу завитка, тобто утворює з дотичною прямий кут. При таких контрножах заклинювання буряка і сторонніх домішок припинилося, зменшився знос дифузійних ножів. Конструкція контрножа показана на рис. Контрніж збирається на завитку так, щоб між ним і внутрішньою поверхнею барабана був зазор 5—6 мм.

На ножових рамах в першу чергу спрацьовуються контрольні і притискні планки, об які третється буряк. Тому практично після 5000 годин роботи ці деталі необхідно робити новими. У прижимних планок часто вириваються кріпильні гвинти. Тому при виготовленні нових планок потрібно розмітити отвори під гвинти, просвердлити і роззенкерувати їх під потайну головку, виготовити гвинти і приварити до планки, виставивши планки і гвинти в спеціальному шаблоні, щоб додати гвинтам необхідне положення. Тільки після цього слідує остаточно обробляти притискні планки. Притискна планка в поперечному перетині повинна обов'язково мати вид клину, що зводить нанівець, щоб не створювати опір буряку, що виходить з жолобків дифузійних ножів. Контрольна планка кріпиться на виступі корпусу ножової рамки і може регулюватися переміщенням клину по висоті установки.

Бічні площини корпусу ножової рамки з часом зношуються, рамка стає вже і тонше. Слід перевірити обидва розміри по периметру рамки не менше, чим в трьох точках по висоті. При виявленні зносу більш ніж на 1—1,2 мм потрібно площину наплавити, прострогати і обпиляти за шаблоном. Слід добитися, щоб всі рамки були за одним шаблоном, тобто взаємно замінюваними. Контрольна і притискна планки з набраними ножами в рамці після її установки у вікно не повинні виступати над внутрішньою поверхнею барабана; їх потрібно проточити, набравши в бурякорізку.

### **Ремонтна документація**

При надходженні агрегату на склад із заводу виробника, з агрегатом поступає і технічна документація на обслуговування обладнання.

Документація поділяється на два види:

- а) та, що поступає із заводу виготовника;
- б) та, що оформлюється на місці експлуатації;

Документація із заводу виготовника:

Технічний паспорт машини – у ньому вказується назва і марка, заводський номер, дата випуску, найменування заводу виготовника та його адреса, технічна характеристика, комплектність поставки, документація, гарантійні обов'язки, дані про приймання обладнання.

Інструкція по експлуатації – в ній проводиться технічний опис та вказівка по монтажу, експлуатації та технічному обслуговуванню; в інструкції вказуються технічні дані, будова та принцип роботи машини, додаються схеми, креслення, малюнки.

Ремонтна документація, яка розробляється на місці експлуатації:

особиста картка („справа машини”) – є доповненням до паспорта та інструкції по експлуатації. Її складає головний механік після приймання обладнання в експлуатацію. В карточку вносяться основні параметри машини, основні дані про електродвигун, ланцюги, паси, систему змащування, підшипники, а також відмічається переміщення обладнання.

Після закінчення виробничого сезону заводська комісія під керівництвом головного механіка, чи начальника ТЕЦ з участю бригадира чи майстра об'єкту, що ремонтується в результаті виявлення дефектів в обладнанні при розбиранні і аналізі кожного об'єкта, який підлягає ремонту, аналізу записів журналу приймання і здачі обладнання складають дефектний акт. Він необхідний для визначення ремонтних робіт, кількості запасних частин, ремонтних матеріалів, складанні кошторисно-фінансового розрахунку.

Акт приймання і здачі відремонтованих, реконструйованих та модернізованих об'єктів в експлуатацію – акт складає комісія у складі головного механіка, начальника майстерні, бригадира по ремонту, начальника цеху. Акт складається після випробування обладнання та передається в цех в експлуатацію.

Акт про аварію – акт складається у складі : головного інженера (голова комісії), головного механіка або головного енергетика, інженера з техніки безпеки, начальника цеху. Акт складається у трьох екземплярах: головному інженеру, головному механіку і начальнику складу.

Акт про перенесення ремонту на інший строк. його складають, коли машина не потребує ремонту, який передбачено графіком ППР. В акті вказується новий строк ремонту. Акт складається головним механіком, начальником цеху, затверджує головний інженер.

Альбом креслень на швидкозношувальні деталі. Альбом повинен мати: специфікацію швидкозношувальних деталей, технічні умови на ремонт, паспорт машини або обладнання, схеми змащування, таблиці нормалізованих деталей, креслення вузлів машини , правила приймання та випробування.

Альбоми технічної документації. Містять в собі: креслення або фотографію загального виду обладнання, зміст, паспорт, інструкцію по монтажу та експлуатації, особиста картка машини. Гідравлічна, електрична та пневматична схеми, та схема змащування по цехам .

## 9. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

Методи та швидкість проведення будь-якого технологічного процесу впливають на якість і швидкість виготовляємої продукції. На сучасному етапі в промисловості яскраво виражена тенденція впровадження комп'ютерних технологій та безщитових пунктів управління технологічними процесами. За допомогою цього можна істотно покращити не тільки швидкість протікання процесу, якість та надійність але й полегшити роботу обслуговуючому персоналу. В налагоджені систем регулювання встановлення потрібних значень параметрів є основою, бо від цього залежить якість протікання процесу та виготовляємої продукції. Тому ми застосовуємо тут ЕОМ та відповідне програмне забезпечення і досягаємо значних результатів. Серед основних параметрів які необхідно підтримувати на заданому значенні є параметри температури, тиску витрат пари, та ін. Опанувавши методику управління цими параметрами працівники тратять менше часу на отримання кінцевого результату. Так як управління являється досить складними, то в процесі освоєння завжди виникають помилки, які впливають на кінцевий результат. Застосування програмного забезпечення для безщитових пунктів управління дозволить в зручному інтерфейсі, при наявності відповідних вихідних даних отримати результат за лічені секунди. Крім того ця система надає можливість збереження отриманих результатів в вигляді файлу. При бажанні можна отриманий результат роздрукувати на принтері, побудувати графік по отриманим результатам і оцінити стійкість системи. Застосування безщитових пультів значно полегшить роботу працівників: скоротяться витрати робочого часу пов'язані з пошуком, ручною обробкою інформації. Відпаде потреба у створенні звітних результатів, так як це буде виконувати програма. Усі результати можна буде роздруковувати та зберігати. Віддруковані звіти мають більш наближений до стандартів вигляд.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Паномаренко В.В.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Яковець Є.О.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Система управління</b>	<b>200291.KP.09.009</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>

## 10. ОХОРОНА ПРАЦІ

### Аналіз шкідливих та небезпечних факторів.

При роботі на площадці бурякорізок присутній підвищений рівень шуму. Оскільки бурякорізка приводиться в рух електродвигуном, то є небезпека враження струмом. Потрібно остерігатись деталей, що обертаються на приводі бурякорізки. При продувці ножів паром потрібно бути уважним щоб не отримати опіків. При різанні буряку проходить викид бурякової стружки на робочу площадку, тому вона має слизьку поверхню. При обслуговуванні бурякорізок слід обережно поводитися з ножами.

### Санітарно-гігієнічні вимоги до виробничих приміщень.

Важливе значення для здорових та безпечних умов праці мають раціональне розташування основного та допоміжного устаткування, виробничих меблів, а також правильна організація робочих місць. Порядок розташування устаткування і відстань між машинами визначаються їхніми розмірами, технологічними вимогами і вимогами техніки безпеки. Однак, у всіх випадках, до устаткування, що має електропривод, повинен бути вільний підхід з усіх сторін шириною не менше 1 м зі сторони робочої зони і 0,6 м — зі сторони неробочої зони. Виробничі меблі (шафи, стелажі, столи тощо) можна ставити впритул до Містки, сходи і майданчики повинні бути завширшки не менше 1 м і загороджені поручнями висотою 1 м і внизу повинні мати бортики висотою 0,2 м.

Всі майданчики, які розташовані на висоті понад 260 мм від підлоги повинні мати поручні. Санітарні металеві сходи для обслуговування обладнання встановлюються під кутом, що не перевищує 45° з відстанню між сходинками 230...260 мм і шириною сходів 250...300 мм.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Панамаренко В.В.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Яковець Є.О.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Охорона праці</b>	<b>200291.KP.09.010</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/4</b>

Для обслуговування обладнання, котре відвідується 1—2 рази на зміну і яке розташоване на майданчиках з різницею у відмітках не більше 3м, допускається кут нахилу сходів 60°. Поручні фарбують у жовтий (червоний) колір, а стояки — у білий.

Сходи виготовляються ребристими або із смугастої сталі. Ширина виходів з приміщень має бути не меншою 1 м, висота — 2,2м. Підлоги виробничих приміщень повинні бути зносостійкими, теплими, неслизькими, щільними, легко очищуватись. Через підлогу в інші приміщення не повинні проникати вода, мастила, шкідливі речовини, гази.

На площадках бурякорізок виконують роботи які належать до категорії середньої важкості II а. В теплий період року температура повинна бути не нижче +18°C і не вище +27°C, швидкість руху повітря не вище 0,2-0,4 м/с і відносною вологістю 65 % при температурі +26°C. В холодну пору року температура повинна бути не нижче +17°C і не вище +23°C, швидкість руху повітря не вище 0,3 м/с і відносною вологістю 75 %.

Температура припливного повітря у холодний і перехідний періоди року для приміщень з надмірним виділенням тепла повинна бути на 5-8°C нижча розрахункової температури повітря в робочій зоні. Параметри робочої зони, де розташовані бурякорізки відповідають вимогам встановлених норм.

Шум та вібрація Захист від шуму будівельно-акустичним методом необхідно проектувати на основі акустичного розрахунку і передбачати для зниження рівня шуму такі заходи:

- застосування звукоізоляції огорожувальних конструкцій;
- ущільнення по периметру вікон, воріт, дверей;
- звукоізоляція місць перетину огорожувальних конструкцій інженерними комунікаціями;
- обладнання звукоізольованих кабін для спостереження і дистанційного управління, сховищ, кожухів;

- застосування звукопоглинальних конструкцій та екранів;
- застосування глушителів шуму, звукопоглинальних покриттів у газоповітряних трактах вентиляційних систем з механічним спонуканням і систем кондиціонування повітря та гідродинамічних установок.

Звукоізоляційні, звукопоглинальні та звуко-демпфувальні матеріали, які використовують у проектах, повинні бути вогнетривкими і важко спалим. Виробниче устаткування, що створює шум і вібрацію, необхідно забезпечити паспортом, в якому зазначаються шумові характеристики і рівні вібрації під час роботи цього устаткування.

### **Виробниче освітлення.**

Освітлення у бурякопереробному відділенні, а також на території підприємства повинне відповідати вимогам СНиП II-4-79. Роботи що проводяться на площадці бурякорізок відносяться до розряду робіт IVг. Для живлення світильників загального освітлення з лампами розжарювання в приміщеннях без підвищеної небезпечності ураження електричним струмом належить застосовувати напругу не вище 220 В. Для живлення світильників місцевого освітлення в приміщенні з підвищеною безпекою, а також світильників загального освітлення, які підвішені нижче 2,5 м від підлоги або робочої площадки, потрібно використовувати напругу не вище 36 В.

### **Вимоги техніки безпеки до безпечної експлуатації технологічного обладнання.**

Бурякорізки повинні бути укомплектовані електродвигунами зі ступенем захисту не нижче IP43 згідно з ІЕС 60529:2013. Відцентрові бурякорізки потрібно оснащувати поворотними ножовими рамами для регулювання підйому ножів, пристроями для піднімання заглушок і ножових рам. Кожну бурякорізку потрібно оснастити комплектами ножових рам, які необхідно промаркувати. Бурякорізки належить обладнати пристроєм, який

забезпечує безпечне очищення ножів. Для очищення бурякорізальних ножів «на ходу» за допомогою продувки потрібно використовувати стиснуте повітря під тиском 0,8—1,0 МПа (8-10кгс/см<sup>2</sup>).

Конструкція ножових рам відцентрових бурякорізок повинна забезпечувати безпечне регулювання ножів (піднімання та опускання) «на ходу». Бурякорізки повинні бути укомплектовані шибером з механічним приводом, який запобігає надходженню буряків в бурякорізку у випадку зупинки її для ремонту.

Бурякорізки повинні бути укомплектовані пристроєм для повільного повороту диска або завитка вручну під час очищення і заміни ножових рам. Кут нахилу стінки завантажувального бункера для буряків повинен бути не менше кута природного відкосу буряків. Всі рухомі частини бурякорізки повинні мати жорстко закріплене суцільне огороження. Очищення бурякорізки, вилучення сторонніх домішок потрібно проводити тільки після повної зупинки завитка і відключеному приводі відповідно до вимог цих Правил.

## 11. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Діяльність цукрових заводів в галузі захисту навколишнього середовища повинна регламентуватися вимогами закону України ДСТУ ISO 14031 "Екологічне керування. Настанови щодо оцінювання екологічної характеристики". Екологічна безпека при експлуатації об'єктів водопостачання, каналізації, очисних та інших споруд водного господарства на цукрових заводах повинна забезпечуватися відповідно до вимог "Інструкції з питань водного господарства цукрових заводів". З метою вирішення проблем захисту навколишнього природного середовища на кожному цукровому заводі повинна бути створена служба охорони природи. В своїй діяльності служба охорони природи повинна керуватися нормативними актами та послідовними інструкціями. На кожному підприємстві повинні бути розроблені нормативи гранично допустимих викидів забруднених речовин в атмосферу (ГДВ).

Підприємства незалежно від форм власності повинні забезпечити:

- проведення санітарно-технічного обстеження приміщення та об'єктів;
- санітарно-хімічний контроль гранично допустимих викидів та промислових стоків в навколишнє середовище, рівнів шкідливого впливу фізичних та біологічних факторів;
- безпечне зберігання та утилізацію шкідливих відходів виробництва.

На підприємствах мають бути опрацьовані поточний та перспективний плани раціонального і бережливого використання природних ресурсів (атмосферного повітря, підземних та поверхневих вод, земельних ділянок, тощо). Для додержання екологічних вимог при використанні природних ресурсів підприємства повинні впроваджувати:

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Панамаренко В.В.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Яковець Є.О.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Охорона довкілля</b>	<b>200291.KP.09.011</b>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>	

- нові маловідходні енерго- і ресурсозберігаючі технології;
- заходи щодо бережливого використання води, палива, земельних ділянок;
- заходи по біологічному та хімічному очищенні води, які забезпечують захист навколишнього середовища та безпеку здоров'я населення;
- вентиляційні та газоочисні установки, які забезпечують ГДК шкідливих викидів в атмосферу;
- очисне обладнання та пристосування для утилізації забруднених речовин і переробки відходів;
- прилади за контролем за кількістю та складом забруднюючих речовин і характеристика шкідливих факторів.

Підприємства зобов'язані дотримуватися правил транспортування, зберігання та застосування засобів захисту рослин, стимуляторів їх росту, мінеральних добрив, токсичних і хімічних речовин та інших препаратів. Підприємства повинні забезпечити екологічно безпечне виробництво, зберігання транспортування, використання, знищення, знешкодження і захоронення мікроорганізмів, інших біологічно активних речовин та предметів біотехнології.

Обладнання цукрових заводів при експлуатації якого виділяються або можуть виділятися в атмосферу виробничих приміщень шкідливі домішки (пил, шкідливі речовини, водяні пари, тощо) повинно бути максимально герметизовано, укрите і забезпечено аспірацією з наступним очищенням від домішок, які там вміщені.

Підприємство повинне забезпечити добовий лабораторний контроль ефективності очищення виробничих і побутових стічних вод.

## ВИСНОВКИ

Удосконалення системи очищення бурякорізальних ножів від легких забруднень, що приводить до погіршення якості стружки, полягає в заміні продувочних отворів, які розміщені на достатньо значних відстанях та не забезпечують якісного обдуву ножів на регулюємий щілинний отвір, що може змінюватись в межах 1,5...4 мм. Повітряний або паровий потік (в залежності від способу обдуву) очищує ніж по всій його довжині (довжина двох послідовно встановлених ножів в рамі бурякорізки складає 330 мм), чим забезпечується якісне очищення ножів та отримання бурякової стружки високої якості.

Попередньо передбачена модернізація заміни ножової рами на шістнадцятимісну замість дванадцятимісної, дає змогу збільшити продуктивність, за рахунок того, що зменшується площа стінок рами, а корисна площа ножів збільшується.

Заміна барабану відцентрової бурякорізки являє собою технічно, економічно та продуктивно-вигідний захід.

Модернізація відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 шляхом удосконалення системи очищення дифузійних ножів та розробки 16-ти рамного корпусу з більшою кількістю пазів під ножові рами дозволяє:

1. збільшити продуктивність бурякорізки на 25 %
2. покращити якість отримання бурякової стружки;
3. зменшити витрати електроенергії;
4. знизити собівартість 1т цукру
5. отримати додатковий прибуток

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Паномаренко В.В	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Яковець Є.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Висновки</b>		<b>200291.KP.09.000</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>

## Список використаних літературних джерел

1. «Процеси і апарати харчових виробництв» Підручник / Бойко В.С., Загорко Н.П., Циб В.Г., 2019 - 212с
2. «Сучасні технології та обладнання бурякоцукрового виробництва» / Штангеев В.О., 2003 - 352 с
3. «Технологія харчових продуктів» Підручник / Домарецький В.А., 2011 - 736с
4. «Процеси і апарати. Механічні і гідромеханічні процеси» Підручник / Бойко В.С., Тарасенко В.Г., Паляничка Н.О., Михайлов Є.В., 2021 - 468с
5. «Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв» / Самойчук К.О., Бойко В.С., Олексієнко В.О., 2020 - 428с
6. «Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції» Навч. Посібник / Дацишин О.В., Гвоздев О.В., Ялпачик Ю.П., 2003 - 288с
7. «Практикум з ремонту обладнання переробних і харчових виробництв» Навч. Посібник / Ялпачик В.Ф., Буденко С.Ф., Циб В.Г., 2015 - 235с
8. «Механізація переробної галузі агропромислового комплексу» Підручник / Гвоздев О.В., Рогач Ю.П., Сердюк М.М., 2006 - 479с
9. Система автоматизації дифузії й водопідготовки / [https://magmas.com.ua/projects/knd/knd\\_diffuz.php](https://magmas.com.ua/projects/knd/knd_diffuz.php)
- 10.«Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств» / Ялпачик В.Ф., Ломейко О.П., Циб В.Г., 2014 - 235с
11. «Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості» Підручник / Мирончук В.Г., 2004 - 288с
12. «Розрахунки обладнання харчових виробництв» / Ялпачик В.Ф., Буденко С.Ф., Гвоздев О.В., 2014 - 264с
13. «Конструкції і розрахунки машин та апаратів переробних виробництв» / Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Ломейко О.П., 2021 - 320с

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Панамаренко В.В.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Яковець Є.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаних літературних джерел</b>	<b>200291.KP.09.000</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>	

14. Технологічні основи машинобудування: методичні рекомендації до виконання курсової роботи для студентів напрямів підготовки 6.050502 "Інженерна механіка", 6.050503 "Машинобудування" денної та заочної форм навчання / уклад. : Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко ; Нац. ун-т харч. технол. — К.: НУХТ, 2015. - 193 с
15. «Технологія цукрового виробництва» Підручник / Сапронов А.Р., - 1999.
16. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» дипломного проекту для студентів технологічних спеціальностей денної та заочної форми навчання / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, В.Л Вендичанський. – К.: НУХТ, 1999 – 12 с