

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

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

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

**«До захисту в ЕК»**

Директор інституту(декан факультету)

\_\_\_\_\_ **Блаженко С.І.** \_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«До захисту допущено»**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ **Мирончук В.Г.** \_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

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

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

освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв  
на тему: Модернізація відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 із заміною  
барабана

Виконав: здобувач V курсу, групи Талалай Владислав Сергійович  
(прізвище та ініціали)

Керівник Бабко Євген Миколайович \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

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

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

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТОКТП  
проф. Мирончук В.Г.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

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

Талалай Владислав Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 із заміною барабана

керівник проекту (роботи) Бабко Євген Миколайович, доц., канд. тех. наук

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021р.

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

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

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

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

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

Технологія машинобудування – 1 аркуш.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 14.09.2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

**Здобувач** \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Талалай В.С.**  
(прізвище та ініціали)

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

**Бабко Є.М.**  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Даним проектом передбачено модернізацію двох дванадцятирамних бурякорізок на Погребищенському цукровому заводі. Об'єктом модернізації є дві бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12.

Метою проекту є модернізація відцентрової бурякорізки з використанням нового барабану для збільшення продуктивності бурякорізок Т2М-СЦ2Б-12. Заміна на дванадцяти рамних бурякорізках барабанів, вирівняла б продуктивність при жолобчастій стружці до 1650 тон/добу, і значно зекономила. Оскільки крім барабана вся решта вузлів, привід, деталі та електрообладнання залишаються тіж самі, така робота може бути виконана під час ремонтного періоду. Замінюємий барабан має всі габаритні розміри 12-ти рамної бурякорізки, а за рахунок збільшення кількості пазів зменшується відстань між ножовими рамами.

Ключові слова: бурякорізка, барабан, рама.

## SUMMARY

This project envisages the modernization of two twelve-frame beet cutters at the Pohrebyshche Sugar Plant. The object of modernization are two beet cutters T2M-SC2B-12. The aim of the project is to modernize the centrifugal beet cutter using a new drum to increase the productivity of beet cutters T2M-SC2B-12. Replacement of twelve frame beet cutters of drums would equalize productivity at grooved shaving to 1650 tons / days, and considerably saved. Since all other components, drive, parts and electrical equipment remain the same except for the drum, such work can be performed during the repair period. The replaceable drum has all overall dimensions of 12 frame beet cutters, and due to increase in number of grooves the distance between knife frames decreases. Key words: beet cutter, drum, frame.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Боджо Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	16-2559.ДП.15.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

# ЗМІСТ

Анотація

Вступ

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

Висновки

Список використаної літератури

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Боджо Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	<b>16-2559.ДП.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/1

## ВСТУП

Солодкі продукти відомі людині з глибокої давнини, ними були сік берези, сік клена, мед і т.д. Однак, найбільш концентрованим джерелом сахарози, придатним для її отримання, є зростаючий в дикому стані в країнах з тропічним кліматом цукрова тростина. Тому першим прообразом кристалічного цукру на Русі був напівфабрикат тростинного виробництва - жовтий неочищений цукор-сирець. Для постачання цукром з цього сирцю було доручено купцеві І. Вістова побудувати в Петербурзі завод по отриманню білого цукру з імпортного цукру-сирцю. + На початку ХІХ ст. Маркграфом було виявлено наявність сахарози в дикоростучої буряку (Буряківка), знайдені шляхи вилучення, і з половини ХІХ ст. Почалося масове будівництво примітивних цукрових заводів в Європі і Росії. Перший цукровий завод в Росії був побудований в 1802 році в селі Верхи Брянської губернії, потім у Саратовській губернії. А в середині ХІХ в. тільки в Центральному Чорнозем'є були побудовані: Рамонський, Нижня-кісляйській, Ольховатсько і Садовський цукрові заводи. В Україні в 1925 році. Разом з будівництвом заводів удосконалювалася техніка та технологія цукрового виробництва. Велику роль в цьому зіграли російські вчені. Російським інженером Овсянниковим було запропоновано і до сих пір застосовується апаратурно-технологічне оформлення вапняно-углекислотной очищення цукрових розчинів. Російськими інженерами вперше було запропоновано уваривание утфелю на кристалах, а для відділення кристалів від міжкристального розчину - центрифуги. Професором Тищенко розрахунок і конструювання випарних апаратів. Великий внесок у розвиток теорії і практики внесли професора Зуєв, Бухаренко, Головін і т.д.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Бюджо Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ		16-2559.ДП.11.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

У 1933 р професором П.М. Силіним були вперше розроблені теоретичні основи екстракції сахарози з буряка фізико-хімічна теорія кристалізації сахарози. В даний час в області теорії цукрової промисловості великий внесок вносять професора Сапронов, Бугаєнко, Гулий і т.д.

У кризовий період в зв'язку із знаходженням цукрової промисловості у скрутному становищі, недофінансування, на цукрових заводах які потребують заміни і технічного переоснащення технологічного обладнання рекомендується впроваджувати заходи по модернізації, підвищення якості проведення ремонтних робіт, застосування раціоналізаторських пропозицій, направлення на підвищення ефективності роботи технологічного обладнання, а також зменшення втрат в процесі експлуатації, обслуговуванні і виконанні ремонтних робіт.

# 1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

В теперішній час на цукрових заводах країн України в основному застосовуються бурякорізки Смілянського машзаводу 12-ти рамні (СЦБ-12), 16-ти рамні (СЦБ-16) і 24-х рамні (ПРБ-24). Більша частина бурякорізок, що експлуатуються це СЦБ-12 і СЦБ-16. Вони розроблені більше 50 років тому і через це не задовольняє потреби цукрових заводів за своєю продуктивністю і якістю стружки. Бурякорізки СЦБ-12 придатні для продуктивності 1200...2100т/добу, а СЦБ-16 1600...2800 т/добу, при довжині стружки 8-6 м. До недавнього часу підняти продуктивність була можливість тільки замінюючи СЦБ -12 на СЦБ-16 або ПРБ-24, а СЦБ-16 на ПРБ-24. Така заміна дозволяє не вагомо збільшити продуктивність, але якість залишається попередньою , а іноді і погіршується (наприклад, після заміни СЦБ-12 на СЦБ-16) , її вартість велика але малоефективна.

Для рішення завдання збільшення продуктивності і покращення якості стружки у 2008 р. розроблені бурякорізки РДА-2-12 і РБА-2-16 (патент України №4168) з двох рядними ножовими рамами конструкції Адаменко Рис.1.1. При однакових розмірах і потужності продуктивність таких бурякорізок до двох разів більша ніж бурякорізок СЦБ-12 і СЦБ-16, а якість стружки – на порядок вище.

Завдяки використанню в конструкції бурякорізок газових пружин вдалось “надихнути життя” в роботу глухих рам. Газові пружини встановлюються в корпус глухої рами і спираючись своїми штоками на поперечини вони створюють зусилля, яке передається ножовим рамам і намагається виштовхнути обидві рами вверх вікна. Зусиллям газових пружин встановлюється кінематичний зв'язок, між глухими і ножовими рамами і

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Бажко Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ</b>		<b>16-2559.ДП.15.001 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/14

вони рухаються в вікнах синхронно як одне ціле. У верхній частині вікна розташовані спеціальні фіксатори, які обмежують вихід рам із вікна і чітко їх базують по висоті вікон. Зусилля газових пружин регулюється на величину на 15-20кг більше ваги глухої і ножових рам. Під час встановлення ножової рами у вікно це зусилля потрібно переважити, що достатньо легко, але завдяки при заміні ножових рам (після звільнення фіксатора) зусилля пружини виштовхує ножову раму із вікна і автоматично замінює її глухою рамою. Така конструкція дійсно дозволяє легко замінювати, чистити, перевіряти ножові рами на ходу бурякорізки.

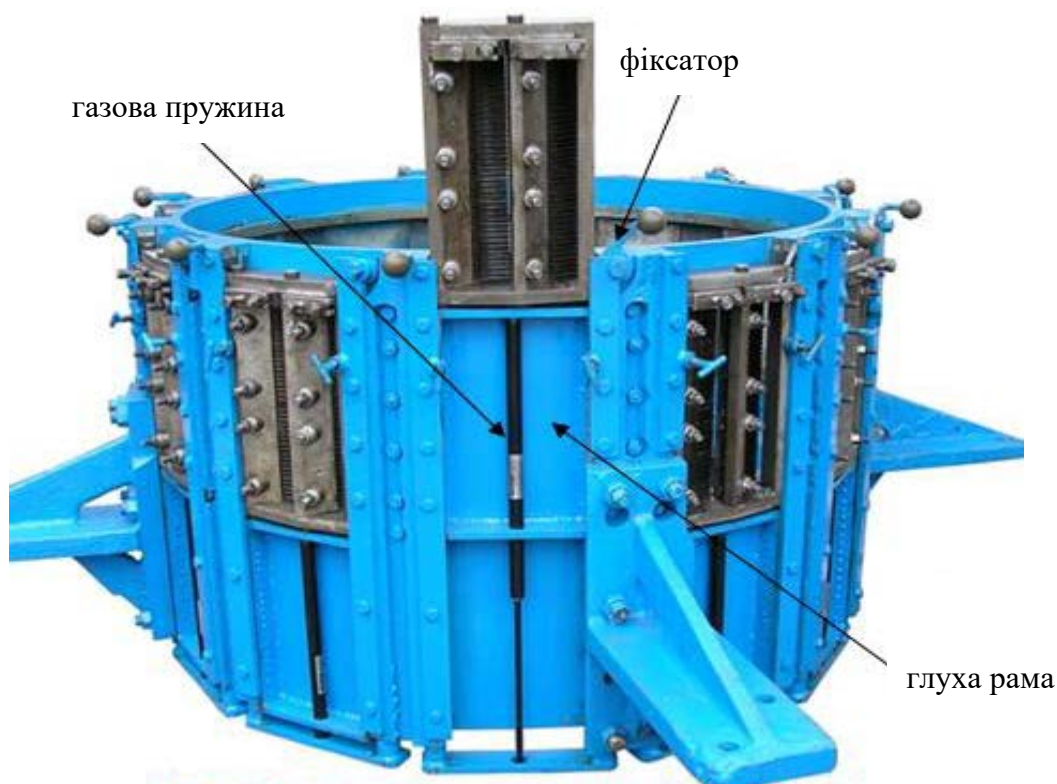


Рис 1.1. Барабан бурякорізки РБА-2-12

Двохрядна ножова рама являє собою дві стойки із ножами, встановлені в суцільний корпус. Так, як на рамі відсутні контрольні планки її ширина тільки в 1,4 разу більше ширини звичайної ножової рами. На двохрядну ножову раму встановлюються стандартні ножі, які чітко базуються по висоті і поперемінно в рядах .

Ножі з профілем А встановлюються в перший ряд, а ножі з профілем Б – в другий ряд, завдяки чому автоматично досягається правильність профілю стружки та відпадає необхідність в регулюванні ножових рам по висоті, тим самим виключається людський фактор який впливає на якість стружки. Істотний вплив на якість стружки, отриманої в першому ряду ножової рами, надає більш ніж в двоє зменшена відстань між рамних пазів у бурякорізках РБА-2-12 і РБА-2-16, порівняно із бурякорізками СЦБ-12 і СЦБ-16

Між віконні проміжки зменшуються з 210мм до 100мм, завдяки чому зменшується зміщення і оберт коренів при їх рухові від однієї рами до другої, а профіль стружки стає більш однорідним. Величина зазору між рядами ножів у рамі, необхідного для виходу стружки, всього ~10мм, через що корені буряка без зміщення і обертання чітко потрапляє на ножі другого ряду рами, що, на ряду із чергуванням ножів, створює найкращі умови різання буряка . Великі за розмірами корені можуть бути в контакті із ножами навіть обох рядів одночасно!

Між тим, в конструкції ножової рами збереглися регулювання товщини стружки, дозволяючи на ходу бурякорізки змінювати переріз стружки за рахунок піднімання ножів .

При використанні двохрядних ножових рам в відцентрових бурякорізках однорідність стружки аналогічна стружці, що отримується на дискових та барабанних бурякорізках, разом із цим зберігається можливість

регулювання перерізу стружки і контролю її якості на кожній окремій ножовій рамі, а також їх заміна на ходу бурякорізки.



Рис. 1.2. Ножова рама конструкції Адаменко.



Рис. 1.3. До модернізації 12- рамна бурякорізка



Рис.1.4. Після модернізації 20-ти рамна бурякорізка

Модернізація традиційних для цукрових заводів СНД бурякорізок Т2М-СЦ2Б-12 і Т2М-СЦБ-16Б на бурякорізки РБА-2-12 і РБА-2-16 з двохрядними ножовими рамами конструкції Адаменко дозволяє вагомо покращити якість бурякової стружки і збільшити продуктивність СЦБ-12 до 2400-4200т/добу а СЦБ-16 до 3200-5600т/добу, що, на ряду з їх низькою собівартістю, робить відцентрові бурякорізки серйозним конкурентом дисковим і барабанним бурякорізкам.

Модернізація бурякорізок це:

- підвищення продуктивності бурякорізки на 33% або 66% ;
- вагоме покращення якості стружки;
- повноцінне відновлення барабана бурякорізки;
- самий дешевий спосіб нарощування продуктивності 12-рамних бурякорізок;
- забезпечення продуктивності більше 3500т/добу однією бурякорізкою;
- зниження експлуатаційних і енергетичних затрат на різання буряка.

Патентні розробки

Бурякорізка Винахідник : Павленко Володимир Сергійович, Гнатюк Павло Григорович, Тарногородский Андрій Петрович. № Патенту 8169. № Заявки : u 200500858. 15.07.2005, бюл. № 7/2005

Бурякорізка, що містить корпус з вирізами для ножових рамок, ножові рамки з ножами, завиток з криволінійними лопатями , приймач для буряку , кожух і привід, яка відрізняється відрізняється тим, що корпус має зовнішню і внутрішню обичайки, уміщенні співвісно у вертикальній площині з утворенням кільцевого простору , в котрому ,з можливістю обертання навколо вертикальної осі відносно нерухомого кільця, на вершині котрого рівномірно по колу нерухомо закріпленні кулачки у формі двоскісних клинів з вершиною у напрямку обертання буряка, причому нерухоме кільце жорстко з'єднане з рамою, а ножові рамки з ножами нерухомо з'єднане з рамою ,а

ножові рамки з ножами нерухомо з'єднані із зовнішньою та внутрішньою обичайками корпусу з можливістю подрібнення буряку.

Корисна модель відноситься до переробної промисловості, а саме до буря- корізок цукрових заводів. Відома дискова бурякорізка [Знаменский Г.М. Технологическое оборудование свеклосахарных и рафинадных заводов. - М.: Пищепромиздат, 1957, рис. 29, с. 74], що містить різальний диск з радіальне розташованими прямокутними прорізами для ножових рамок, ножові рамки з ножами, привод, кожух і ковпак, який закриває центральну частину різального диска. Різальний диск обертається навколо вертикальної осі.

Буряки засипають у кільцевий простір утворений поміж кожухом і ковпаком.

Недоліком дискової бурякорізки є невисока продуктивність, котра обмежується кількістю ножових рамок, які можуть бути розміщені в різальному диску. Крім того, на продуктивність процесу різання впливає висота шару буряка над різальним диском і умови утримання цього шару від обертання навколо вертикальної осі. Відома барабанна бурякорізка [Знаменский Г.М. Технологическое оборудование свеклосахарных и рафинадных заводов. - М.: Пищепромиздат, 1957, рис. 30, с. 75], яка містить барабан з горизонтальною віссю обертання, в стінках котрого виконані наскрізні прорізи для ножових рамок, ножові рамки з ножами, ріжучі кромки котрих обернені у середину барабана, вал барабана, влаштований на підшипниках і привод. З боку привода барабан закритий, а з протилежного боку барабан має отвір для завантаження буряка. Усередині барабана на нерухомому днищі влаштований завіток, призначений для утримання буряка від обертання.

Недоліком цієї бурякорізки є невисока продуктивність, котра обмежена кількістю ножів, що приймають участь у процесі подрібнення буряка, оскільки буряк в барабані займає лише його нижню половину. Отже,

кількість ножів, які одночасно приймають участь в процесі подрібнення буряка, буде менша половини всіх ножів, що уміщені в барабані.

Найбільш близькою до запропонованого рішення за технічною суттю та результату є відцентрова бурякорізка [Гулий І.С. та ін. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. - Вінниця: Нова книга, 2001, рис.415, с. 170], яка містить корпус з вирізами для ножових рамок встановлений верти- кально, ножові рамки з ножами, завиток з криволінійними лопатями, приймач для буряка, кожух і привод. Буряк заповнює внутрішню порожнину корпусу, завиток надає цій масі обертового руху, при цьому буряк подрібнюють нерухомі ножі, котрі уміщені в корпусі бурякорізки.

Недоліком відцентрової бурякорізки є невисока продуктивність, котра обмежена кількістю ножів у ножових рамках, що уміщені у корпусі. Кількість ножових рамок ,які можна розташувати в корпусі буде залежати від його діаметра, котрий для технологічного обладнання обмежують певними нормами.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення продуктивності бурякорізки. Поставлена задача здійснюється тим, що корпус має зовнішню і внутрішню обичайки, які розміщено співвісно у вертикальній площині з утворенням кільцевого простору, в котрому, з можливістю обертання навколо верти- кальної осі відносно нерухомого кільця, влаштований завиток у вигляді горизонтального кільця, на верхній площині котрого рівномірно по колу нерухомо закріплені кулачки у формі двохскісних клинів з вершиною у напрямку обертання буряка, причому нерухоме кільце жорстко з'єднане з рамою, а ножові рамки з ножами нерухомо з'єднані із зовнішньою та внутрішньою обичайками корпусу з можливістю подрібнення буряка. Підвищення продуктивності бурякорізки буде забезпечене за рахунок збільшення кількості ножів, які одночасно приймають участь в процесі подрібнення буряків.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, які представленні на рис. 1.5, рис.1.6. Бурякорізка містить корпус 1, що має зовнішню 2 і внутрішню 3 обичайки уміщені співвісно у вертикальній площині з утворенням кільцевого простору. Корпус 1 нерухомо з'єднаний з рамою 4, до якої нерухомо закріплене кільце 5. На верхній площині нерухомого кільця 5 виконана кільцева канавка трапецеїдальної форми, в яку вкладені шари 6 і сепаратор (на кресленнях не показаний).

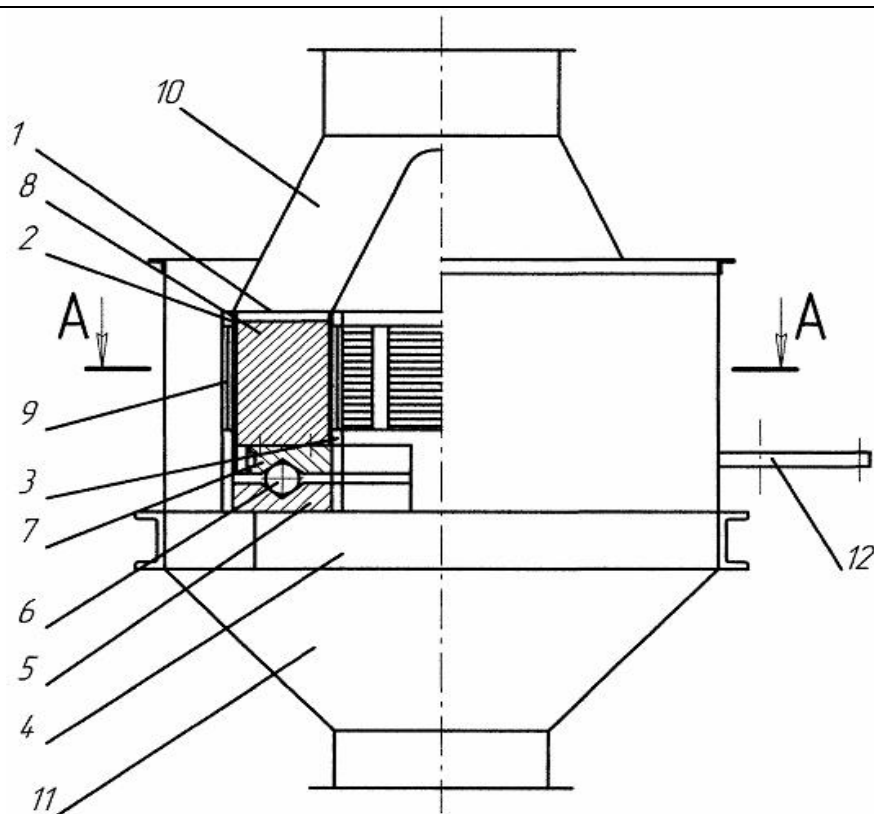
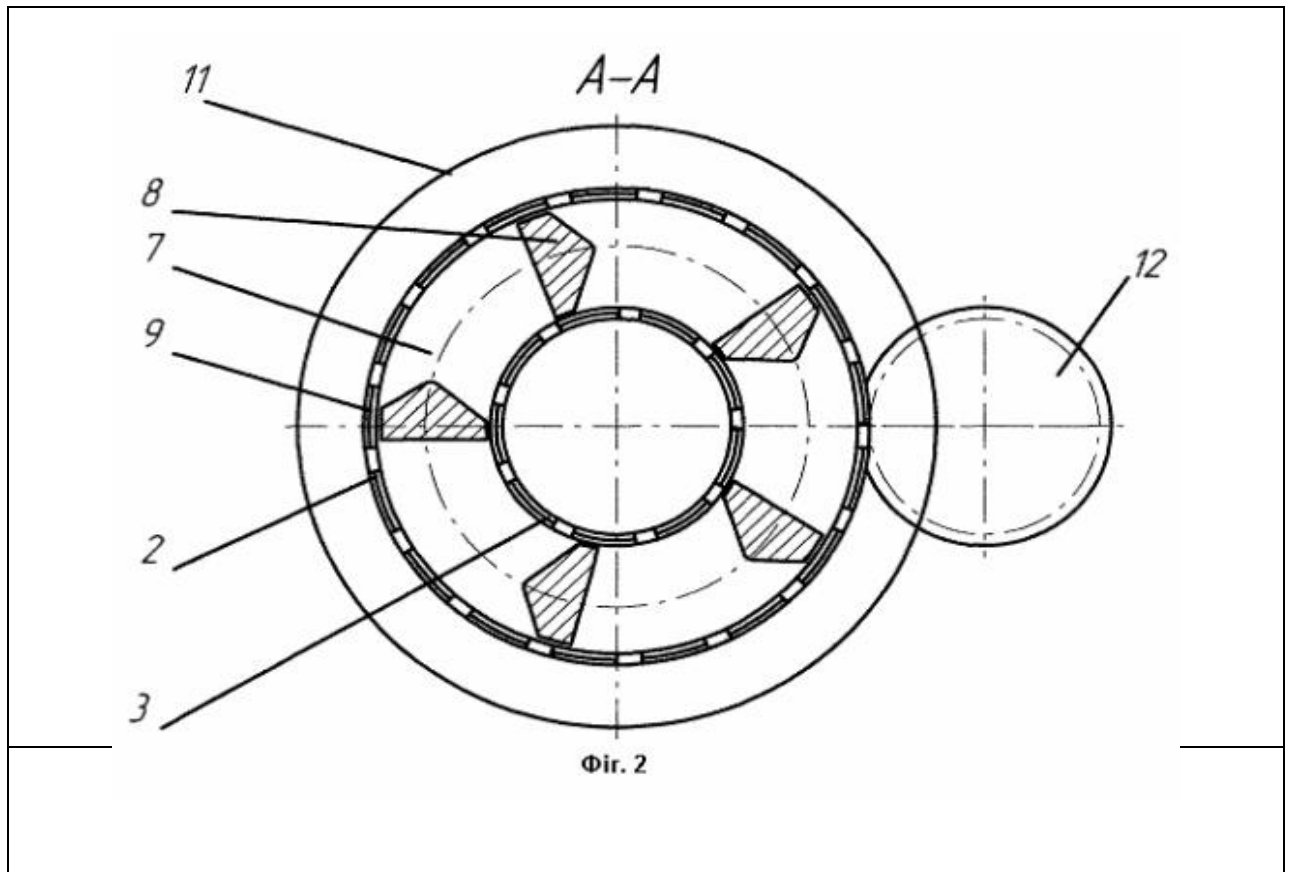


Рис. 1.5. – бурякорізка вид з боку Фіг. 1



Завиток 7 являє горизонтальне кільце, на нижній площині якого виконана кільцева канавка трапецеїдальної форми для розташування в ній шарів 6 і сепаратора (на кресленнях не показаний), а до верхньої площини котрого рівномірно по колу нерухомо закріплені кулачки 8 у формі двохскісних клинів з вершиною у напрямку обертання буряка. Ножові рамки 9 з ножами (ножі на кресленнях не показані) нерухомо закріплені у зовнішній 2 і внутрішній 3 обичайках корпусу 1 з можливістю подрібнення буряка. У верхній частині бурякорізки влаштований приймач 10 для буряка, а в нижній її частині кожух 11. На зовнішній боковій поверхні горизонтального кільця завитка 7 рівномірно по колу закріплені цівки (на кресленнях не показані), які входять в зачеплення з цівковим колесом 12.

Працює бурякорізка наступним чином. По приймачу 10 для буряка зверху під дією гравітаційних сил буряк подається у кільцевий простір поміж зовнішню 2 і внутрішню 3 обичайками корпусу 1. Привод бурякорізки (на кресленнях не показаний) приводить в обертний рух цівкове колесо 12, яке

починає обертати, навколо вертикальної осі, завиток 7 у напрямку годинникової стрілки. При цьому горизонтальне кільце завитка 7 обертається на шарах 6 відносно нерухомого кільця 5, яке жорстко з'єднане з рамою 4. Кулачки 8, які рівномірно по колу нерухомо закріплені до завитка 7, починають обертати масив буряка у кільцевому просторі між зовнішньою 2 і внутрішньою 3 обичайками. Оскільки кулачки 8 виконані у формі двох-скісних клинів з вершиною у напрямку обертання буряка, то при обертанні буряк буде притискатись до внутрішньої поверхні зовнішньої 2 обичайки та зовнішньої поверхні внутрішньої 3 обичайки. Оскільки, у вказаних обичайках нерухомо закріплені ножові рамки 9 з ножами, то буряк буде подрібнюватися на рівномірну стружку, котра необхідна в подальшому технологічному процесі виготовлення цукру. Отримана стружка під дією гравітаційних сил буде рухатись між корпусом 1 і кожухом 11 і по центральному отвору в завитку 7 і нерухомому кільці 5 до нижнього отвору кожуха до технологічного обладнання, влаштоване в технологічній схемі процесу виготовлення цукру.

2.Винахідник: Адаменко Андрій Прокопович

Власник: Адаменко Андрій Прокопович № Патенту: 41683 № Заявки u200903734 МПК (2006): C13C 1/00. Патент опубліковано: 25.05.2009., бюл. № 10/2009

Формула корисної моделі.

1.Бурякорізка, що складається з барабана, завитка, редуктора, завантажувального пристрою, привода, ножових та глухих рам, яка відрізняється тим, що ножові рами виконано у двох поворотних рядів ножів з чергуванням профілів ножів.

2.Бурякорізка за п.1, яка відрізняється тим, що ножові і глухі рами мають кінематичний зв'язок за рахунок зусилля пружин і точно базується по висоті в вікнах барабана бурякорізки.

Недоліками відомої бурякорізки є низька продуктивність через малу кількість -кість встановлених ножів та низька якість стружки, зокрема неоднорідний профіль перерізу стружки через зміщення і провертання коренів буряків під час їх руху через значні проміжки між рядами ножів, а також через відсутнє чітке базування ножових рам по висоті барабана бурякорізки і потребу постійного його регулювання для забезпечення чергування профілю ножів в суміжних рамах, на що впливає людський фактор. В бурякорізці не використовуються за призначенням глухі рами через відсутність ефективного механізму, який би створював їм постійний кінематичний зв'язок з ножовими рамами і дозволяв глухим рамам автоматично замішувати ножові рами, що виймаються з вікон барабана. В основу корисної моделі поставлена задача підвищення

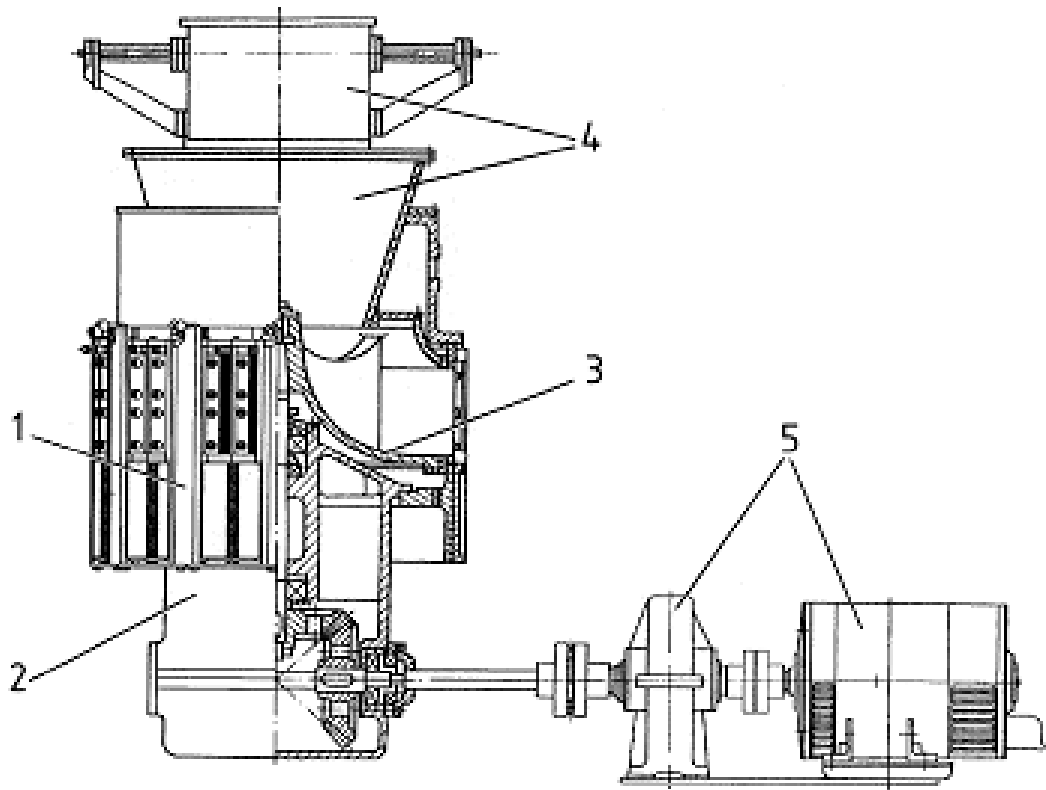
продуктивності бурякорізки, покращення якості стружки, а також забезпечення роботи за призначенням глухих рам. Поставлена задача вирішується тим, що бурякорізка складається з барабана, редуктора, завитка, загрузочного пристрою, привода, ножових та глухих рам. Згідно корисної моделі ножові рами виконано у вигляді двох поворотних рядів ножів з чергуванням профілів ножів. Крім того, ножові рами точно базуються по висоті в вікнах барабана бурякорізки з допомогою фіксаторів і мають кінематичний зв'язок за рахунок зусилля пружин з глухими рамами. Причинно-наслідковий зв'язок полягає в тому, що бурякорізка з ножовими рамами, які виконано у вигляді двох поворотних рядів ножів має в два рази більшу продуктивність в порівнянні з аналогічною за розмірами і з такою ж кількістю однорядних рам бурякорізкою за рахунок встановлення вдвічі більшої кількості ножів, а також має кращу якість стружки, зокрема більш однорідний профіль стружки, через зменшення зміщення і провертання коренів буряків під час їх руху через зменшені за рахунок більш широких двохрядних ножових рам проміжки між рядами ножів, та за рахунок чергування ножів в рамах і чітке базування ножових рам по висоті барабана

бурякорізки з допомогою фіксаторів, яке не потребує регулювання і на яке не впливає людський фактор. Крім того, в бурякорізці, яка має кінематичного зв'язку між ножовими і глухими рамами за рахунок зусилля пружин, глухі рами використовуються за призначенням для автоматичного заміщення ними ножових рам в вікнах барабана на ходу бурякорізки, що дозволяє замінювати ножові рами в вікнах барабана без зупинки бурякорізки.

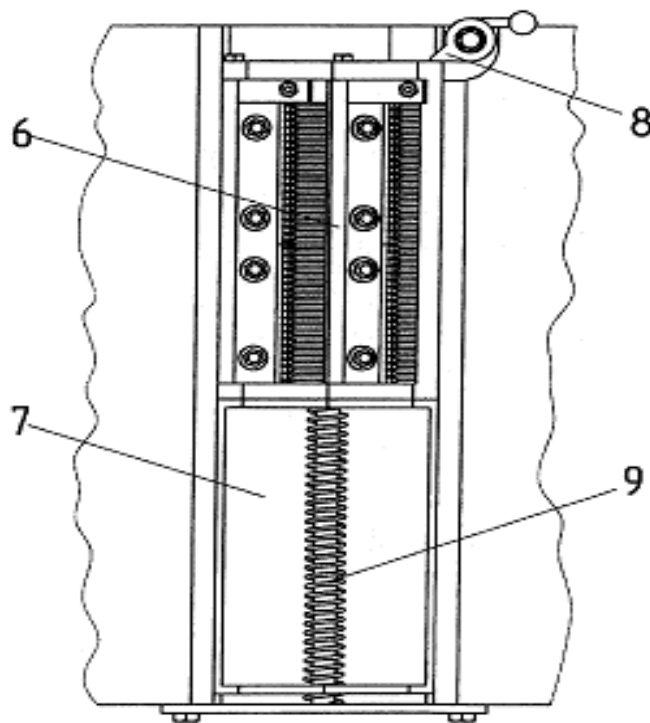
На Рис.1.7 зображено загальний вигляд бурякорізки.

На Рис.1.8 зображено вікно барабана бурякорізки з ножовою та глухою рамами, пружину та фіксатор.

Бурякорізка складається з барабана 1, в якому на валу редуктора 2 закріплено завиток 3. Над барабаном встановлено загрузочний пристрій 4, а в нижній частині знаходиться привод бурякорізки 5. В вікнах барабана встановлені ножові 6 та глухі 7 рами, зафіксовані по висоті барабана фіксаторами 8 та притиснені до фіксаторів пружинами 9. Бурякорізка працює таким чином. Буряк надходить в бурякорізку через загрузочний пристрій 4 і потрапляє на завиток 3, який обертається на валу редуктора 2 від привода 5. Буряк захоплюється лопатями завитка 3, відкидається відцентровими силами до внутрішньої поверхні барабана 1 і рухаючись назустріч ріжучим кромкам рядів ножів, що закріплені в ножових рамах 6 перерізається на стружку. Зусилля пружин 9 діє на глухі рами 7, передається ножовим рамам 6, створюючи між ними кінематичний зв'язок, і притискає їх до фіксаторів 8, завдяки чому ножові рами отримують чітку фіксацію по висоті в вікнах барабана 1. Потрібний профіль отримуваної стружки забезпечується поворотом рядів ножів навколо вертикальної осі, чергуванням профілів ножів в рядах ножових рам та за рахунок чіткого базування ножових рам 6 по висоті вікна барабана 1 з допомогою фіксаторів 8. Для заміни ножових рам 6 звільняється фіксатор 8 і ножові 6 і глухі 7 зусиллям пружини 9 штовхаються вгору, при цьому ножова рама 6 виходить за межі вікна барабана 1, а глуха рама 7 автоматично заміщує її, закриваючи вихід буряків у вікно барабана.



**Фіг. 1.**  
Рис.1.7.- Загальний вигляд бурякорізки.



**Фіг. 2**  
Рис.1.8.- Вікно барабана бурякорізки з ножовою та глухою рамами, пружина та фіксатор.

## Технічний результат.

Запропонована бурякорізка має в два рази більшу продуктивність в порівнянні з аналогічною за розмірами і з такою ж кількістю однорядних рам бурякорізкою за рахунок встановлення в двічі більшої кількості ножів, а також має кращу якість стружки, зокрема більш однорідний профіль стружки, через менше зміщення і провертання коренів буряків під час їх руху через коротші проміжки між рядами ножів та за рахунок чергування ножів в рамах і чітке базування ножових рам по висоті барабана бурякорізки з допомогою фіксаторів, яке не потребує регулювання і на яке не впливає людський фактор. Крім того, в бурякорізці, яка має кінематичний зв'язок між ножовими і глухими рамами за рахунок зусилля пружин, глухі рами використовуються за призначенням для автоматичного заміщення ними ножових рам в вікнах барабана на ходу бурякорізки, що дозволяє замінювати ножові рами в вікнах барабана без зупинки бурякорізки.

## 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.

В даному дипломному проекті пропонується технічно вдосконалити відцентрову бурякорізку Т2М-СЦ2Б-12.

Для вилучення цукру із буряку дифузійним способом, буряку необхідно надати вид стружки. Процес отримання стружки із буряку здійснюється в бурякорізках за допомогою ножів, встановлених в спеціальних рамах. Існують три типи бурякорізок: відцентрові ,барабанні та дискові. Типовою приймають відцентрову бурякорізку, модернізацію якої ми і розглядаємо в даному дипломному проекті. Відцентрові бурякорізки дозволяють виконувати заміну ножів на ходу, регулювати продуктивність як шляхом зміни частоти обертання ротора, так і кількістю працюючих ножів.

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 розробці 16-ти рамного корпусу з метою збільшення продуктивності на 25 %. Отже, 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 більшої якості.

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

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Бюджет Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ</b>		<b>16-2559.ДП.15.002 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/2

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.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКТУ

Цукрові буряки (*Beta vulgaris L., v. Saccharifera*) відноситься, також як і кормова (*v. Crassa*), листова (*v. Cicla*) і столова (*v. Esculenta*), до родини лободових (*Chenopodiaceae*). Цукрові буряки, як і інші коренеплоди, відноситься до геофіти. Геофіти характеризуються тим, що їх епикотиль (головка), гіпокотиль (шийка) і власне корінь в процесі еволюції перетворилися в органи накопичення запасних поживних речовин, а бруньки відновлення, з яких з'являються листові і квітконосні пагони, закладаються в надземних чи підземних органах близько до поверхні ґрунту. коренева система Коренева система дорослої рослини цукрових буряків включає потовщений головний корінь і густу мережу тонких розгалужень, що відходять від головного кореня. Проникає в глиб ґрунту до 2,5 м, завширшки поширюється в радіусі 40-50 см. Маса коренеплоду в середньому становить 400-800 г. Головний корінь, або коренеплід, має конусоподібну подовжену форму, трохи стиснуту з боків, зазвичай нерозгалужену. Коренеплід підрозділяється на: головку коренеплоду, або укорочене стебло, яка повністю розвивається над поверхнею ґрунту і формує листя, в якій найменше вміст сахарози; шийку, або гіпокотиль, що являє собою частину коренеплоду без листя і бокових коренів, накопичує найбільшу кількість сахарози - до 19-20%; власне корінь, нижня частина коренеплоду, або хвостик, зазвичай має конічну форму, на якій формуються бічні корінці, розташовані в два поздовжніх ряди, на його частку припадає 70-85% довжини коренеплоду. При поперечному розрізі коренеплоду зрілої рослини можна побачити центральний судинно-волокнистий пучок і чергуються концентричні шари провідних пучків, які повідомляються з провідної тканиною листя. Кожен з цих провідних пучків складається з ксилеми, що представляє собою великі

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Бюджо Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</b>		16-2559.ДП.15.003 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

здеревілі клітини, за якими з ґрунту до листів переміщається вода і розчинені в ній поживні речовини, і флоєми (луб), що представляє тонкостінні клітини, за якими в зворотному напрямку від листя до коренів транспортуються цукру і інші продукти фотосинтезу. Між кільцями провідних судин розкладаються клітини паренхіми, в яких відкладаються цукру.

#### Хімічний склад

Зрілий коренеплід містить 75% води і 25% сухої речовини, з яких 17,5% припадає на сахарозу, 7,5% - на клітковину, 2,4-2,5% - на пектинові речовини, 0,1% - на білки і зольні речовини, 0,8% - фруктозу, глюкозу та інші вуглеводи (крім сахарози), 1,8% - на азотисті речовини. Всі речовини, які не є сахарозою в складі сухої речовини в буряку складають нецукри. Їх склад залежить від сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов і агротехнологій. У виробництві цукру небажаними вважаються пектинові речовини, які потрапляючи в сік при переробці цукрових буряків, ускладнюють фільтрацію і кристалізацію цукру. Цукор в коренеплодах розподіляється нерівномірно. По вертикалі його зміст збільшується, починаючи від головки, досягає максимуму в найбільш широкій частині коренеплоду, а далі вниз починає знижуватися. По горизонталі зміст збільшується від центру до середніх його верствам, потім до кори коренеплоду знижується.

Для отримання бурякової стружки застосовують відцентрові, дискові і барабанні бурякорізки. На вітчизняних підприємствах встановлені в основному відцентрові бурякорізки з 12 і 16 двохножовими рамами. У відцентрових машинах ножі закріплені нерухомо на внутрішній стінці вертикального циліндра. Буряк надходить на нижній диск ротора і відкидається його лопатями до ножів, ріжучі кромки яких спрямовані назустріч руху буряка. Під дією відцентрової сили коренеплоди притискаються до ножів і ріжуть в стружку, яка проходить між корпусом і кожухом вниз на транспортер. Оптимальною для екстрагування є стружка

ромбовидного або квадратного перетину. Якість стружки оцінюють по її довжині в 100 г, для чого 100 г стружки розкладають на дошці з канавками і визначають їх загальну довжину (число Силіна). Часто для оцінки стружки користуються фактором стружки (шведським фактором), що є відношенням маси стружки довжиною більше 5 см до маси стружки довжиною менше 1 см. Величина шведського фактора, що характеризує хорошу проникність шару стружки, повинна бути не нижче 8.

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

Сутність модернізації відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 полягає в розробці 16-ти рамного корпусу з метою збільшення продуктивності на 25 %. Отже, 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 більшої якості. Тобто з технічної точки зору ми маємо вигідний проект з модернізації, що дозволить порівняти продуктивність всіх трьох бурякорізок, покращити якість стружки .

Модернізація традиційних для цукрових заводів бурякорізок Т2М-СЦ2Б-12 дозволяє вагомо покращити якість бурякової стружки та збільшити продуктивність від 1650 до 3500 т/добу, що на ряду з їх низькою собівартістю, робить відцентрові бурякорізки серйозним конкурентом дисковим і барабанним бурякорізкам.

Модернізація бурякорізок це:

- підвищення продуктивності бурякорізки на 33 % ;
- вагоме покращення якості стружки;
- повноцінне відновлення барабана бурякорізки;
- самий дешевий спосіб нарощування продуктивності 12-рамних бурякорізок;
- забезпечення продуктивності до 3500т/добу однією бурякорізкою;
- зниження експлуатаційних і енергетичних затрат на різання буряка.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Бажко Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Опис запропонованого</i> <i>технічного рішення. Будова</i> <i>та принцип роботи.</i>		16-2559.ДП.15.004 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук ВГ.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/8



Рис. 4.1 До модернізації 12-ти рамна бурякорізка



Рис. 4.2 Після модернізації 16-ти рамна бурякорізка

## **Будова та принцип роботи обладнання.**

Відцентрова бурякорізка Т2М-СЦ2Б-12.

Типова відцентрова бурякорізка Т2М-СЦ2Б-12 складається з циліндричного корпусу 2, трилопатевого завитка 3, конічного редуктора 6, приводу, що складається з редуктора 23 і електродвигуна 24, верхнього кожуха 20, нижнього кожуха 12, завантажувального бункера, ножових рам 21, лебідки 22 і пальцевого гідравлічного шибера 25.

Циліндричний корпус бурякорізки має чотири розбірні опори 5, якими вона встановлюється на металевий каркас.

У корпусі 7 конічного редуктора поміщається вертикальний вал 8 та горизонтальний вал 11 на підшипниках 10, 15, 16, 18и 19. Для обертання вертикального валу в редукторі встановлена пара конічних шестерень 9 і 14. Конічні шестерні змащуються маслом, що знаходиться в нижній частині корпусу редуктора. Для контролю за рівнем масла на кінці трубки 17 встановлюється показник рівня . Масло зливається з редуктора по трубці 13.

Верхні і нижні підшипники вертикального валу конічного редуктора змащуються консистентним мастилом з ковпачкових маслянок 4.

Буряк завантажують в бурякорізку через завантажувальний бункер. У корпусі 2 вона захоплюється ротором з направляючими у формі улитки 3, що обертається і під дією відцентрової сили притискається до ріжучої кромки ножів. Ковзаючи по ним, буряк поступово ріжеться в бурякову стружку.

Бурякова стружка через отвори ножових рам потрапляє в простір між корпусом бурякорізки і її кожухом 20 і потім через отвір нижнього кожуха 12 поступає на подальшу переробку.

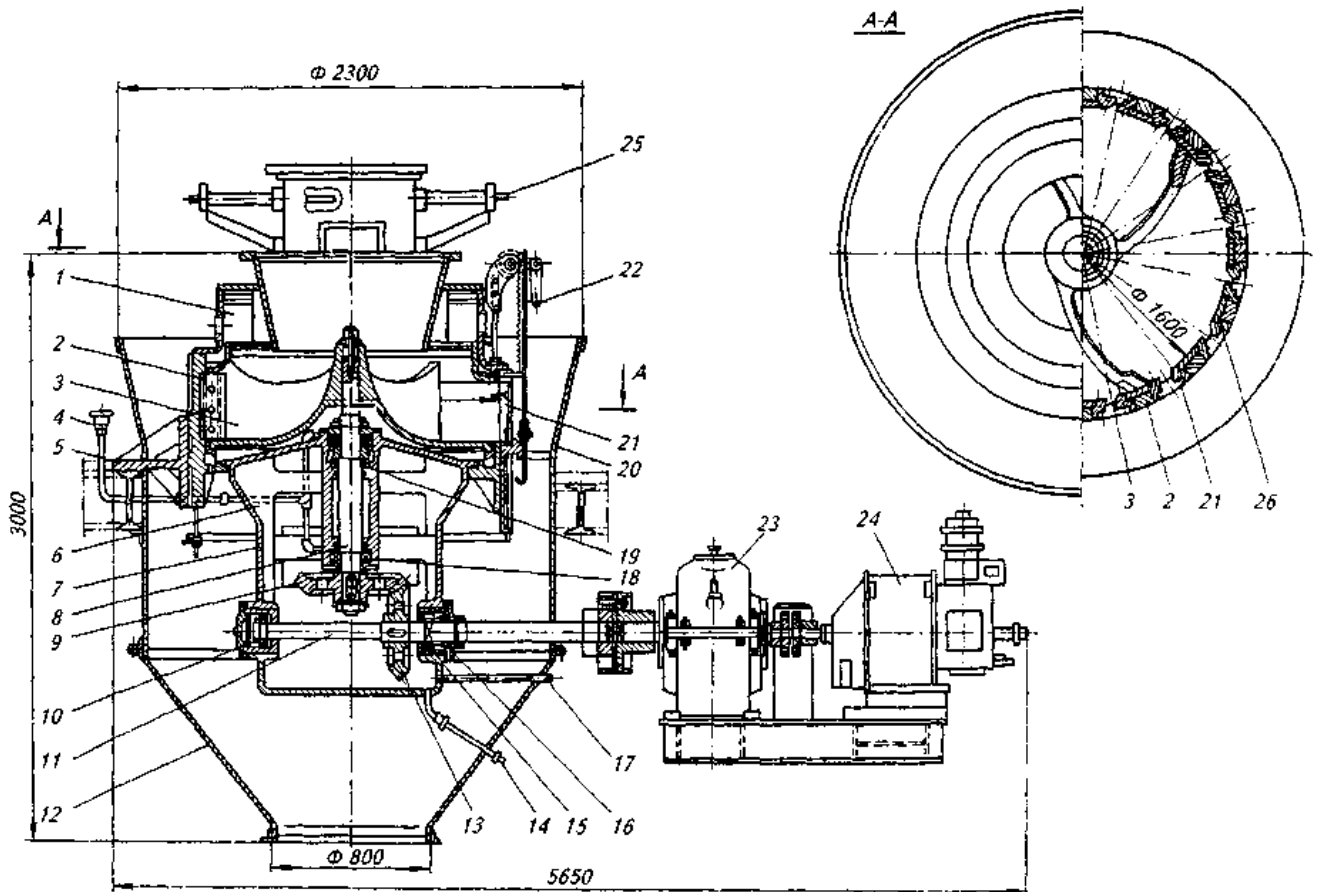


Рис. 4.3 Відцентрова бурякорізка Т2М-СЦ2Б-12:

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.

Ножові рами з ножами щільно, без хитань встановлюють в гнізда корпусу бурякорізки. Щоб рами складали з корпусом бурякорізки внутрішню поверхню одного радіусу, після установки їх проточують разом з корпусом. Корпус бурякорізки має ремонтні накладки 26, які дозволяють неодноразово проточувати його. Звичайно робочі і запасні рами разом з корпусом бурякорізки проточують один раз за сезон цукроваріння.

Ножові рами в бурякорізці замінюють без її зупинки за допомогою лебідки 22. На місце видаленої робочої рами ставлять глуху раму. Рейковий механізм переміщається по верхньому краю корпусу і встановлюється над будь-якою робочою рамою.

При попаданні важких домішок в бурякорізку і у разі потреби припинення подачі буряка в неї включається пальцевий шибер 25, що перекриває доступ буряка в корпус.

При переробці волокнистого буряка дифузійні ножі часто забиваються волокнами і одержати стружку хорошої якості стає неможливо. Для очищення ножі продувають парою або стислим повітрям.

### **Вимоги до якості стружки.**

За своїм профілем, тобто за формою поперечного перерізу, бурякова стружка повинна бути жолобчастою або пластинчастою. При цьому необхідно, щоб вона була однорідною за профілем та товщиною. В жолобчатій стружці повинно міститися не менше 55% жолобків до маси стружки, в пластинчастій – не менше 55% пластинок.

Стружку жолобчастого, а також крупну ромбовидного профілю, є можливість отримати на бурякорізках любого типу; пластинчастого і мілкою (квадратного) – тільки на відцентрових.

У буряковій стружці допускається не більше 3% браку.

### **Підготування бурякорізок**

Улітка у відцентровій бурякорізці повинна бути встановлена чітко горизонтально; при обертанні не допускається биття її в вертикальній площині з утворенням “вісімок”. Максимальний зазор між бандажами улітки і поверхнею корпусу має бути в межах 0,5 – 0,6 мм. Місця з'єднання

контр ножів з лопатями улітки відцентрової бурякорізки, повинні бути рівними, без виступів, головки кріпильних болтів потайними, а кінці їх зрізані на рівні гайки.

Рекомендується встановлювати міжрамні броньові накладки, прижимні планки ножів, контрольні планки та бандажі із неіржавіючої сталі.

Робоча поверхня уліти, а також внутрішньої поверхні барабана відцентрової бурякорізки не повинні мати виступів, впадин та тріщин.

Максимальний зазор між контрножем і барабаном повинен бути не більше 8мм.

Відцентрові бурякорізки мають бути в комплектовані поворотними ножовими рамами для регулювання підйому ножів, пристроями для регулювання ножових рам по висоті барабана і механізмами для підйому заглушок і ножових рам.

Ножові рами, у відцентрових бурякорізках повинні щільно входити у вікна, знаходитися на одній висоті, не качатися в радіальному напрямку після притискання гвинтом, але разом із тим після послаблення притискання витягається вільно, без застосування молотка чи ричагу.

Робоча поверхня рами повинна утворювати із внутрішньої поверхні барабана єдину циліндричну поверхню без виступів і впадин.

Планки, утримуючі рами у вікнах, повинні бути рівними і щільно прикручені до барабану.

Накладки до ножових рам відцентрових бурякорізок повинні бути підігнані так, щоб тонка частина їх щільно прилягала до ножів і не утворювала виступів.

Швидкість різання на відцентрових бурякорізках регулюють від 4 до 8 м/с.

Бункер над бурякорізками необхідно обладнати світловою та звуковою сигналізацією верхнього та нижнього рівня буряка в ньому.

Кожна відцентрова бурякорізка повинна має бути в комплектована глушками в кількості не менше 4 шт. Глушки виготовляють із того ж матеріалу, що і барабан. З внутрішньої поверхні барабана вони мають утворювати єдину поверхню.

Для використання старих бурякорізальних ножів зменшеної ширини необхідно мати набори запасних планок на 5 -10 мм ширше звичайних.

Ножові рами і вікна після індивідуальної підгонки необхідно пронумерувати безпосередньо перед проточкою разом з корпусом і не дозволяти при експлуатації бурякорізки взаємної перестановки ножових рам.

Кожну бурякорізку зі своїм комплектом ножових рам доцільно пофарбувати в один ( індивідуальний ) колір.

Для очищування бурякорізальних ножів на “на ходу” за допомогою продувки необхідно застосовувати стисле повітря тиском 0,8 – 1,0 МПа.

Витрата повітря на одну бурякорізку відцентрового типу – 12 м<sup>3</sup>/хв.

При розрахунку необхідності стислого повітря на всі бурякорізки необхідно розраховувати із кількості одночасно працюючих бурякорізок, забезпечуючи необхідну продуктивність заводу.

Трубки із соплами для продувки ножів на відцентрових бурякорізках доцільно встановити в середині контр ножів або в прийомі (заглибленні), виконаному в тілі контр ножа і лопаті улітки.

При застосуванні безреберних ножів сопла повинні бути встановленні під кутом 35 град до площини ножа; при застосуванні ребристих ножів сопла на одній із труб необхідно встановити під кутом 90 град до площини ножа.

Встановлюємий в сальниковий пристрій відцентрової бурякорізки ділянку труби, стисле повітря яке підводиться для продувки ножів, необхідно про шліфувати по зовнішньому діаметру. Кінець цієї ділянки труби повинно виходити із нижньої частини корпусу сальника на 5 – 10 мм.

На ділянці трубопроводу, який підводить повітря, між запірним вентилем і бурякорізкою, необхідно встановити манометр для контролю

робочого тиску повітря. Повітря повинно бути розраховане на тиск не менше 1,2 МПа.

На кожному направляючому жолобі від бункера буряка перед бурякорізкою необхідно встановити шибер, бажано з механічним приводом.

Робоче місце біля бурякорізок має бути забезпечене повним комплектом інструментів, використовуваних при розбиранні, наборові і встановленні рам ( гаки, крюки, шаблони, кондуктори, оправки, молотки, напилки і т.д. ).

## 5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

При роботі в бурякорізці відбувається процес тертя підсилений абразивом який попадає з буряком. Також з буряком в барабан бурякорізки потрапляє хлорована 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-28-48 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.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Боджо Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вибір конструкційних матеріалів</b>	<b>16-2559.ДП.15.005 ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/1	

## 6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 6.1. 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:

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * L * h * v * \rho * K_k * K_e}{1000} \text{ т/добу,}$$

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:

$$L = m * L_1 = 32 * 0.165 = 6.6 \text{ мм}$$

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

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

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Боджо Є	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Талалай В.	Назва, додаткова назва <b>Розрахункова частина</b>	16-2559.ДП.15.006 ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук ВГ.		Інд.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш 1/17

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$G = \frac{24 * 60 * 60 * 6.6 * 0.004 * 5 * 550 * 0.9 * 0.98}{1000} = 4400m / \text{добу}.$$

## 6.2 Кінематичний розрахунок приводу і вибір електродвигуна

Вихідні дані:

$P_{ДВ} = 71$  кВт,

$N_{В} = 109$  об /с,

$\beta = 160$  град.

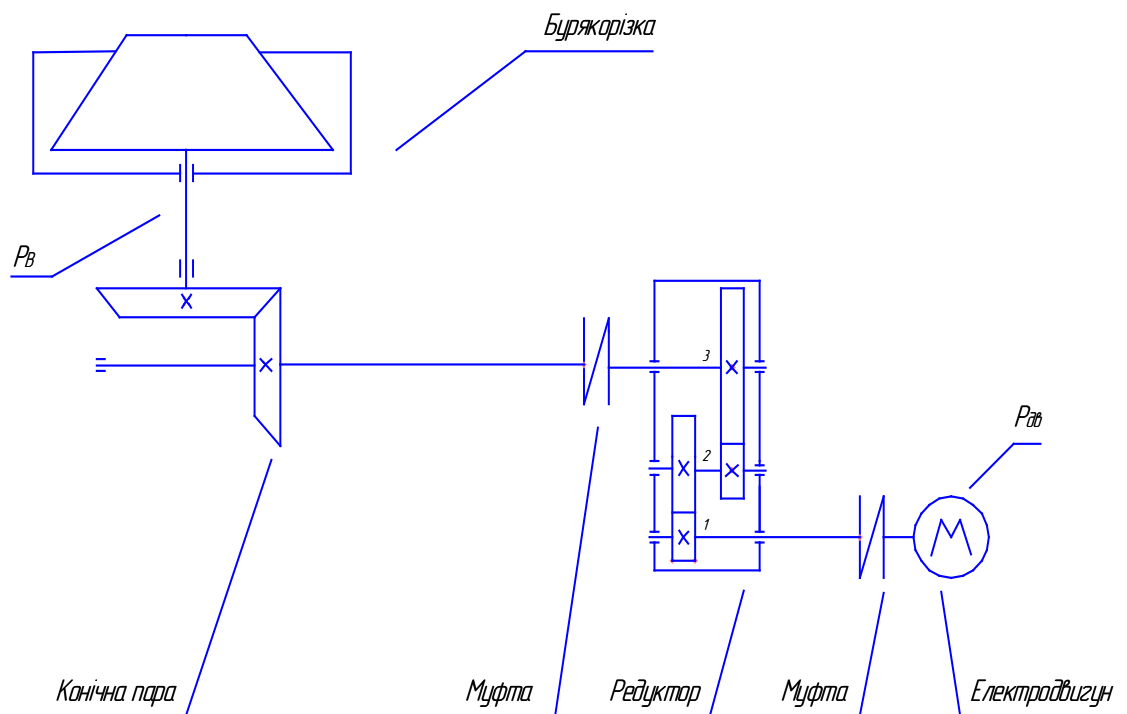


Рис.5.1 Привід трансмісії

Визначаємо загальний ККД приводу:

$$\eta = \eta_{\text{вб}}^2 \times \eta_{\text{еб}} \times \eta_{\text{іб}}^3 = 0,98^2 \times 0,98 \times 0,99^3 = 0,90;$$

де

$\eta_{цк}$  - ККД пари циліндричних коліс,  $\eta_{цк}=0,98$ ;

$\eta_{кк}$  - ККД пари конічних коліс,  $\eta_{кк}=0,97$  ;

$\eta_{іє}$  - ККД підшипників кочення,  $\eta_{іє}=0,99$ .

Потрібна потужність електродвигуна:

$$P_{\dot{A}} = P_{\dot{и}} \times \eta = 71 \times 0,9 = 64 \text{ кВт.}$$

Частота обертання вихідного валу трансмісії:

$$\omega_{\dot{a}} = \frac{\Pi \times \eta_{\dot{A}}}{30} = \frac{3,14 \times 109}{30} = 11,40 \text{ рад/сек.}$$

По потрібній потужності  $P_B = 64 \text{ кВт}$  вибираємо електродвигун приводу 2ПФ250МГУ4, М101 з синхронною частотою обертання 1000 об/хв. і параметрами  $P_{дв} = 71 \text{ кВт}$  і ковзанням 2,8%(ГОСТ 19523-81).

Номінальна частота обертання  $\eta_{\dot{A}} = 1000 - 42 = 972 \text{ об/хв.}$ , а кутова швидкість

$$\omega_{\dot{a}\dot{a}} = \frac{\Pi \times \eta_{\dot{A}}}{30} = \frac{3,14 \times 972}{30} = 101,73 \text{ рад/с.}$$

Визначимо загальне передаточне відношення:

$$j = \frac{\omega_{\dot{a}\dot{a}}}{\omega_{\dot{a}}} = \frac{101,73}{11,40} = 8,92,$$

Згідно до ДСТУ ISO 53-2001 приймаємо передаточні відношення:

- для конічної пари,  $u_{єи} = 1,2$
- для циліндричної пари,  $u_{іи} = 2,24$ .

Визначаємо обертові моменти:

- на валу двигуна (1 вал редуктора):

$$T_1 = T_{\dot{A}\dot{A}} = \frac{D_{\dot{A}\dot{A}}}{\omega_{\dot{A}\dot{A}}} = \frac{64 \times 10^3}{101,73} = 629,11 \times 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

- на 2 валу редуктора:

$$T_2 = T_1 \times u_{\dot{\sigma}\dot{\tau}} = 629,11 \times 10^3 \times 2,24 = 1409,2 \times 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

- на 3 валу редуктора:

$$T_3 = T_2 \times u_{\dot{\sigma}\dot{\tau}} = 1409,2 \times 10^3 \times 2,24 = 3156,60 \times 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

- на валу 4 трансмісії:

$$T_4 = T_3 \times u_{\dot{\epsilon}\dot{\tau}} = 3156,60 \times 10^3 \times 1,2 = 3787,92 \times 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Частота обертання:

- 1 вал редуктора:  $n_1 = n_{\dot{a}\dot{a}} = 977 \text{ об/хв.}$

- 2 вал редуктора:  $n_2 = \frac{\dot{i}_1}{\dot{\epsilon}_{\dot{\sigma}\dot{\tau}}} = \frac{972}{2,24} = 433,92 \text{ об/хв.}$

- 3 вал редуктора:  $n_3 = \frac{\dot{i}_2}{\dot{\epsilon}_{\dot{\sigma}\dot{\tau}}} = \frac{433,92}{2,24} = 193,71 \text{ об/хв.}$

- 4 вал трансмісії:  $n_4 = n_{\dot{A}} = 109 \text{ об/хв. (див. вище)}$

Визначаємо кутову швидкість:

- на 1 валу редуктора:  $\omega_1 = \omega_{\dot{a}\dot{a}} = 101,73 \text{ рад/с;}$

- на 2 валу редуктора:  $\omega_2 = \frac{\omega_1}{\dot{\epsilon}_{\dot{\sigma}\dot{\tau}}} = \frac{101,73}{2,24} = 45,41 \text{ рад/с;}$

- на 3 валу редуктора:  $\omega_3 = \frac{\omega_2}{\dot{\epsilon}_{\dot{\sigma}\dot{\tau}}} = \frac{45,41}{2,24} = 20,27 \text{ рад/с;}$

- на 4 валу трансмісії:  $\omega_4 = \omega_{\dot{A}} = 11,40 \text{ рад/с.}$

Отримані результати зводимо до таблиці 5.2.:

## Результати розрахунку основних параметрів приводу трансмісії

Параметр Вал	Частота обертання, об/хв	Кутова швидкість, рад/с	Крутний момент, Н·мм	Потужність, кВт
1	972	101,73	$629,11 \cdot 10^3$	71
2	433,92	45,41	$1409,2 \cdot 10^3$	68,53
3	193,71	20,27	$3156,6 \cdot 10^3$	66,15

**6.3 Конструкційні розрахунки**

## 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:

$$L_2 = (0.155 + 0.05) * 20 = 4.1 м;$$

Звідси внутрішній діаметр барабана:

$$D = \frac{L_2}{\pi} = \frac{4.1}{3.14} = 1.3 м.$$

З урахуванням зазорів приймаємо внутрішній діаметр барабана 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:

$$H = 2N + C = 2 \cdot 392 + 10 = 794 \text{ мм.}$$

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 легкодоступності, простоти ремонту та обслуговування, надійної і тривалої експлуатації.

### **Розрахунок потужності приводу бурякорізки**

Конструкція приводу повинна забезпечувати зміну швидкості різання. При завітку, розміщеному в барабані діаметром 1,4 м, і бажаній зміні швидкості в межах 4...8 м/с:

$$n_{\min} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D}$$

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

$D$  - діаметр барабану;

$n$  – частота обертання.

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

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

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

$$K_k = \frac{\pi D - \sum \delta}{\pi D} = \frac{3.14 \cdot 1.4 - 3 \cdot 0.04}{3.14 \cdot 1.4} = 0.98$$

Визначимо необхідну потужність приводу.

Потужність необхідна для розгону буряків потужність:

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

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

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

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:

$$N_2 = 1.91 * f * L_1 * m * \eta * v * K_k$$

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:

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

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

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.

## 6.4 Розрахунок приводу

### Розрахунок закритої конічної передачі

Приймаємо для шестерні і колеса одну і ту ж марку сталі з різною термообробкою (вважаючи, що діаметр заготовки шестерні не перевищить 540 мм).



Рис. 6.2 Конічна передача

Приймаємо для шестерні сталь 40Х покращену з твердістю HB270; для колеса сталь 40Х покращену з твердістю HB245.

Допустимі контактні напруження :

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H\lim b} \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{560 \cdot 1}{1,15} = 485 \text{ МПа.}$$

Тут приймаємо для колеса

$$\sigma_{H\lim b} = 2HB + 70 = 2 \cdot 245 + 70 = 560 \text{ Мпа.}$$

При тривалій експлуатації коефіцієнт довговічності  $K_{HL} = 1$ .

Коефіцієнт безпеки приймаємо  $[S_H] = 1,15$ .

Коефіцієнт  $K_{H\beta}$  при консольному розміщенні шестерні -  $K_{H\beta} = 1,35$ .

Коефіцієнт ширини вінця по відношенню до зовнішньої конусної відстані. Зовнішній ділильний діаметр колеса:

$$d_{e2} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{H\beta} \cdot u}{[\sigma_H]^2 \cdot (1 - 0,5\psi_{br_e})^2 \cdot \psi_{br_e}}};$$

В цій формулі для косозубих передач  $K_d = 99$ ; передаточне число  $\dot{e} = \dot{e}_{\dot{e}i} = 1,2$ ;

$$d_{a2} = 99 \sqrt[3]{\frac{1409,2 \times 10^3 \times 1,35 \times 1,2}{485^2 \times (1 - 0,5 \times 0,285)^2 \times 0,285}} = 530 \text{ мм}$$

Приймаємо по ГОСТ 12289-76 найближче стандартне значення

$$d_{a2} = 528,36 \text{ мм.}$$

Приймаємо число зубів шестерні  $Z_1 = 39$ .

Число зубів колеса

$$Z_2 = Z_1 \cdot u = 39 \cdot 1,2 = 47$$

Оскільки числа зубів отримано без заокруглень, то відхилення від заданого передаточного відношення не проводимо.

Зовнішній коловий модуль

$$m_{\dot{a}} = \frac{d_{a2}}{Z_2} = \frac{528,36}{47} = 11,24 \approx 11 \text{ мм}$$

Уточнюємо значення

$$d_{a2} = m_{\dot{a}} \cdot Z_2 = 11 \cdot 47 = 517 \text{ мм.}$$

Відхилення від стандартного значення складає,  $\frac{528,36 - 517}{517} \cdot 100 = 2,1\%$

, що допустимо, так як менше допустимих 2%.

Кути ділительних конусів

$$\text{ctg } \delta_1 = u = 2,24 ; \delta_1 = 25^\circ 34' ;$$

$$\delta_2 = 90^\circ - \delta_1 = 90^\circ - 25^\circ 34' = 64^\circ 26'$$

Зовнішня конусна відстань  $R_e$  і довжина зуба  $b$  :

$$R_{\dot{a}} = 0,5 m_{\dot{a}} \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2} = 0,5 \cdot 11 \sqrt{39^2 + 47^2} = 236 \text{ мм};$$

$$b = \psi_{br} \cdot R_{\dot{a}} = 0,285 \cdot 236 = 67,26 \text{ мм}$$

Приймаємо  $b = 68 \text{ мм.}$

Зовнішній ділительний діаметр шестерні:

$$d_{a1} = m_a \cdot Z_1 = 4 \cdot 39 = 156 \text{ мм}$$

Середній ділительний діаметр шестерні:

$$d_1 = 2 \cdot (R_e - 0,5b) \cdot \sin \delta_1 = 2(110 - 0,5 \cdot 32) \cdot \sin 25^\circ 34' = 81,2 \text{ мм}$$

Зовнішні діаметри шестерні і колеса (по вершинам зубів):

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2m_e \cdot \cos \delta_1 = 100 + 2 \cdot 3,6 \cdot 0,9 = 106,5 \text{ мм},$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2m_e \cdot \cos \delta_2 = 202 + 2 \cdot 3,6 \cdot 0,43 = 205,3 \text{ мм},$$

Середній коловий модуль:

$$M = \frac{d_1}{Z_1} = \frac{430}{39} = 11,02 \text{ мм}.$$

Коефіцієнт ширини шестерні по середньому діаметру:

$$\psi_{bd} = \frac{b}{d_1} = \frac{32}{81,2} = 0,39.$$

Середня колова швидкість коліс:

$$v = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2} = \frac{152,6 \cdot 81,2}{2} = 6,5 \text{ м/с}$$

Для конічних коліс, як правило, призначають 7-у степінь точності.

Для перевірки контактних напружень визначаємо коефіцієнт навантаження:

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{H\nu}$$

Приймаємо  $\psi_{bd} = 0,39$ , консольному розміщенні коліс і твердості  $H_B < 350$  коефіцієнт, враховуючий розподілення навантаження по довжині зуба,  $K_{H\beta} = 1,15$ . Коефіцієнт, що враховує розподілення навантаження між прямими зубами,  $K_{H\alpha} = 1$ .

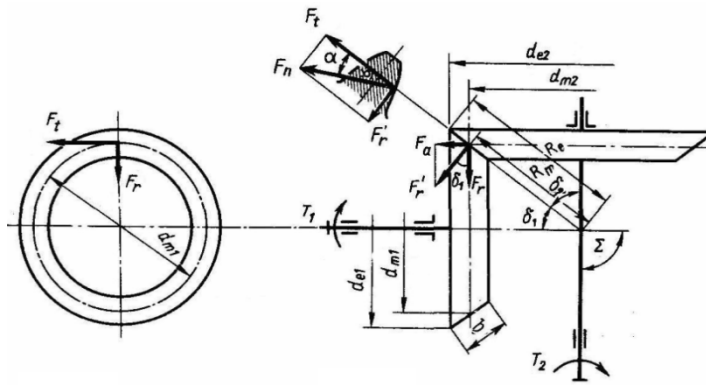


Рис. 6.3. Схема сил, що діють у зачепленні

Коефіцієнт, який враховує динамічне навантаження в зачепленні, для косозубих коліс при  $v \geq 5$  м/с  $K_{Hv} = 1,07$ .

Таким чином,  $K_H = 1,15 \cdot 1 \cdot 1,07 = 1,2$ .

Перевіряємо контактне напруження:

$$\sigma_H = \frac{335}{R_e - 0,5b} \sqrt{\frac{T_2 \cdot K_H \sqrt{(u^2 + 1)^3}}{b \cdot u^2}},$$

$$\sigma_H = \frac{335}{110 - 0,5 \cdot 32} \sqrt{\frac{161,5 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \sqrt{(2,24^2 + 1)^3}}{32 \cdot 2,24^2}} \approx 474 < [\sigma_H] = 485 \text{ МПа.}$$

Сили в зачепленні:

$$\text{колова } F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 72 \cdot 10^3}{82} = 1756 \text{ Н;}$$

радіальна для шестерні, рівна осьовій для колеса,

$$F_{r1} = F_{a2} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \delta_1 = 1756 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \cos 25^\circ 34' \approx 572,2 \text{ Н}$$

осьова для шестерні, рівна радіальній для колеса,

$$F_{a1} = F_{r2} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \delta_1 = 1756 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \sin 25^\circ 36' \approx 296 \text{ Н}$$

Перевірка зубів на витривалість по напруженням згину:

$$\sigma_F = \frac{F_t K_F Y_F}{\rho_F b m} \leq [\sigma_F].$$

Коефіцієнт навантаження

$$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{Fv}$$

Буде становити при  $\psi_{bd} = 0,39$ , консольному розміщенні коліс, валах на роликівих підшипниках і твердості  $HB < 350$  значення  $K_{F\beta} = 1,2$ .

При твердості  $HB < 350$ , швидкості  $v = 6,5$  м/с і 7-й степені точності  $K_{Fv} = 1,5$  (значення взято для 8-ї степені точності).

$$\text{Тоді, } K_F = 1,2 \cdot 1,5 = 1,8.$$

$Y_F$  - коефіцієнт форми зуба вибираємо в залежності від еквівалентних чисел зубів:

$$\text{для шестерні } z_{v1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{25}{\cos 25^\circ 36'} \approx 28;$$

$$\text{для колеса } z_{v2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2} = \frac{56}{\cos 64^\circ 26'} \approx 130.$$

$$\text{При цьому } Y_{F1} = 3,85 \text{ і } Y_{F2} = 3,60.$$

Допустиме напруження при перевірці зубів на витривалість по напруженням згину:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F \text{ limb}}^0}{[S_F]}$$

Для сталі 40Х покращеної при твердості  $HB < 350$

$$\sigma_{F \text{ limb}}^0 = 1,8HB.$$

Для шестерні  $\sigma_{F \text{ limb}}^0 = 1,8 \cdot 270 \approx 490$  МПа.

Для колеса  $\sigma_{F \text{ limb}}^0 = 1,8 \cdot 245 \approx 440$  МПа.

Коефіцієнт запасу міцності

$$[S_F] = [S_F]' [S_F]''$$

Обираємо  $[S_F]' = 1,75$ ; для поковок і штамповок  $[S_F]'' = 1$ . Таким чином,  $[S_F] = 1,75 \cdot 1 = 1,75$ .

Допустимі напруження при розрахунку зубів на витривалість:

$$\text{для шестерні } [\sigma_{F1}] = \frac{490}{1,75} = 280 \text{ МПа};$$

$$\text{для колеса } [\sigma_{F2}] = \frac{440}{1,75} = 250 \text{ МПа.}$$

$$\text{Для шестерні відношення } \frac{[\sigma_{F1}]}{Y_{F1}} = \frac{280}{3,85} = 72,7 \text{ МПа.}$$

$$\text{Для колеса - } \frac{[\sigma_{F2}]}{Y_{F2}} = \frac{250}{3,6} = 69,9 \text{ МПа.}$$

Подальший розрахунок ведемо для зубів колеса, так як отримане відношення для нього менше.

Перевіряємо зуб колеса:

$$\sigma_{F2} = \frac{1756 \cdot 1,8 \cdot 3,6}{32 \cdot 3,2} \approx 111,1 \text{ МПа} < [\sigma_{F2}] = 250 \text{ МПа.}$$

### **Розрахунок валів по еквівалентним моментам**

Розрахунок виконуємо на кручення по пониженим допустимим напруженням.

Крутні моменти в поперечних перерізах валів:

$$\text{ведучого (I)} \quad T_{\hat{e}1} = T_1 = 628,11 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$\text{веденого (II)} \quad T_2 = 1409,2 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$\text{веденого (III)} \quad T_3 = 3156,6 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$\text{валу трансмісії (IV)} \quad T_4 = 3787,92 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$$

Ведучий вал I.

Діаметр вихідного кінця при допустимому напруженні  $[\tau_K] = 25 \text{ МПа}$ :

$$d_{A1} = 3 \sqrt{\frac{\dot{O}_{\hat{e}1}}{0,2[\tau_{\hat{e}}]}} = 3 \sqrt{\frac{629,11 \times 10^3}{0,2 \times 25}} = 50 \text{ мм.}$$

Щоб ведучий вал редуктора можна було приєднати за допомогою МУВТ з валом електродвигуна  $d_{AA}=48\text{мм}$ , приймаємо  $d_{E1}=50\text{мм}$ .

Ведений вал II.

Діаметр валу II (посадочне місце під підшипник) при допустимому напруженні  $[\tau_K]=25\text{МПа}$ :

$$d_2 = 3\sqrt{\frac{\dot{O}_2}{0.2 \times [\tau_{\hat{E}}]}} = 3\sqrt{\frac{1409,2 \times 10^3}{0.2 \times 25}} = 76 \text{ мм.}$$

Ведений вал III.

$$d_{A3} = 3\sqrt{\frac{\dot{O}_3}{0.2 \times [\tau_{\hat{E}}]}} = 3\sqrt{\frac{3156,6 \times 10^3}{0.2 \times 20}} = 92 \text{ мм.}$$

Вал трансмісії IV.

$$d_4 = 3\sqrt{\frac{\dot{O}_3}{0.2 \times [\tau_{\hat{E}}]}} = 3\sqrt{\frac{3787,92 \times 10^3}{0.2 \times 25}} = 95 \text{ мм.}$$

### Підбір шпонок і перевірка шпонкових з'єднань

Для редуктора підбираємо шпонки призматичні із заокругленими торцями. Матеріал шпонок – сталь 45 нормалізована.

Напруження зминання і умова міцності:

$$\sigma_{зм}^{\max} \approx \frac{2T}{d(h-t_1)(l-b)} \leq [\sigma_{зм}];$$

Допустимі напруження зминання при сталій маточина  $[\sigma_{зм}] = 100 \div 120\text{МПа}$ , при чавунній  $[\sigma_{зм}] = 50 \div 70\text{МПа}$ .

Ведучий вал:  $d=50\text{мм}$ ,  $b \times h = 12 \times 10\text{ мм}$ ,  $t_1=7$ , довжина шпонки  $l = 70\text{мм}$  (при довжині маточини півмуфти МУВП  $80\text{мм}$ , див табл. 11.5 [1]); момент на ведучому валу  $T_1 = 72 \cdot 10^3\text{ Н}\cdot\text{мм}$ ;

$$\sigma_{зм}^{\max} \approx \frac{2 \cdot 73 \cdot 10^3}{32(8-5)(70-10)} = 25,4\text{МПа} < [\sigma_{зм}].$$

(матеріал муфт МУВП чавун марки СЧ 20).

Проміжний вал: з двох шпонок – для двох циліндричних шестерень – більш навантажена перша (менша довжина маточини, а отже і шпонки)  $b=76\text{мм}$ ,  $b \times h = 12 \times 8$ ,  $t_1=7$ , довжина шпонки  $l = 40\text{мм}$  при довжині маточини зірочки  $44\text{мм}$ .; момент  $T_2 = 161,5 \cdot 10^3 \text{Н} \cdot \text{мм}$ ;

$$\sigma_{зм}^{\max} \approx \frac{2 \cdot 161,5 \cdot 10^3}{38(8-5)(40-12)} = 101 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}].$$

Вихідний вал: : з двох шпонок – під циліндричним колесом і півмуфтою – більш навантажена друга,  $d=92\text{мм}$ ,  $b \times h=12 \times 10$ ,  $t_1=8$  довжина шпонки  $l=95\text{мм}$ ; момент  $T_3 = 361,7 \cdot 10^3 \text{Н} \cdot \text{мм}$ ;

$$\sigma_{зм}^{\max} \approx \frac{2 \cdot 361,7 \cdot 10^3}{45(9-5,5)(80-14)} = 69,6 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}]$$

### Вибір і перевірка муфти

Типорозмір муфти вибираємо за діаметром вала і по величині розрахункового крутного моменту:

$$T_p = k T_{НОМ} \leq [T];$$

де  $k$  - коефіцієнт, який враховує умови експлуатації,  $k = 1,4$ ;

$T_{НОМ}$  - номінальний крутний момент на валу;

$[T]$  - допустиме значення крутного моменту.

Для приводу трансмісії потрібно 2 муфти, в процесі роботи яких можливе деяке зміщення. Тому обираємо жорсткі втулично-пальцеві муфти (МУВП) по ГОСТ 21424-75.

Для з'єднання електродвигуна з редуктором підбираємо муфту, яка підходить по діаметру з'єднуваних кінців валів:  $d=50\text{мм}$ ,  $D=180\text{мм}$ ,  $[T]=250 \text{Н} \cdot \text{м}$ . Перевіряємо:  $T_p = 1,4 \cdot 72 = 100,8 \text{Н} \cdot \text{м} \leq [T] = 250 \text{Н} \cdot \text{м}$ .

Для з'єднання редуктора з валом трансмісії підбираємо муфту з наступними параметрами:  $d=95\text{мм}$ ,  $D=360\text{мм}$ ,  $[T]=750 \text{Н} \cdot \text{м}$ .

Перевіряємо:  $T_p = 1,4 \cdot 556 = 778,4 \text{ Н} \cdot \text{м} \leq [T] = 1000 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

Отже, обрані муфти задовольняють умовам міцності.

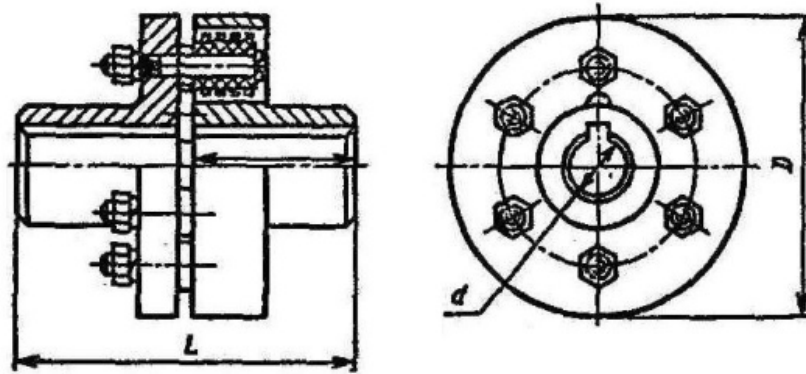


Рис.6.4. Основні розміри муфти МУВП (ДСТУ 3172-95)

## 7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

### 7.1 Розрахунок допусків

Кришка підшипника, сталь 45 ДСТУ 7809:2015 .

Мінімальний припуск на оброблення поверхні розраховується:

$$2Z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + R_{i-1} + \sqrt{T_{np-1}^2 + E_{y_{i-1}}^2});$$

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

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

Максимальний припуск на оброблення визначається :

$$2Z_{i\min} = 2Z_{i\max} + T_{i-1} - T_i$$

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 :

$$2Z_{i\text{ном}} = \frac{2Z_{i\min} + 2Z_{i\max}}{2}$$

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

1. Припуски на чистове точіння:

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

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

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

Припуски на чорнове точіння:

$$2Z_{1\min} = 2(R_{z_0} + R_0 + \sqrt{T_{np0}^2 + E_{y_1}^2}) = 2(160 + 200 + \sqrt{1200^2 + 100^2}) = 3128.32 = 3129 \text{ мкм}$$

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Боджо Є	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Талалай В.	Назва, додаткова назва Технологічний маршрут виготовлення деталі	16-2559.ДП.15.007 ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук ВГ.		Інд.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш 1/3

Загальний припуск:

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

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

## 7.2 Аналіз обробки поверхонь

Таблиця 7.1

Аналіз обробки поверхонь

№ 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 $\varnothing 350$ , Р6Б5, 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, $\varphi = 45^\circ$ , Т5К10, ШЦ1.
20.2	Точити поверхню 2 до $\varnothing 125$ мм, $l = 7$ мм, $t = 2$	Різець прохідний упорний правий 2, Т5К10, ШЦ 1.
20.3	Точити поверхню 3 до $\varnothing 115$ мм, $l = 6$ мм, $t = 2$	Різець прохідний упорний правий 3, Т5К10, ШЦ 1.

Продовження таблиці 7.2 Аналіз обробки поверхонь

№ 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, Т5К10, ШЦ 1.
20.5	Точити поверхню 5 до $\varnothing 67\text{мм}$ , $l = 3\text{мм}$ , $t = 2$	Різець прохідний упорний правий 5, Т5К10, ШЦ 1.
20.6	Зняти фаску 6	Різець прямий прохідний відігнутий правий, $\varphi = 45^\circ$ , Т5К10, 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, $\varphi = 45^\circ$ , Т5К10,ШЦ1.
30.2	Точити поверхню 8 до $\varnothing 125\text{мм}$ , $l = 4$ , $t = 2$ мм.	Різець прохідний упорний правий 8, Т5К10, ШЦ 1.
30.3	Точити поверхню 9 до $\varnothing 170\text{мм}$ , $l = 4\text{мм}$ , $t = 2$ мм.	Різець прохідний упорний правий 9, Т5К10, ШЦ 1.
30.4	Зняти фаску $4 \times 45^\circ$	Різець прямий прохідний відігнутий правий 10, $\varphi = 45^\circ$ , Т5К10,ШЦ1.
40	Свердлильна УЗЗ	Вертикально-свердлильний верстат 2Н118
40.1	Свердлити 4 отвори під $\varnothing 10$ , $l= 14\text{мм}$ .	Свердло $\varnothing 10$ , Р6М5

## 8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ

### Правила монтажу бурякорізки

Під монтажем потрібно розуміти всю сукупність операцій, як підготовчих, так і виконавчих, що включають розконсервування устаткування, ревізію, агрегатну зборку, установку на фундамент, вивірку, підключення до комунікацій і індивідуальні іспити.

Монтажні роботи можуть проводитись як на новоспорудженому, так і на діючому підприємстві при оснащенні його додатковим устаткуванням чи реконструкції окремих цехів.

Своєчасна підготовка монтажних робіт і правильна організація їх проведення забезпечують максимальну продуктивність праці, скорочення термінів тривалості монтажу устаткування і високу якість монтажних робіт.

Перш ніж приступити до монтажу, необхідно детально ознайомитися з проектом і в першу чергу з проектними матеріалами : монтажним проектом, проектом організації монтажних робіт, кошторисною документацією, технічною документацією на устаткування, робочими кресленнями, специфікаціями. Ці матеріали необхідно перевірити з метою виявлення їхньої повноти і достатності для виконання монтажних робіт.

На початку проведення монтажних робіт необхідно здійснити організаційно-технічну підготовку.

Тимчасові майстерні для виготовлення устаткування, що не поставляється, (каркаси, трубопроводи й ін.) і забезпечення ремонту устаткування, монтажних пристосувань і інструментів створюються відповідно до вказівок проекту виробництва монтажних робіт.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Боджо Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</b>	<b>16-2559.ДП.15.008 ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/8	

На кожен проект організації монтажних робіт розробляється проектно-кошторисна документація.

### **Монтаж відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12**

На цукрових заводах бурякорізки монтують на спеціальному металевому перекритті, розташовуючи їх завжди під бункером, над яким встановлені ваги для буряка. У бункері над бурякорізками створюють запас буряка на 10-20 хвилин продуктивності заводу, що сприяє стабілізації роботи бурякорізок у безперервному режимі. В горловині бункера над кожною бурякорізкою встановлюють пальчасті шибера або засувки із приводами від пневматичних циліндрів типу ПСП-2-Т для забезпечення їх швидкою дією.

Бурякорізки встановлюють так, щоб вони знаходились поряд біля дифузійних апаратів, куди направляють бурякову стружку на подальшу переробку за допомогою стрічкового конвеєра, на якому встановлюють стрічкові ваги.

Стрічкові конвеєри повинні мати постійне зусилля натягу стрічки, для чого передбачають спеціальний вантажно-натяжний пристрій. Кілька бурякорізок на площадці компанують по різному (дві – вздовж або поперек стрічкового транспортера; три бурякорізки рівностороннім трикутником або прямокутником), але з врахуванням того, щоб нахил жолобів під бурякорізками для стружки був не менший 45-50 градусів і не було розсипів стружки.

В нашому випадку бурякорізка монтується окремими вузлами. Спочатку вона завозиться в завод на автомобілі, потім електротельфером через монтажний прохід її встановлюють на спеціальний візок. За допомогою лебідки візок перетягують до місця монтажу. Після зняття каркасу з дощок із вузлів бурякорізки, доставленої на цукровий завод, необхідно на сухо витерти зволоженою розчинником або бензином тканиною оброблені

поверхні, покриття антикорозійним покриттям. Всі поверхні тертя і підшипники необхідно змастити.

На металевому перекритті розмічають місце встановлення бурякорізки. Перед встановленням на вал бурякорізки улітка підлягає балансуванню. На місці монтажу за допомогою ручної талі, встановлюють чітко горизонтально корпус бурякорізки на каркас. Далі здійснюють збирання бурякорізки. З цією метою на стендові в коробку (нижню головку) вкладають упорний і радіальні підшипники, фетрове ущільнення і вставляють вал з попередньо надітою на нього конічною шестернею. Закріплюють кришку коробки. На вал надівають і надійно закріплюють улітку. Зібраний вузол коробки підшипників з підшипниками, валом, уліткою, шестернею встановлюють в підготовлену раму площадки обслуговування, центрують і кріплять. При монтажі відцентрової бурякорізки необхідно щоб вона була встановлена чітко горизонтально і надійно закріплена. Вертикальне биття улітки має бути не більше 0,12-0,15мм. Недопустиме при обертанні улітки биття у вертикальній площині із утворенням як то кажуть вісімок. Максимальний зазор між бандажами улітки і поверхнею корпусу має бути 0,5-0,6 мм.

Перевіряють закріплення улітки на валу. Контрножі мають бути, встановлені так, щоб зазор між контрножем і барабаном складав 5-6мм, а максимальний має бути не більше 8мм. Потім кріпиться піддон бурякорізки із горизонтальним валом конічного редуктора. Вал встановлюють чітко за рівнем із щільним перевірнням зачеплення конічних шестерень. При цьому обертання уліти виконується з початку від руки. Встановлюють верхній чавунний кожух, короб, рейковий механізм для підйому ножових рам.

Встановлюють раму із редуктором і електродвигуном, з'єднують муфтою вали редуктора і бурякорізки, пильно перевіряють їх сумісність. Перевіряють правильність компоновки. Піддон бурякорізки і корпус

редуктора приводу заливають мастилом, слідкують за рівнем по рисках вказівників.

Встановлюють кожух і кріплять до підлоги. Виконують монтаж вузла шибера. Заповнення улітки буряком має виконуватися за допомогою конічного схилу, кут якого до бурякорізки має бути не менше 37°. Швидкість різання для відцентрових бурякорізок регулюється від 4 до 8 м/с. Гранична швидкість різання 9,6 м/с.

Після пильної перевірки наявності необхідного підйому ножів, зазору між ножами і контр ножами виконується перший пуск бурякорізки.

### **Правила експлуатації бурякорізки**

Для нормального процесу різання буряка необхідно, щоб рівень в бурякорізці був постійний. Для відцентрової бурякорізки підтримують рівень буряка на висоті не менше 0,8 м над верхнім краєм ножової рами.

При занадто великій продуктивності бурякорізки частоту обертання завитка зменшують до допустимої межі, а потім замінюють відповідну кількість робочих рам глухими.

Запасна бурякорізка завжди має бути набрана рамами і підготовлена для негайного запуску в роботу.

У випадку виникнення стороннього звуку, характерного для попадання в бурякорізку каміння, металу та інших предметів, різання негайно зупиняють, виймають із неї сторонній предмет і оглядають стан ножів.

При вийманні рам із бурякорізки забороняється застосовувати молотки. При вийманні їх із відцентрової бурякорізки дозволяється у випадку необхідності користуватися ричагом. Витягнуті рами забороняється кидати на підлогу.

Витягнуті із бурякорізки рами миють в спеціальному бачкові, чистять, сушать на повітрі і подають на стіл наборщика.

Чистити ножі металічними предметами не дозволяється. Для цієї мети використовуються щітки і дерев'яні лопатки. Як виняток дозволяється застосування латунних лопаток.

При незначному притупленні окремих ножів їх заточують пилником безпосередньо в рамі, після їх виймання із бурякорізки.

Бурякорізку перед пуском оглядають і перевіряють, чи не залишилося у ній сторонніх предметів.

Що годино зовнішні частини бурякорізки, контактуючі зі стружкою, промивають гарячою аміачною водою.

### **Ремонт бурякорізки**

Типові відцентрові бурякорізки СЦБ-12 і СЦБ-16 відносно ремонту між собою майже ідентичні.

Після зупинки заводу бурякорізки потрібно обов'язково промити від виробничої грязі і негайно розібрати, щоб встановити об'єм необхідного багатьох деталей від машинобудівних заводів і потрібно своєчасно розмітити їх замовлення.

При ремонті ретельно оглядають стан барабана і завитка. Розробка барабана по внутрішньому діаметру за виробничий період може скласти 1—3, а то і 5 мм. Залежно від цього ухвалюється рішення про спосіб його ремонту. Досвід ряду підприємств показує, що при розробці більше 4 мм потрібно вживати заходи до відновлення номінального розміру або замінювати барабан повністю, оскільки за подальше виробництво розробка збільшиться ще на 2—3 мм і стружка втратить свою якість, що абсолютно неприпустимо. Розміри барабана відновлюють постановкою накладок на перемичках між гніздами для ножів і закріпленням кілець, що зменшують розробку по висоті.

Технологія такого ремонту наступна. Барабан по внутрішньому діаметру розточують па діаметр більший за номінальний на 20...25 мм

залежно від того, якої товщини накладки є можливість (поставити із урахуванням необхідності остаточного розточування накладок після їх збірки на барабані).

Для розточування барабана найчастіше використовується спеціально виготовлений супорт, що закріплюється на вертикальному валу бурякорізки. Супорт обертається від спеціального електродвигуна потужністю  $4\text{кВт}$  через редуктор, що забезпечує швидкість 3—4 об/хв і кінематику різки.

Барабан розточують так, щоб висота розточування була 380 мм. Якщо барабан від діаметру 1200 мм розточений до діаметру 1220 мм, то товщина листової сталі, з якої потрібно завальцювати царгу для накладок, повинна бути не менше 14 мм. Кільця потрібно виготовити із сталі завтовшки не менше 40 мм, оскільки різниця між діаметрами сполучення з завитком і розточуванням складає 70 мм (1220...1150 мм) і потрібен припуск на обробку. Найчастіше береться квадратний вал розміром 40X40 мм.

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 3.). 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, укріплюванні 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.

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 наряду 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 прошліфувати 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 слід по ним ударяти; підшипники надягають в нагрітому стані (нагрів в маслі до 100<sup>0</sup> С).

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 Т2М-СЦ2Б-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.

Тепер слід перейти до ремонту ножових рам для бурякорізки. На ножових рамах в першу чергу спрацьовуються контрольні і притискні планки, об які треться 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.

## 9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Автоматизація технологічних процесів є найважливішим засобом підвищення продуктивності праці, скорочення витрат матеріалів та енергії, покращення якості продукції, впровадження прогресивних методів управління виробництвом та підвищення надійності роботи. Широке впровадження автоматизації виробничих процесів є не лише одним із важливих факторів підвищення продуктивності праці, але й одним з найважливіших засобів підвищення якості продукції, зменшення відходів при виробничих процесах в усіх галузях народного господарства.

### 9.1. Розробка завдання на автоматизацію технологічного процесу.

Таблиця 9.1.

#### Завдання на розробку системи автоматизації

Машина, агрегат, апарат	Параметр, місце відбору параметра	Допустиме значення параметру	Вид автоматизації	Характер контролю чи керування	Додаткові вимоги
Бурякорізка	Рівень буряку	$3 \pm 2\text{м}$	Контроль	Покази, реєстрація	
	Оберти бурякорізки	$6 \pm 3\text{м/с}$	Регулювання	Покази, реєстрація	

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Боджо Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Система управління</b>		<b>16-2559.ДП.15.009 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В.Г.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/2

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 естетичний вигляд, та більш наближений до стандартів.

## 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

### 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.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Боджо Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Заходи щодо охорони праці, екології</b>		<b>16-2559.ДП.15.010 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук ВГ.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/7

Всі майданчики, які розташовані на висоті понад 260 мм від підлоги повинні мати поруччя. Санітарні металеві сходи для обслуговування обладнання встановлюються під кутом, що не перевищує  $45^\circ$  з відстанню між сходинками 230...260 мм і шириною сходів 250...300 мм. 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  $60^\circ$ .

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  $+18^\circ\text{C}$  і не вище  $+27^\circ\text{C}$ , швидкість руху повітря не вище 0,2-0,4 м/с і відносною вологістю 65 % при температурі  $+26^\circ\text{C}$ . В холодну пору року температура повинна бути не нижче  $+17^\circ\text{C}$  і не вище  $+23^\circ\text{C}$ , 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  $5-8^\circ\text{C}$  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.

Для місцевого освітлення слід передбачати світильники з непросвічуваними відбивачами які мають захисний кут не менше 30°.

Очищення світильників повинен проводити електрик згідно графіку. Для обслуговування освітлювальних приладів треба використовувати безпечні стаціонарні або пересувні пристрої (телескопічні вишки, спеціальні мостики, висувні площадки, драбини тощо).

Бурякопереробне відділення має природну та штучну систему освітлення. Штучна система освітлення – виконується лампами розжарювання (волоγοзахищені

### **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 промаркірувати.

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.

### **Екологічні заходи**

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:

- 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.

Власники транспортних засобів зобов'язані розробляти і виконувати комплекс заходів щодо знищення токсичності та обеззараження викидів і скидів транспортних засобів, переходу на менш токсичні види енергії і палива, дотримання режиму експлуатації транспортних засобів тощо.

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, укрито і забезпечено аспірацією з наступним очищенням від домішок, які там вміщені.

Димові гази котельних і жомосушильних установок повинні виводитись в атмосферу після очищення їх від хімічних речовин та твердих домішок згідно з проектно-технічною документацією.

Повітря (газ) від вентиляційних і газоочисних установок після очищення повинно виводитися в атмосферу окремим повітропроводом, який виведений вище покрівлі приміщення на висоту не менше 2 м.

Промислові стічні води цукрових заводів рівні за своїми фізичними властивостями, хімічним складом і ступенем забруднення, необхідно розрізняти за трьома категоріями.

Води I і II категорії після відповідного очищення використовуються в системах повторного і оборотного водопостачання. До стічних вод III категорії відносяться побутові стічні води, які складаються з суміші стоків головного корпусу заводу, ТЕЦ, промплощадки і робітничого селища.

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

## ВИСНОВКИ

В роботі запропонована модернізація відцентрової бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 шляхом заміни барабану з 16 пазами під ножові рами.

Це дозволяє:

- підвищення продуктивності бурякорізки на 33%;
- покращити якість стружки;
- економічний спосіб підвищення продуктивності 12-рамних бурякорізок;
- забезпечення продуктивності більше 3500т/добу однією бурякорізкою;
- зниження експлуатаційних і енергетичних затрат на різання буряка.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Боджо Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Висновки</b>	<b>16-2559.ДП.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк ВГ.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/1

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: підручник. В. Г. Мирончук, І. С. Гулий, М. М. Пушанко та ін. ; за ред. В. Г. Мирончука. 2-ге вид., перероб. і доп. Вінниця : Нова книга, 2007. 648 с.
2. Лазарев И.А. Ремонт и монтаж оборудования предприятий пищевой промышленности. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 224 с.
3. Гребенюк С. М. “Технологическое оборудование сахарных заводов”. М. Легкая и пищевая промышленность. 1983. 517 с.
4. Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання харчових виробництв: курс лекцій для студ. спец. 6.090221 "Обладнання переробних і харчових виробництв" ден. та заоч. форм навч. В. Г. Мирончук ; Нац. ун-т харч. технол. К. : НУХТ, 2007. 118 с.
5. Зайцев Н.В. Ремонт и монтаж оборудования предприятий пищевой промышленности. М. : Пищевая промышленность, 1972. 351 с.
6. Азрилевич М.Я. Технологическое оборудование сахарных заводов. М. Пищевая промышленность, 1972. 311 с.
7. Андрианов И.О. Ремонт и монтаж оборудования свеклосахарных заводов“. М. : Пищевая промышленность, 1973. 327 с.
8. Безопасность производственных процессов: Справочник/ Под общей ред. С.В. Белова. М.: Машиностроение, 1985. – 448с.
9. Новак С.М., Логвинец А.С. Защита от вибрации и шума в строительстве: Справочник. К.: Будівельник, 1990. 184 с.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Боджо Є	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Талалай В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаної літератури</b>		<b>16-2559.ДП.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В.Г.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/2

10. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С. Основи охорони праці Вид. 2-е, стереотипне. Львів: Афіша, 2000. 348 с.
11. Прокопенко В.І. Трудове право України: Підручник. Х.: Фірма “Консум”, 1998. 480 с.
12. Шеляков О.П. Охорона праці: Навчальний посібник для студентів ВУЗів К. – 1999. 230 с.
13. Осокин В.В., Сорока І.В. Охорона праці – Донецьк 1997. – 458с.
14. Мирончик В.Г., Лагода В.А., Пушанко М.М. Вибір та розрахунок обладнання цукробурякових заводів. К.: УДУХТ, 1999.- 60с.
15. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. М.: Колос, 1998. 495с.
16. Сабитов Р.А. Основы научных исследований :Учеб.пособие / Челябин.гос.ун-т.Челябинск.2002. 138с.
17. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.:Машиностроение,1981. 184 с. ,ил.
18. Колесник Б.Г. и др. Справочник механіка сахарного заводу . Технологиче- ское оборудование. М . : Легкая и пищевая пром.-сть , 1983. 264 с .
19. Адаменко А.П. Отримання бурякової стружки. Київ. : Харчова промисловість, 2002. 26 с .
20. Коломиец Ф.С. Инструкция поведению технологического процесса свекло-сахрного производства.- М . : Пищевая пром.-сть, 1985. 372с.