

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

**Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад.І.С.Гулого**  
**Кафедра технологічного обладнання**  
**та комп'ютерних технологій проектування**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

\_\_\_\_\_ 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 магістра**

зі спеціальності **133 «Галузеве машинобудування»**  
освітньо-професійної програми  
**Інжиніринг харчових виробництв**

на тему:

**Удосконалення тракту гідроподачі та очищення буряків**

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

**Борей Дмитро Петрович**

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник: **Єщенко Оксана Анатоліївна**

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2021р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Борея Дмитра Петровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення тракту гідроподачі та очищення буряків

керівник проекту (роботи) Єщенко Оксана Анатоліївна доц., кандидат тех. наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р. № \_\_\_\_\_

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; Аналітичний огляд стану питання; Методика проведення досліджень; Дослідна частина та узагальнення результатів; Обґрунтування модернізації; Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування; Розрахункова частина; Підбір конструкційних матеріалів; Технологія машинобудування; Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання; Автоматичний контроль та управління об'єктом проектування; Заходи з охорони праці; Охорона довкілля; Маркетингове обґрунтування проекту; Висновки; Список використаних джерел; Додатки

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

Загальний вигляд обладнання – 1 аркуш; Деталі та вузли обладнання – 1 аркуш; Схема автоматизації – 1 аркуш; Технологічна карта збирання вузла – 1 аркуш, Наукова частина – 6 аркушів.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 14.09.2020

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	<i>Вступ</i>	18.09.2020	
2	<i>Аналітичний огляд стану питання</i>	25.09.2020	
3	<i>Методика проведення досліджень</i>	9.10.2020	
4	<i>Дослідна частина та узагальнення результатів</i>	23.10.2020	
5	<i>Обґрунтування модернізації. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування</i>	30.10.2020	
6	<i>Розрахункова частина</i>	13.11.2020	
7	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	20.11.2020	
8	<i>Технологія машинобудування</i>	4.12.2020	
9	<i>Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання</i>	11.12.2020	
10	<i>Автоматичний контроль та управління об'єктом проектування</i>	18.12.2020	
11	<i>Заходи по охороні праці</i>	24.12.2020	
12	<i>Охорона довкілля</i>	15.01.2021	
13	<i>Маркетингове обґрунтування проекту</i>	22.01.2021	
14	<i>Висновки</i>	29.01.2021	
	<i>Графічна частина формату А1 – 10 шт.</i>	29.01.2021	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.02.2021р.	

Здобувач

\_\_\_\_\_

( підпис )

**Борей Д.П.**

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

**Єщенко О.А.**

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## Анотація

Проект модернізації промивання буряка Ш1-П1510 передбачає спосіб встановлення кавітаційної насадки над буряковідвідним шнеком, що покращить очищення буряка та уникне забруднення, спричиненого кавітацією. Конструкція та принцип роботи паливної форсунки представлені у відповідних розділах пояснювальної записки.

Також рекомендується замінити два розвантажувальні гвинтові конвеєри з більшим діаметром. Це зменшить витрати на електроенергію та зменшить втрати цукру в мийному відділенні, що позитивно позначиться на збільшенні випуску готового цукру.

Проект складається з 13 частин, що описують використаний технічний процес та обладнання та його розрахунки, а також економічну раціональність запропонованої модернізації.

Зокрема, проект передбачає:

- Деталі розрахунку та вибору сучасних одиниць;
- Розробка технологічного процесу виготовлення валу;
- Розробити автоматичний план управління процесом;
- Правила керівництва експлуатацією обладнання, монтажем та обслуговуванням;
- Сформулювати заходи цивільної оборони та охорони навколишнього середовища;
- Сформулювати заходи з охорони праці, які відповідають усім нормам та правилам охорони праці.

Також розроблено 11 креслень А1.

Проект дійшов висновку про доцільність впровадження заходів, передбачених проектом.

*Ключові слова:* ополіскував, кавітаційні форсунки, очищення буряків.

## Summary

The project III1-III1510 for beet washer modernization anticipates to install a cavitation nozzle over the beet drain auger to improve beet cleaning and prevent contamination by cavitation. The design and principle of fuel injector operation are presented in the relevant sections of the explanatory note.

The project suggests to replace two unloading screw conveyors with a larger diameter. This will reduce electricity costs and sugar losses in the washing tank and will have a positive effect on finished sugar increase.

The project consists of 12 parts describing applied processing, equipment, calculations, and the feasibility of the proposed modernization.

Namely, the project includes:

- details of calculation and modern units selection;
- shaft design and manufacturing technology;
- plan for automatic process management elaboration;
- guidance for equipment operation, application and maintenance;
- civil defense and environmental protection measures formulation;
- formulation on labor protection measures that corresponds with all norms and labor protection regulations.

The diploma project includes 11 A1 format drawings.

It was concluded about the project applied measures expediency.

*Key words:* rinsing, cavitation nozzles, beet cleaning.

Відповідальна особа	Технічне узгодження	Вид документа		Статус документа			
Власник документа	Розробник документа	Назва, додаткова назва <b>Анотація</b>		150517.ДП.04.000.ПЗ			
	Документ затверджено			Інд.	Дата	Мова	Арку

## Зміст

Сторінки

Анотація.....	
Зміст.....	
Вступ.....	
1. Аналітичний огляд стану питання .....	
2. Методика проведення досліджень.....	
3. Дослідна частина та узагальнення результатів.....	
4. Обґрунтування модернізації (інтенсифікації).....	
5. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування..	
6. Розрахункова частина.....	
7. Підбір конструкційних матеріалів.....	
8. Технологія машинобудування.....	
9. Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання.....	
10. Автоматичний контроль та управління об'єктом проектування.....	
11. Заходи з охорони праці.....	
12. Охорона довкілля.....	
13. Маркетингове обґрунтування проекту.....	
Висновок.....	
Список використаної літератури.....	
Додатки.....	

<i>Відповідальна</i> .....	<i>Технічне</i> <i>визгодження</i>	<i>Вид документа</i> .....	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник</i> <i>документа</i>	<i>Розробник</i> <i>документа</i>	<i>Назва, додаткова</i> <i>назва</i>	150517.ДП.04.000.ПЗ			
	<i>Документ</i> <i>затверджено</i>		<i>Інд.</i> .....	<i>Дата</i> .....	<i>Мова</i> .....	<i>Арку</i> .....

## Вступ

Цукрова промисловість – була одна з ведучих галузей харчової промисловості. В даний час цукрова промисловість України знаходиться в занепаді. Середньорічне виробництво цукрового буряку знизилося більш ніж на дві третини, з 44,3 млн. т. в 1990 році до 15,6 млн. Однак цей спад не був постійний. Після найнижчого врожаю 2000го року сектор дещо покращив свої показники, однак досі немає чітких позитивних тенденцій.

Існує істотний брак багатьох ресурсів, необхідних для розвитку української цукрової промисловості. Це, насамперед, капітал, енергія та добрива. Одна з основних причин кризи – це стан сільськогосподарського виробництва та фізично та морально застаріле обладнання, що експлуатується в цукровій промисловості і тягне за собою такі наслідки:

- зниження якості продукції;
- підвищення собівартості продукції;
- малу продуктивність, не конкурентоздатність;
- збитки від простою та ремонту обладнання.

Скорочення простоїв стає можливим за рахунок створення нового обладнання та модернізації старого, створення прогресивних технологічних схем.

В новому столітті ставиться задача збільшити об'єми заготовки цукрового буряка та прискорити технічне переозброєння виробництва.

Поворот до ефективності і якості виробництва пов'язаний з роботою по вдосконаленню виробництва на базі сучасної техніки і науки. Інтенсивність технічних процесів передбачає максимальне використання сучасних досягнень науки і техніки, праці і управління, прискорення НТП, удосконалення організації виробництва, введення в практику досвіду

<i>Відповідальна</i>	<i>Технічне визначення</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i>	<i>Назва, додаткова назва</i>	150517.ДП.04.000.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд.</i>	<i>Дата</i>	<i>Мова</i>	<i>Арх.</i>	

новаторів. Харчові підприємства майбутнього повинні бути забезпечені найбільш ефективними конструкціями високопродуктивного технологічного обладнання з максимальним ступенем надійності всіх механізмів і агрегатів. При цьому необхідно вирішити задачі комплексної механізації і автоматизації технологічних схем і методів виробництва.

Приріст продуктивних потужностей, неперервне підвищення технологічного рівня виробництва повино здійснюватися в слідуючих напрямках:

- впровадження нової, більш ефективної техніки, що підвищує вихід і покращує якість цукру;
- інтенсифікація виробничих процесів і скорочення терміну виробничого циклу;
- здійснення комплексної механізації всіх трудомістких та важких процесів.

Тому науково-технічні працівники цукрової промисловості повинні зосередити свої сили на питаннях зменшення питомих витрат палива, сировини, вапняку, води та інших матеріалів, збільшення виходу продукції і покращення якості за рахунок застосування інтенсивних технологічних процесів, створення і забезпечення галузі високовиробничим автоматизованим обладнанням, високою організацією ведення технології цукрового виробництва.

## 1. Аналітичний огляд стану питання

Миття та очищення сировини і тари визначають якість кінцевого продукту і в значній мірі впливають на потужність виробництва, а часто визначають і економічні прибутки підприємства. Режими, та обладнання для миття сировини залежать від виду сировини, величини і виду забруднень, потужності виробничих потоків та кількості і характеру сторонніх домішок. Часто процес миття сировини виконується не на одній машині, а на спеціальній технологічній лінії, куди включається обладнання для відмочування, перетирання і ополіскування. Харчова сировина, як правило, забруднена залишками ґрунту, пилу, має домішки рослинного та мінерального характеру. Характер буває досить складний, особливо у коренеплодів (буряків, картоплі, топінамбуру). Для миття сировини використовується чиста чи оборотна вода, і тільки на кінцевих операціях використовується чиста вода з антисептиками, якщо при подальшій обробці сировини можливі небезпечні мікробіологічні процеси.

Змочування поверхонь залежить від поверхневого натягу миючого розчину і міжфазового натягу між рідиною і твердим тілом. Найбільш ефективно змочування і миття забезпечується при мінімальному поверхневому натязі миючого розчину. Для досягнення цього використовують два методи - тепловий і з добавками поверхнево активних речовин (ПАР).

Залежно від виду забруднень до складу миючого розчину входять різні речовини: такі, що емульгують жири і омилюють жирні кислоти - їдкий луг; пептизують білки і знижують жорсткість води - тринатрій фосфат та ін.; запобігають корозії металів - рідке скло і ПАР. Кількість кожного компоненту визначається видом і особливістю поверхні, що відмивається.

Відповідальна -----	Технічне взгодження	Вид документа -----		Статус документа		
Власник документа	Розробник документу	Назва, додаткова назва <b>Аналітичний</b>	150517.ДП.04.001.ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. -----	Дата -----	Мова ---	Арку ---

Якість відмитих поверхонь визначається по відсутності слідів забруднень, миючих засобів та по кількості мікроорганізмів на них.

В теперішній час для миття харчової рослинної сировини, тари і санітарної обробки обладнання використовуються мийні машини різних типів і конструкцій (рис. 2.1). Їх можна класифікувати: залежно від характеру процесу (безперервно і періодично діючі); від виду оброблюваних об'єктів (для миття сировини і тари); від способу дії мийного середовища (відмочні, струменеві, відмочно-струменеві, шприцеві, відмочно-шприцеві) і за іншими ознаками. Але цю класифікацію не можна вважати закінченою тому, що час від часу з'являються нові і нові машини для підготовки сировини і тари.

Інтенсифікація процесу миття можлива за рахунок використання більш ефективних миючих розчинів, інтенсифікації руху мийних розчинів біля брудних поверхонь. Вона виконується різними способами: турбулізацією розчину повітряним барботуванням, механічним перемішуванням мийних розчинів або сировини, використанням щіток для відмивання поверхонь; приведенням мийного розчину або сировини в коливальний рух за допомогою динамічних вібраторів.

До мийних машин пред'являються наступні вимоги:

- висока ступінь відмивання об'єктів, мінімальне псування і подрібнення сировини;
- мінімальні потреби води і електроенергії, простота обслуговування і ремонту, надійність в експлуатації.

Очищенням харчової сировини називається процес видалення неїстівних частин (кісточки, плодоніжки) або малоцінних у харчовому відношенні (шкурки) частин овочів і плодів.

Відомі наступні методи очищення харчової сировини від шкірних покривів: - термічний, механічний, хімічний і комбінований. Вибір методів очищення залежить від сировини, яка надходить на обробку, а також виду готової продукції.

## Машина для миття буряків

Миття рослинної сировини проводять зануренням у воду, якщо ця сировина важча за воду (відмочка), ополіскуванням струменями води, використанням щіткових пристроїв, активним перемішуванням, а також перетиранням.

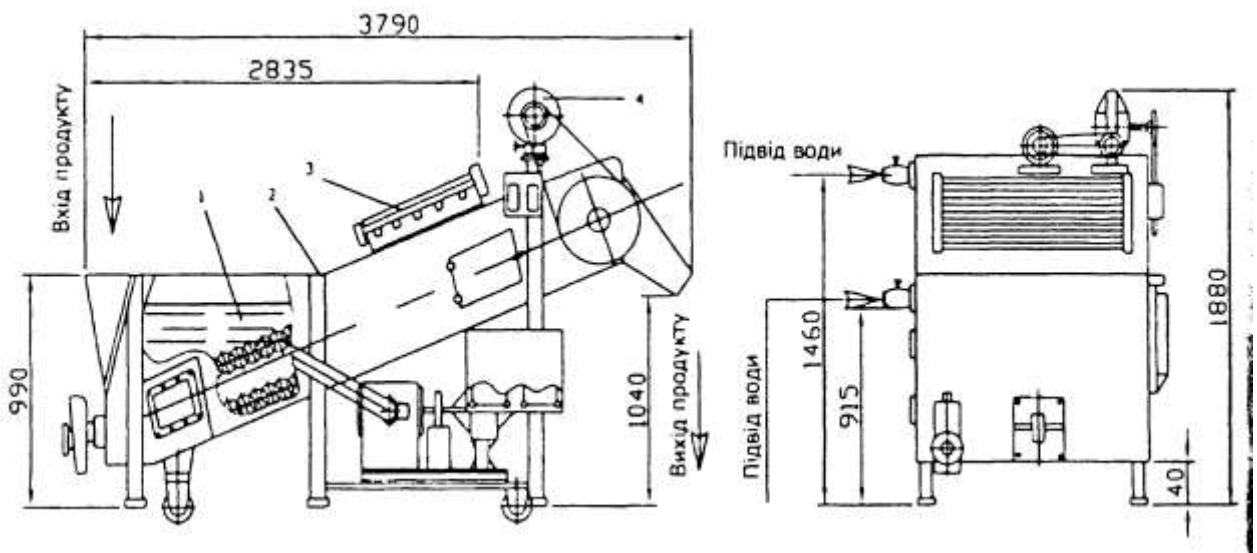
У більшості машин використовують комбінацію цих методів миття.

Із багатьох мийних машин найбільше розповсюдження отримали лопатеві, стрічкові, барабанні, щіткові, комбіновані, вібраційні та інші. Вибір конструкції мийної машини визначається структурно-механічними і міцнісними властивостями рослинної сировини, а також характером та кількістю забруднення на її поверхні. Для кожного виду сировини потрібен свій спосіб і режим миття.

Уніфікована мийна машина (рис. 2.2) призначена для миття різних овочів і плодів як з м'якою, так і з твердою структурою. Вона складається з ванни (1), роликового конвеєра (2), душового (струминного) пристрою (3) і приводу (4). На каркасі ванни змонтовані всі вузли мийної машини.

При роботі машини плоди подаються у мийний простір ванни безперервно. Для інтенсифікації миття плоди активно перемішуються за допомогою стиснутого повітря, що підводиться від нагнітача. Вимиті плоди із мийного простору переміщуються нахиленим транспортером, у верхній частині якого вони ополіскуються водою із струминного пристрою (3).

Вивантаження продукту проводиться через лоток, що регулюється по висоті. Величина шару продукту, що надходить на транспортне полотно, регулюється заслінкою. Вода, що надходить у ванну через струминний пристрій, видаляється через зливну щілину. Чистка ванни проводиться через грязьовий люк та бокові вікна.



**Уніфікована мийна машина:**

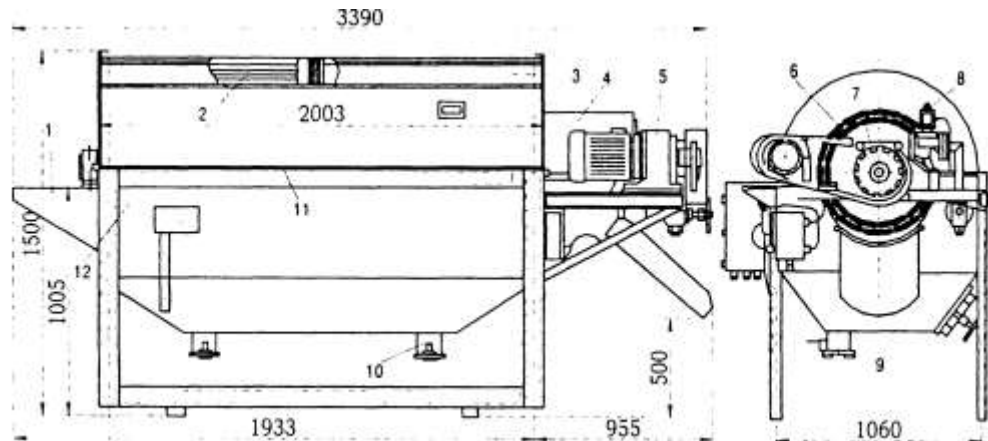
1 - мийна ванна; 2 - роликовий конвеєр; 3 - душовий пристрій; 4 - привід.

**Барабанна мийка**

Миття в барабанних мийних машинах відбувається при обертанні барабана шляхом інтенсивного перемішування сировини і за рахунок ударів падаючої сировини об поверхню води. Ефективність процесу миття визначається відношенням сил, що діють на сировину, яка знаходиться в барабані. При малих обертах барабана сировина розташовується в його нижній частині. При збільшенні обертів висота підйому сировини збільшується. Із збільшенням кута підйому ефективність процесу миття підвищується завдяки кращому перемішуванню і більшій висоті падіння сировини. Але при значному збільшенні обертів барабана може настати такий момент, коли відцентрована сила перебільшить силу тяжіння і сировина під час всього оберту буде придавлена до стінки барабана, тобто порушиться процес миття.

Барабан може бути циліндричним, конічним, горизонтальним або нахиленим. Безперервно діючі машини виготовляються з нахиленим або горизонтальним барабаном. Сировина в них переміщується або за рахунок нахилу барабана, або за допомогою шнеків і лопатей, приварених всередині барабана.

Барабанна мийна машина (рис. 2.3) призначена для миття плодів і овочів (коренеплодів, груш, яблук та ін.). Вона складається з каркаса (11) і закріпленої



**Барабанна мийна машина:**

1 - прийомний лоток; 2-4 - барабан; 5 - двигун-редуктор; 6 - ланцюгова передача; 7 - вал; 8 - запірний магнітний вентиль; 9 - вивантажувальний лоток; 10 - люк; 11 - каркас; 12 – ванна.

На ньому ванни (12), яка розділена перегородками на дві частини. В кожній частині ванни знаходяться барабани (2) і (3), однакові за діаметром і довжиною. За барабаном (3) розміщений барабан (4). Всі три барабани закріплені на одному валу (7). Перші два призначені для відмочування і відокремлення забруднень. На поверхні цих барабанів є щілини, через які проходять забруднення і осідають на дні ванни. Забруднення видаляються з машини через люк (10). Третій барабан служить для чистового поліскування водою, яка подається через душовий пристрій, а його поверхня перфорована. Машина приводиться в рух від мотора-редуктора (5) через ланцюгову передачу (6). Вода в душовий пристрій подається через запірний магнітний вентиль (8), зблокований з приводним електродвигуном. Сировина в машину подається через лоток (1) і з нього надходить в барабан (2), а потім лопатями перекидається в барабан (3), а з нього спеціальним ковшем у барабан (4). Вимита сировина вивантажується з машини через лоток.

## 2. Методика проведення досліджень

Одним із способів інтенсифікації процесів мийки сировини є створення раціональних гідродинамічних умов роботи обладнання шляхом активації дії струмینی на сировину, що можливо при збільшенні між фазової поверхні взаємодії та її активного оновлення шляхом диспергування рідини.

Такі міроприємства особливо важливі при проведенні процесів масопередачі, теплопередачі. Це дозволяє зменшити ємність апаратів, поліпшити гідродинаміку процесів, ліквідувати застійні зони, зменшити час обробки, поліпшити якість продукції і скоротити відходи.

Маловідходні харчові виробництва здійснюються за рахунок більш глибокої переробки вихідної сировини, що можливо при обґрунтованому збільшенні швидкості масообмінних процесів і скорочення втрат.

Інтенсифікацію процесів тепломасопередачі забезпечують створенням значної поверхні розділу фаз. У системах газ-рідина поверхня розділу фаз створюється диспергуванням рідкої фази за допомогою різних розпилювачів. Широке поширення форсунок в промисловості обумовлено можливістю отримання крапель рідини при використанні пристроїв, особливістю яких є простота конструкції, виготовлення, відсутність рухомих деталей, висока надійність роботи.

Розпилення рідини також відіграє значну роль при митті сировини, особливо на стадії фінішної обробки, коли необхідно забезпечити якісне відмивання сировини.

Відомі такі основні способи розпилення:

- Гідравлічний, під дією тиску рідини;

- Механічне розпилення, за рахунок передачі рідини енергії від обертового диска;

Відповідальна особа	Місце розроблення	Технічне узгодження	Вид документа		Статус документа		
Власник документа	Розробник документа	Документ затверджено	Назва, додаткова назва <b>Методика</b>		150517.ДП.04.002.ПЗ		
			Інд.	Дата	Мова	Арку	

Найбільшого поширення набув гідравлічний спосіб розпилення, як найбільш простий і економічний. Для його здійснення використовуються прості і надійні конструкції розпилювачів.

Більшість досліджень процесу диспергування рідин виконані для форсунок малої одиничної потужності при роботі на чистих, попередньо підготовлених рідинах. Форсунки досить добре вивчені експериментально, так як застосовуються при розпилюванні палива в двигунах внутрішнього згоряння, топкових пристроях котлів, реактивних двигунах та інших пристроях. Для них розроблені теоретичні основи процесів течії рідини в камері змішування, сопловому каналі, запропонована теорія розпаду струменя рідини на краплі.

Найбільш слабким місцем форсунок є його сопловий отвір, який схильний до абразивного і хімічного зносу. Збільшення діаметра сопла внаслідок цього призводить до зниження ефективності роботи обладнання, так як змінюються дисперсні характеристики розпилюючих рідин.

При малих діаметрах соплового отвору і диспергуванні неочищених технологічних рідин часто настає його засмічення і втрата працездатності всього агрегату.

Такі недоліки усуваються застосуванням спеціальних якісних матеріалів для сопла форсунки, використанням попереднього очищення рідини перед подачею її в форсунку. Значно менше маєть робіт, в яких розглядається процес диспергування забруднених великих обсягів технологічних рідин, які застосовуються в харчовій, хімічній, інших галузях промисловості. Крім надійності роботи вони повинні задовольняти можливості отримання високодисперсних і монодисперсних характеристик рідини.

Найбільш простими по конструкції для розпилювання рідин є відцентрові і відцентрово-струменеві форсунки. При їх установці всередині апарату однією з основних вимог стає повноцінне використання всього реакційного простору апарату. Це можливо при рівномірному заповненні

всього обсягу краплями розпиленої рідини. Таким вимогам відцентрові форсунки не відповідають. Вони мають порожнистий факел розпилу, низький коефіцієнт витрати.

Відцентрово-струменеві форсунки володіють кращими витратними характеристиками, мають заповнений факел розпилу, що дозволяє їм бути кращими при виборі типу розпилювача для роботи в порожнистих абсорберах. До їх недоліків відносяться наявність внутрішніх елементів, які формують струмінь рідини. Такі елементи володіють значними гідравлічними опорами, знижують надійність роботи форсунки.

Важливий момент для вдосконалення конструкцій форсунок, крім розробки методики розрахунку основних технологічних і конструктивних параметрів їх, полягає в можливості виготовлення основних елементів розпилювача з мінімальними допусками. Питання про технології виготовлення форсунок набуло особливого значення в даний час, коли в багатьох галузях народного господарства використовуються агрегати великої продуктивності, в яких встановлюється кілька форсунок. В цьому випадку пред'являються підвищені вимоги до точності збігу видаткових характеристик кожної з них. Звичайно, неможливо виготовити комплект форсунок, які мали б абсолютно однакові характеристики по витраті рідини. Однак виходячи з необхідної точності збігу видаткових характеристик окремих форсунок можна знайти, з якими допусками повинні бути виконані розміри розпилювача, щоб задовольнити поставленим вимогам.

Для миття сировини форсунка повинна мати активний факел розпилення, достатню енергію струмини рідини і при цьому мати малу витрату на процес. Таким вимогам відповідають кавітаційні форсунки.

### 3. Дослідна частина та узагальнення результатів Розглянемо роботу кавітаційних форсунок

При кавітаційному способі розпилення рідина переходить в аерозольний стан за рахунок збільшення поверхневої енергії плівки рідини, що досягається шляхом накладення на неї механічних коливань високої інтенсивності ультразвукової частоти.

Основними перевагами ультразвукового розпилювання рідин, в порівнянні з іншими способами є:

- низька енергоємність;
- висока продуктивність процесу;
- можливість отримувати мілкодисперсні розпорошення;
- можливість отримувати монодисперсні розпорошення;
- можливість розпорошувати високов'язкі рідини без застосування додаткового розпилювального агента;
- наявність у краплях рідини циркуляційних струмів, що сприяють прискоренню процесів теплообміну, масопереносу та інших на поверхні краплі.

Завдяки зазначеним перевагам ультразвукове розпилення рідини знаходить застосування в медицині, хімічній, харчовій, радіоелектронної та металообробній промисловості.

При ультразвуковому розпиленні перехід рідини в аерозольний стан може здійснюватися за допомогою різних способів підведення ультразвукової енергії, що витрачається на розпилювання рідин.

У аерозольний стан під дією ультразвукових коливань рідина переходить на межі розділу газової і рідкої середовищ. Акустична енергія може бути підведена до зони розпилення, як з боку рідини, так і з боку газу.

Існує наступна класифікація способів акустичного розпилення рідини:

Відповідальна особа	Технічне узгодження	Вид документа		Статус документа			
Власник документа	Розробник документа	Назва, додаткова назва		150517.ДП.04.003.ПЗ			
	Документ затверджено	<b>Дослідна частина</b>		Інд.	Дата	Мова	Арку

через газ.

2. Розпилення рідини з підведенням акустичної енергії до робочої зони через рідину:

а) розпилення рідини у фонтані (високочастотні ультразвукові коливання);

б) розпилення рідини в шарі (низькочастотні УЗ коливання);

Розпилення рідини з підведенням акустичної енергії до робочої зони через газ - найбільш досліджений спосіб акустичного розпилення рідини.

Про фізичні механізми розпилення рідини цим способом висловлено два припущення:

- аерозоль утворюється в результаті руйнування струменів і крапель рідини турбулентними пульсаціями тиску, викликаними потужним звуковим полем;
- механізм розпилення - кавітаційний.

Для реалізації ультразвукового процесу розпилення використовуються газоструминні випромінювачі, в активну зону яких подається рідина.

Утворений при цьому дисперсний склад має найвищий розкид діаметрів крапель серед ультразвукових методів розпилення.

Для практичної реалізації ультразвукового способу розпилення у фонтані використовують фокубуючі випромінювачі з резонансною частотою 1-3 МГц у вигляді увігнутих фокубуючих п'єзоелектричних пластин.

На рис. 1 представлена принципова схема ультразвукової форсунки для розпилення рідини, коли акустична енергія підводиться до робочої зони через газ. Крім акустичних потоків рідина піддається впливу газових потоків. Розмір аерозолі - десятки і сотні мкм, продуктивність - десятки і сотні літрів на годину. Діаметр крапель зменшується при збільшенні тиску газу.

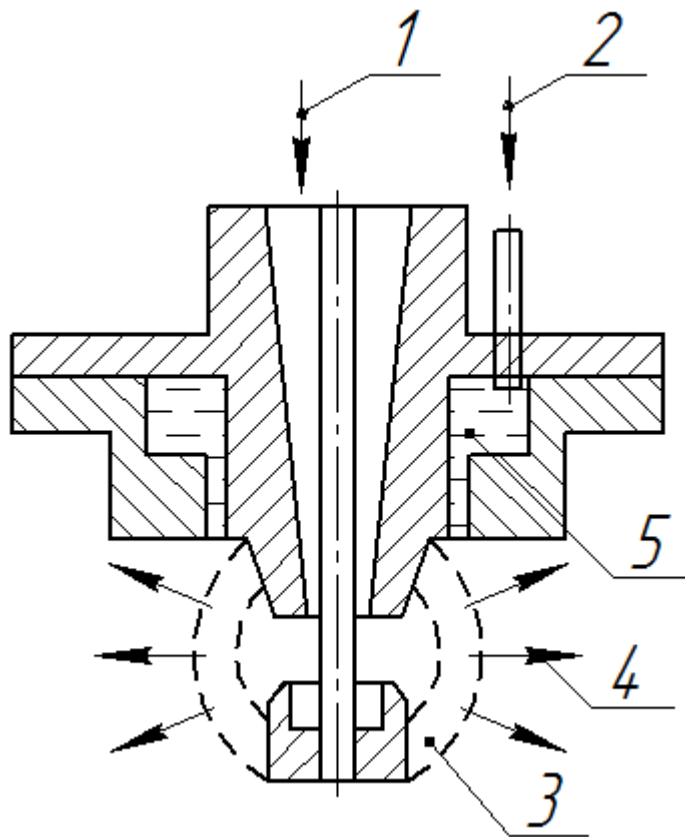


Рис. 1 Форсунка ультразвукового розпилю:

1-газ; 2-рідина;

3-область ударних хвиль; 4-аерозоль; 5-канали проходу рідини в зону розпилення.

Кавітаційний розпилювач (СК-змішувач) (рис.2) являє собою циліндричний корпус з боковим патрубком і вихровою камерою (сопло) у вигляді втулки з тангенціальними входними каналами, має верхній фланець з кільцевою вітбортовкою і загостреною кромкою. Усередині вихрової камери встановлений циліндричний шток.

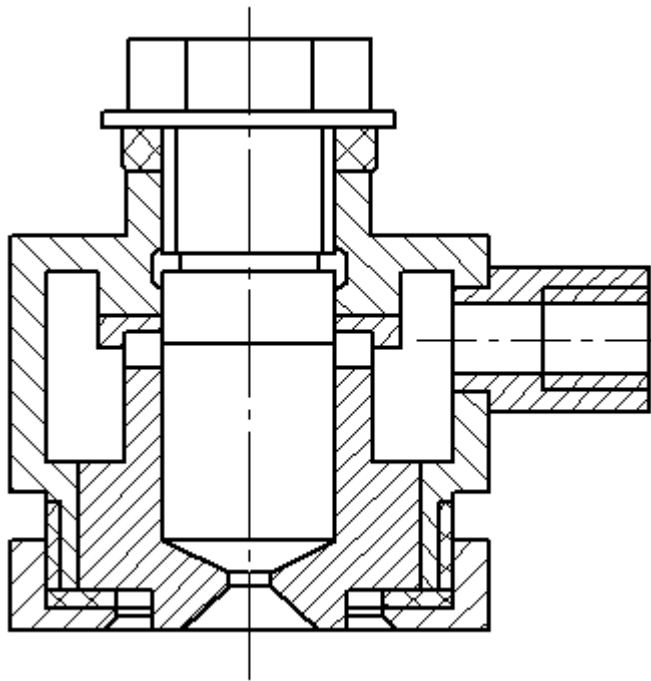


Рис. 2 Вихровий СК-розпилювач

Вихровий СК-розпилювач працює таким чином. Вода під тиском надходить через бічний штуцер в корпус, проходить через тангенціальні канали в вихрову камеру, де потік закручується і розпорошується через сопло. При обтіканні гострих кромek на центральному штоці і кільцевих відбортовок перед вхідними каналами в потоці рідини виникають кавітаційні порожнини, хвостові частини яких розпадаються на велику кількість мікробульбашок. При попаданні їх в зону підвищеного тиску на виході з сопла, кавітаційний міхур схлопується з утворенням високошвидкісних мікроструйок. Кумулятивну дію мікроструйок сприяють однорідному мілкодисперсному розпорошенню плівки рідини у формі конуса, що виходить з сопла. Каверни, які утворюються на гострих крайках відбортовок, викликають деформацію закрученого потоку в вихровий камері, що веде до більш рівномірного заповнення циліндричної вихрової камери рідиною, і, відповідно, до більш рівномірного розподілу крапель рідини у факелі розпилення.

На графіку (рис. 3) зображені витратні характеристики вихрового СК - розпилювача. Випробування проводилися при температурі води 20° С і 50° С і геометричній характеристиці рівною 2,5.

Форсунка аналогічної конструкції була використана для промивання сатураційних осадів на барабанних вакуум-фільтрах.

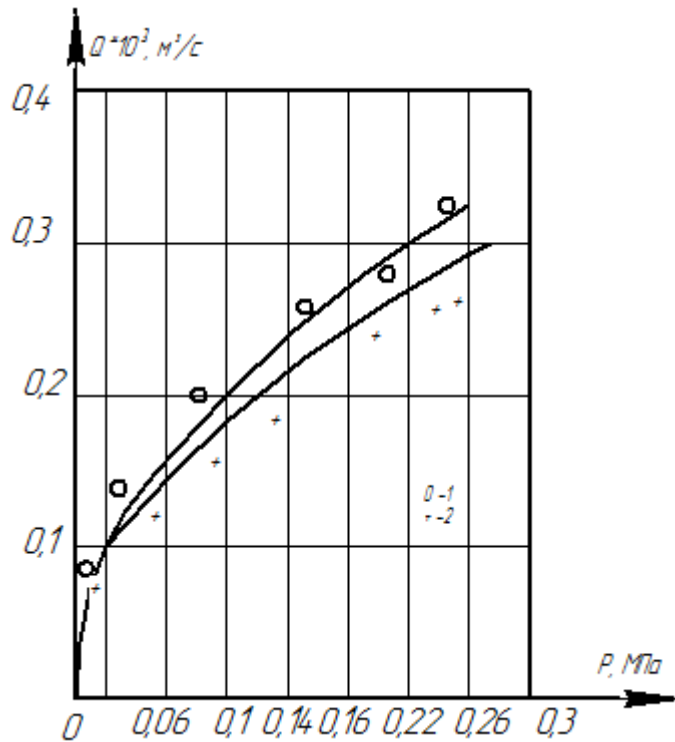


Рис. 3 Залежність витрати рідини через СК-змішувач в залежності від тиску подачі при температурі: 1 - 20°C; 2 - 50°C.

Характеристики дисперсності СК-розпилювачів зображена на рис.4 у вигляді фіктивного монодисперсного розпилу, який описується середнім діаметром крапель. Результати випробувань показали, що дисперсний розмір крапель рідини значно знижується при підвищенні тиску подачі води. Після досягнення кавітаційного режиму течії води в вихровому СК-розпилювачі значення дисперсності ставали автотемельні по відношенню до тиску подачі.

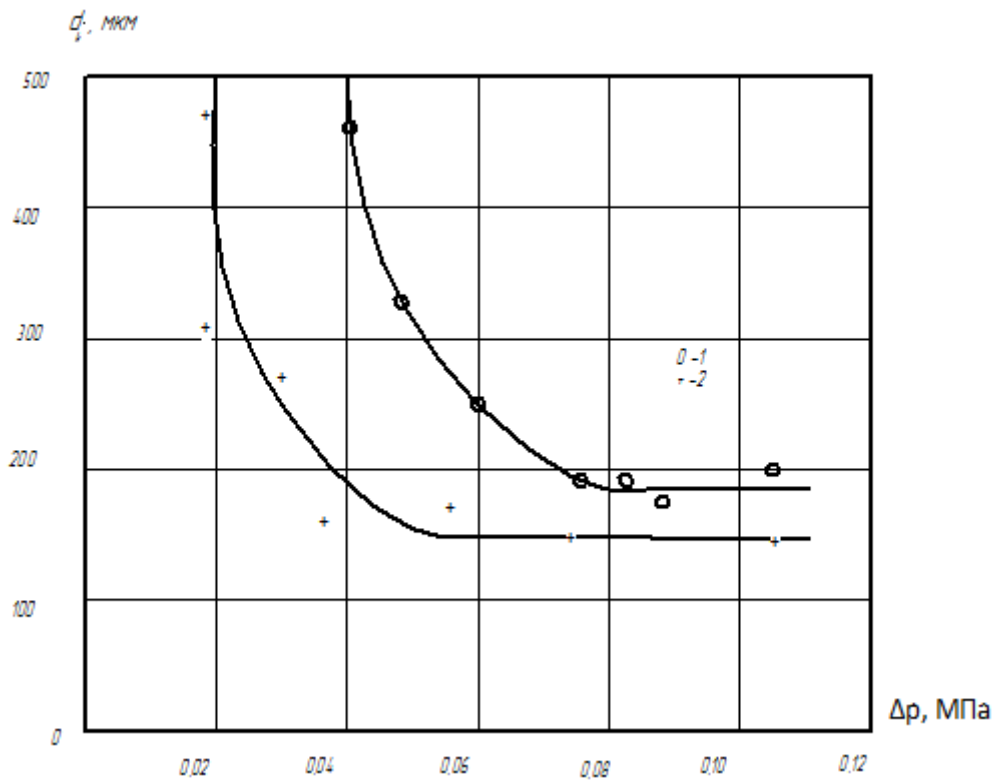


Рис.4 Залежність дисперсності розпилу від тиску подачі рідини при температурі: 1 - 10°C; 2 - 50°C.

Розподіл щільності зрошення факела розпилу по перетину факела характеризується мінімальною величиною по осі вихрового СК-розпилювача і підвищенням щільності зрошення до максимальних значень на периферії факела і зниженням до нуля за межами факела розпилу.

#### **4. Обґрунтування модернізації (інтенсифікації) Сутність модернізації. Побудова та принцип роботи**

Виходячи з необхідності зменшення енергетичних затрат, а також зменшення втрат цукру в мийному відділенні, ми проводимо модернізацію ополіскувача цукрового буряку Ш1-П1510. Шляхом заміни двох шнекового транспортера одно шнековим більшого діаметру. В результаті чого зменшуються енергетичні затрати.

Окрім економії електроенергії, води, впровадження даного проекту передбачає також збільшення виходу цукру за рахунок зменшення його втрат в транспортерній воді. Згідно нормативних даних втрати цукру складають: на буряконасосах – 0,4% до маси буряків, на тракті доочищення – 0,2%, в транспортерно-миючій воді – 0,07%.

Даним проектом передбачено також зменшення затрат на обслуговування обладнання, яке задіяне при подачі цукрових буряків, за рахунок зменшення його кількості і складності.

В результаті модернізації замість двох двигунів потужністю 11 кВт буде встановлено один двигун на 20 кВт. За рахунок зменшення споживання потужностей на 2 кВт буде реалізований план по економії енергії.

Маловідходні харчові виробництва здійснюються за рахунок більш глибокої переробки вихідної сировини, що можливо при обґрунтованому збільшенні швидкості масообмінних процесів і скорочення втрат.

Інтенсифікацію процесів тепломасопередачі забезпечують створенням значної поверхні розділу фаз. У системах газ-рідина поверхня розділу фаз створюється диспергуванням рідкої фази за допомогою різних розпилювачів.

<i>Відповідальна</i>	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i>	<i>Назва, додаткова назва</i>	150517.ДП.04.004.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i>		<b>Обґрунтування</b>	<i>Інд.</i>	<i>Дата</i>	<i>Мова</i>	<i>Арку</i>

можливістю отримання крапель рідини при використанні пристроїв, особливістю яких є простота конструкції, виготовлення, відсутність рухомих деталей, висока надійність роботи.

Розпилення рідини також відіграє значну роль при митті сировини, особливо на стадії фінішної обробки, коли необхідно забезпечити якісне відмивання сировини.

Одним із способів інтенсифікації процесів мийки сировини є створення раціональних гідродинамічних умов роботи обладнання шляхом активації дії струмини на сировину, що можливо при збільшенні міжфазової поверхні взаємодії та її активного оновлення шляхом диспергування рідини.

В даному дипломному проекті проведено заміну пристроїв диспергування рідини на більш сучасні та більш ефективні. Такими пристроями є форсунки, робота яких основана на кавітаційному принципі.

При кавітаційному способі розпилення рідина переходить в аерозольний стан за рахунок збільшення поверхневої енергії плівки рідини, що досягається шляхом накладення на неї механічних коливань високої інтенсивності ультразвукової частоти.

Основними перевагами ультразвукового розпилювання рідин, в порівнянні з іншими способами є:

- низька енергоємність;
- висока продуктивність процесу;
- можливість отримувати мілкодисперсні розпорошення;
- можливість отримувати монодисперсні розпорошення;
- можливість розпорошувати високов'язкі рідини без застосування додаткового розпилювального агента;
- наявність у краплях рідини циркуляційних струмів, що сприяють прискоренню процесів теплообміну, масопереносу та інших на поверхні краплі.

У аерозольний стан під дією ультразвукових коливань рідина переходить на межі розділу газової і рідкої середовищ. Акустична енергія

може бути підведена до зони розпилення, як з боку рідини, так і з боку газу.

Існує наступна класифікація способів акустичного розпилення рідини:

Вихровий СК-розпилювач працює таким чином. Вода під тиском надходить через бічний штуцер в корпус, проходить через тангенціальні канали в вихрову камеру, де потік закручується і розпорошується через сопло. При обтіканні гострих кромek на центральному штоці і кільцевих відбортовок перед вхідними каналами в потоці рідини виникають кавітаційні порожнини, хвостові частини яких розпадаються на велику кількість мікробульбашок. При попаданні їх в зону підвищеного тиску на виході з сопла, кавітаційний міхур схлопується з утворенням високошвидкісних мікроструйок. Кумулятивну дію мікроструйок сприяють однорідному мілкодисперсному розпорошенню плівки рідини у формі конуса, що виходить з сопла. Каверни, які утворюються на гострих крайках відбортовок, викликають деформацію закрученого потоку в вихровий камері, що веде до більш рівномірного заповнення циліндричної вихрової камери рідиною, і, відповідно, до більш рівномірного розподілу крапель рідини у факелі розпилення.

Сировиною, яка підлягає обробці в ополіскувачі є буряк, забруднений легкими домішками (гичка, солома тощо) до обробки і очищений від них після проходження установки.

Для якісної очистки сировини тракт подавання буряків повинен забезпечувати наступним умовам:

- Рівномірний за швидкістю, об'ємом і оптимальним співвідношенням буряки:вода від 1:7 до 1:10 потік буряководяної суміші по всій довжині гідротранспортера;
- Швидкість потоку буряководяної суміші в лотку гідротранспортера від 1,2 м/с до 1,5 м/с;
- Висота потоку буряководяної суміші в лотку гідротранспортера від 400 мм до 450 мм.

## 5. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування

### Будова та принцип роботи ополіскувача цукрових буряків

#### Ш1-П1510

На рис.1 зображений ополіскувач цукрових буряків Ш1-П1510 який складається з таких частин як шнековий транспортер 1, який закріплений у ванні 2 до якої приєднаний завантажувальний бункер 3, до нижньої частини ванни, бункера та шнекового транспортера закріплені шибєрні засуви через які відбувається вивантаження важких домішок та піску. Під номером 5 показаний бункер в якому встановлений сітчастий конвеєр 6, через бункер відбувається відвід води, а також вивантаження легких домішок які знімає з конвеєра сіткоочистник.

Зверху в завантажувальній бункер подається буряк який за допомогою води, що подається знизу завантажувального бункера, потрапляє у ванну через яку буряк рухається до шнекового транспортера на сталій висоті за рахунок висхідного потоку, що створюється з шибєрних засовів, і в цей час верхні слої води рухаються до сітчастого конвеєра який за рахунок кута під яким він встановлений уловлює легкі домішки та вивантажує їх в бункер. Рівень води у ванні тримається сталій за рахунок переливного механізму. Ефект уловлювання домішок в такому вловлювачі значно підвищується, так як на перфорованих пластинах затримуються практично всі короткі легкі домішки, що протікають в верхніх шарах буряководяного потоку, так як потік перекритий повністю вловлюючи ми елементами. Крім того згин перфорованих пластин дозволяє затримувати новий вид домішок — пугу поліетиленову тару. Збільшення ефективності вловлювання домішок дозволяє проводити наступні технологічні операції більш якісно.

Відповідальна	Технічне узгодження	Вид документа		Статус документа			
Власник документа	Розробник документа	Назва, додаткова назва <b>Устрій та</b>	150517.ДП.04.005.ПЗ				
	Документ затверджено		Інд.	Дата	Мова	Арку	



## 6. Розрахункова частина

### Розрахунок ополіскувача буряків

#### Розрахунок гвинтового конвеєра.

Конструктивно визначаємо зовнішній діаметр витків шнека  $D = 900\text{мм}$ , крок між витками шнека  $t = 0.8 \cdot 900 = 720\text{мм}$ , діаметр трубовара  $219\text{мм}$ , частота обертання вала шнека  $n = 25\text{об./хв}$ .

Визначаємо годинну продуктивність гвинтового конвеєра за формулою .

$$Q_2 = 47 \cdot D^2 \cdot t \cdot n \cdot \psi \cdot \gamma \cdot c$$

де  $\psi = 0.6$  - коефіцієнт заповнення поперечного перерізу гвинта;

$\gamma = 0.6$  - питома насипна вага буряків, т/м<sup>3</sup>;

$c = 0.6$  - поправочний коефіцієнт, який враховує кут нахилу конвеєра.

$$Q_z = 47 \cdot 0,92^2 \cdot 0,72 \cdot 25 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,6 = 148,02 \text{т/год.}$$

$$\text{Добова продуктивність шнеку } Q_{\text{доб}} = Q_2 \cdot 24 = 148,02 \cdot 24 =$$

$= 3552,5 \text{ т/доб.}$  Визначаємо потужність, що необхідна для транспортування буряка [1]:

$$N = \frac{Q_z}{360} (H + L + W), \text{кВт},$$

де  $H = 5\text{м}$  - висота, на яку піднімається продукт;

$L = 6.5\text{м}$  - довжина шнека;  $W = 1.6$  - коефіцієнт опору.

$$N = \frac{148,02}{360} (5 + 6,5 + 1,6) = 6,33 \text{кВт},$$

Вибираємо двигун-редуктор МР2-315-16-25-Ф1В - 4А112М2РЗ, ТУ2-056-195-80,  $N = 1,5\text{кВт}$ .

Відповідальна	Технічне узгодження	Вид документа		Статус документа			
Власник документа	ру	Розробник документа	Назва, додаткова назва	150517.ДП.04.006.ПЗ			
	Документ затверджено		<b>Розрахункова</b>	Інд.	Дата	Мов	Арк

$$M_{кр} = \frac{1000 * 60 * N * \eta}{2\pi * n}, H * м,$$

$$M_{кр} = \frac{1000 * 60 * 7,5 * 0,85}{2\pi * 25} = 2436,31 H * м,$$

Визначаємо найбільшу діючу на гвинт повздовжню силу:

$$P = \frac{M_{кр}}{r}, H,$$

де  $r$  - радіус, на якому діє сила  $P$  - відстань від осі шнека до середини витка шнека, м;

$$r = \frac{D-d}{4} + \frac{d}{2} = \frac{900-219}{4} + \frac{219}{2} = 279,75 мм,$$

$$P = \frac{2436,31}{0,27975} = 8708,87 H.$$

Осьове зусилля  $A = \frac{M_{кр}}{tg\alpha * r}, H$

$$A = \frac{2436,31}{0,3231 * 0,27975} = 26954, H$$

Радіальний тиск на підшипник:

$$R = \frac{P}{2} = \frac{8708,87}{2} = 4354,44 H.$$

Найбільша допустима частота обертання гвинта

$$n_{max} = \frac{A}{\sqrt{D}}, об./хв.$$

**Перевірочний розрахунок вала шнека на жорсткість і кріплення вала до цапф на міцність.**

Приймаємо, що на шнек діє розподілене навантаження від власної ваги витків і вала шнека

$$q = 88,6 + 51,5 = 140 кг / м = 1,4 кг / см .$$

Максимальний згинальний момент

$$M_{\max} = \frac{q * l^2}{4} = \frac{140 * 6.5^2 * 10}{4} = 14787.5 \text{ H} * \text{m}$$

Максимальний прогин шнека

$$f = \frac{5 * q * l^4}{384 * E * I}, \text{ м}$$

де I - момент інерції перерізу валу,

$$I = \frac{\pi}{4} (R^4 - r^4),$$

де R - зовнішній радіус валу, м;

r - внутрішній радіус валу, м.

$$I = \frac{\pi}{4} (0,1095^4 - 0,0995^4) = 3590 * 10^{-10} \text{ м}^4$$

$$f = \frac{5 * 140 * 6,4^4}{384 * 2 * 10^6 * 3590 * 10^{-8}} = 0,453 * 10^{-2}, \text{ м}$$

Максимальні нормальні напруження, що виникають в перерізі валу:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{14787.5}{328 * 10^{-6}} = 45083841.5 \frac{\text{H}}{\text{м}^2},$$

$$W = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{32D} = \frac{\pi (0.219^4 - 0.199^4)}{32 * 0.219} = 328 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

Максимальні дотичні напруження, що виникають в перерізі валу

$$\tau_{\max} = \frac{M_{кр}}{W_{к}} = \frac{2436,31}{656 * 10^{-6}} = 371,4 * 10^4 \frac{\text{H}}{\text{м}^2}$$

$$W_{к} = 2 * W = 2 * 328 * 10^{-6} = 656 * 10^{-6} \text{ м}^3 .$$

Перевіримо напруженість зрізу в болтах , що виникають при передачі крутного моменту від цапфи до валу через 8 болтів діаметром 20 мм.

$$\tau_{з.м} = \frac{2 * M_{кр}}{0,185 * d^2 * z * D}, \frac{\text{H}}{\text{м}^2}$$

де d - діаметр болта, м;

z - кількість болтів;

$D = 0,275$  м - діаметр розміщення болтів.

$$\tau_{зм} = \frac{2 * 2436,31}{0,185 * 0,02^2 * 8 * 0,275} = 2993,01 * 10^4, \frac{H}{M^2} < [\tau]_{pv} = 11000 * 10^4 \frac{H}{M^2}$$

### Розрахунок різьби вала на міцність.

Приймаємо: різьба МІ 10х2, матеріал - сталь 45 ГОСТ 1050-74. Визначаємо зусилля, що викликає зріз витків різьби вала

$$Q_1 = \pi * d_1 * K_1 * H * K_m * \tau_{1B}, \text{ Н,}$$

де  $d_1 = 107,835$  мм - внутрішній діаметр різьби;

$K_1 = 0,87$  - коефіцієнт повноти різьби;

$H = 22$  мм - висота гайки;

$K_m = 0,56$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілення навантаження по витках.

$$\tau_{1B} = 0,6 * \sigma_B = 0,6 * 61 = 36,6 \text{ кг/мм}^2 ;$$

$$Q_1 = \pi * 107,835 * 0,87 * 22 * 0,56 * 36,6 = 1328310 \text{ Н.}$$

Для різьби гайки:

$$Q_2 = \pi * d * K_2 * H * K_m * \tau_{2B}, \text{ Н,}$$

де  $d = 110$  мм - зовнішній діаметр різьби гайки;

$K_2 = 0,87$  - коефіцієнт повноти різьби;

$$Q_2 = \pi * 110 * 0,87 * 22 * 0,56 * 36,6 = 1354980 \text{ Н.}$$

Приймаємо запас міцності для різьби  $P_0 = 10$ .

Визначаємо навантаження, що діють на різьбу:

$$R = G_B + G_{шн},$$

Маса води і буряка, що знаходиться в кожний момент часу в конвеєрі

$$G_B = F * L * \gamma,$$

де  $F$  - площа, яку займає буряк в нормальному перерізі конвеєра,  $m^2$  ;

$L$  - довжина конвеєра, м;

$\gamma = 1,1$  т/м<sup>3</sup> - об'ємна вага буряка з водою.

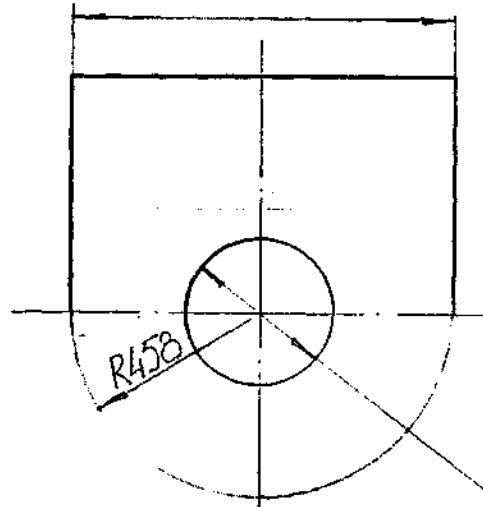


Рис. 6.1. Ескіз ванни шнека.

$$F = \left( \frac{\pi * R^2}{2} + 0.7 * 0.916 \right) - \pi * r^2,$$

$$F = \left( \frac{\pi * 0.458^2}{2} + 0.7 * 0.916 \right) - \pi * 0.11^2 = 1.53 \text{ м}^2,$$

$$GB = 1,53 \cdot 6,5 - 1,1 = 10,96 \text{ м}; G_{шн} \approx 1 \text{ м}$$

$$R = 10,96 + 1 = 11,96 \approx 12 \text{ м}$$

Визначаємо запас міцності різьби

### Підбір упорного підшипника.

Визначимо динамічну вантажопідйомність за формулою:

$$C = \frac{f_d * A}{f_n}, \text{ Н}$$

де  $A = 26954,14 \text{ Н}$  - осьове зусилля;  $f_d = 3.5$  ;  $f_n = 1,228$

$$C = \frac{3.5 * 26954.14}{1.228} = 16823.69, \text{ Н}$$

За ГОСТ 6874-75 вибираємо підшипник №8212, для якого  $C = 158000 \text{ Н}$ .

Визначаємо довговічність підшипника в годинах:

$$L_h = \frac{10^6}{60 * n} \left( \frac{C}{P} \right)^P, год.,$$

де P - еквівалентне динамічне навантаження, Н.

Для упорних підшипників

$$P = A \cdot K\sigma \cdot K_T, Н$$

Де  $K\sigma=1$ ;  $K_T=1.05$  [4]

$$P = 26954,14 \cdot 1 \cdot 1,05 = 28301,85 Н$$

$$L_h = \frac{10^6}{60 * 25} \left( \frac{76823,69}{28301,85} \right)^3 = 13268034 год.,$$

Необхідна довговічність підшипника на сезон (110 днів):

$$h = 110 \cdot 24 = 2640 год.,$$

тоді строк служби підшипника складатиме  $\frac{13268,34}{2640} = 5,03$  сезони .

### Розрахунок обшивки бункера ополіскувача

Розрахунок ведемо за методикою .

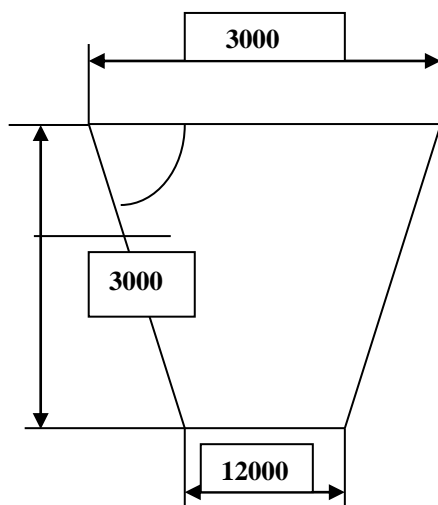


Рис.6.2 Ескіз бункера ополіскувача

Об'ємна вага засипки з врахуванням води = 1,1т/м<sup>3</sup>. Визначаємо основні навантаження на обшивку.

Кут нахилу стінок  $\alpha = 82^\circ$ ; ( $\sin 82^\circ = 0.96$ ;  $\cos 82^\circ = 0.28$ ).

Відстань між ребрами  $d \approx 700$  м.

Тиск засипки посередині панелі визначаємо за формулою

$$P = n * \gamma * m * z,$$

Де  $z$  - відстань від верху засипки до середини панелі  $z = \frac{3000}{2} = 1500$  мм;

$$m = \cos^2 \alpha + K * \sin^2 \alpha = 0.282 + 0.295 * 0.962 = 0.35;$$

$$K = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{35}{2} \right) = 0.295;$$

$n = 1.3$  - коефіцієнт перевантаження;

$$P = 1.3 * 1.1 * 0.35 * 1.5 = 0.750 \text{ Н/см}^2 .$$

Визначаємо розпори, попередньо задаючи товщину обшивки  $\delta = 0,6$  см = 6 мм. Нормальна сила (розпір) на 10 мм обшивки складатиме:

$$S = 46^3 \sqrt{\delta * p * d^2};$$

$$S = 46^3 \sqrt{0.6 * 0.75 * 70.0^2} = 597.2 \text{ Н}$$

Згинальний момент на 10 мм обшивки в середині прольоту

$$M = \frac{p * d^2}{8} - f * S,$$

$$f = 0.129 \frac{p * d^2}{S + S_E};$$

де  $f$  - прогин обшивки,

$$S_E = \frac{\pi^2 E * \delta^3}{10.9 * d^2} = \frac{\pi^2 * 2 * 10^6 * 0.6^3}{10.9 * 70^2} = 800 \text{ Н};$$

$$f = 0.129 \frac{0.75 * 70^2}{597.2 + 800} = 0,34 \text{ см} = 3,4 \text{ мм};$$

$$\frac{f}{d} = \frac{0.34}{70} = 0.005 < \left[ \frac{f}{d} \right] = 0.02$$

$$M = \frac{0.75 * 70^2}{8} - 0.34 * 597.2 = 256.33 \text{ H} * \text{см},$$

Напруження в обшивці  $\sigma = \frac{S}{\delta} + \frac{6 * M}{\delta^2} < m * R,$   $R=21000 \text{ Н/см};$

## 7. Підбір конструкційних матеріалів

### Загальні вимоги

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

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

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

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

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

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

Вихід деталей з ладу внаслідок зношування також може призвести до простою машини, що порушує режим роботи на виробництві. Зносостійкість сталі можна підвищити гартуванням з високим відпуском, а при більш високих навантаженнях – гартуванням з низьким відпуском.

Відповідальна особа	Технічне узгодження	Вид документа		Статус документа			
Власник документа	Розробник документа	Назва, додаткова назва <b>Підбір</b>	150517.ДП.04.007.ПЗ				
	Документ затверджено		Інд.	Дата	Мова	Арку	

Ефективний спосіб підвищення зносостійкості – цементація сталі з наступним гартуванням та низьким відпуском.

Поряд з металами і сплавами в харчовому машинобудуванні широке застосування знаходять вироби з полімерів та гуми.

Гума як технічний матеріал відрізняється від інших матеріалів високими еластичними якостями, які властиві каучуку – головному вихідному компоненту гуми. Вона здатна до дуже великих деформацій (відносне подовження досягає 1000%), які майже повністю відновні. При кімнатній температурі гума знаходиться в високоеластичному стані і її еластичні якості зберігаються в широкому діапазоні температур.

Модуль пружності знаходиться в межах 0,1 – 1 кгс/мм<sup>2</sup>, тобто, він в тисячі і десятки тисяч разів менше, ніж для інших матеріалів. Особливістю гуми є її мала стискуваність (для інженерних розрахунків гуму вважають нестискуваною); коефіцієнт Пуассона дорівнює 0,4 – 0,5, тоді як для металу ця величина становить 0,25 – 0,30. Іншою особливістю гуми як технічного матеріалу є релаксаційний характер деформації. При кімнатній температурі час релаксації може становити 10<sup>-4</sup> с і більше. Під час роботи гуми в умовах багаторазових механічних напруг частина енергії, яку сприймає виріб, втрачається на внутрішнє тертя (в самому каучуку і між молекулами каучуку та частинами домішок); це тертя перетворюється в теплоту.

Для захисту металів від корозії широко застосовуються лакофарбові матеріали. Лакофарбові матеріали належать до групи плівкоутворюючих матеріалів. Після нанесення в рідкому стані на поверхню вони утворюють плівку, після висихання.

#### 4.2. Вибір конструкційних матеріалів

При проведенні модернізації ополіскувача цукрових буряків використовуються декілька видів матеріалів.

В першу чергу для виготовлення каркасу конвеєра використовуються сталеві прокатні вироби, а саме: кутники і швелери, а для опорних конструкцій – двотаврові балки.

Для виготовлення кутників вибираємо сталь СтЗсп ДСТУ 2651-94, оскільки кутники використовуються як зв'язкові елементи металоконструкцій і їх необхідно зварювати.

Характеристика сталі СтЗсп:

- допустимі напруження: текучості  $[\sigma_T] = 370-480$  ( МПа );
- розриву  $[\sigma_B] = 245$  ( МПа ) ;
- твердість HB170.

Хімічний склад сталі СтЗсп:

C – 0,14 – 0,22%; Mn – 0,40 – 0,65%; Si – 0,12 – 0,30%.

Для виготовлення швелерів та двотаврових балок застосовуємо сталь ВСтЗкп ДСТУ 2651-94. Сталі групи В – це сталі підвищеної якості з гарантованим хімічним вмістом та механічними властивостями. Як правило сталі цієї групи використовують для виготовлення відповідальних металоконструкцій.

Характеристика сталі ВСтЗкп:

- допустимі напруження: текучості  $[\sigma_T] = 480$  ( МПа );
- розриву  $[\sigma_B] = 245$  ( МПа ) ;
- твердість HB170.

Для виготовлення деталей кріплення болтів та гайок використовуємо також сталь СтЗсп.

Для виготовлення зубчатих передач редуктора використовується сталь вуглецева якісна конструкційна: сталь 45 ГОСТ 1050-82.

Характеристика сталі 45:

- допустимі напруження: текучості  $[\sigma_T] = 360$  ( МПа );
- розриву  $[\sigma_B] = 610$  ( МПа ) ;
- твердість HB197.

В даному проекті необхідно підібрати вали для конвейєра.

Найбільш поширеними є вали з наростаючими, або спадаючими діаметрами ступенів, причому повинні дотримуватись стандартні розміри діаметрів. Ділянки вала, які мають один і той же розмір, але різні посадки, мають бути розділені канавками, що чітко

розмежують поверхні, які підлягають обробітку. До того ж, бажано, щоб ділянки вала, які обробляються мали рівну або кратну довжину, а перепади ступенів були невеликі. Вал має бути виконаний таким чином, щоб була можлива обробка ступенів на прохід та забезпечений зручний підвід і вихід інструменту.

До всіх видів валів харчових машин є декілька найбільш важливих вимог:

1. Діаметральні розміри посадочних шийок повинні бути витримані по 6 – 9-му квалітетам.

2. Відхилення форми – овальність, конусоподібність, бочкоподібність, сідлоподібність циліндричних гладких валів та циліндричних шийок ступінчатих валів – мають знаходитися в межах допусків на діаметральні розміри.

3. Биття посадочних шийок не повинно перевищувати 10 – 30 мкм.

4. Шорсткість поверхні посадочних шийок має бути в межах  $R_a = 1,25 - 0,16$  мкм (ГОСТ 2789 – 73).

5. Матеріал для валів не повинен мати раковин, тріщин, завернень та інших дефектів.

Матеріалом для виготовлення валів має бути якісна вуглецева сталь: сталь 45 (ГОСТ 1050 – 82), характеристики якої наведені вище.

Заготовками сталених валів можуть бути відрізки прокату, поковки, гарячі штамповки та виливки. Вибір виду заготовки залежить від складності конфігурації та розмірів деталей, об'єму виробництва, а також вимог до міцності.

Механічній обробці поверхонь вала передують утворення єдиної бази для встановлення заготовки вала, що обробляється, на всіх операціях. Основними базами вала є торцеві поверхні та центрові отвори, від точності виконання яких залежить точність наступних операцій.

До центрових отворів висувають наступні основні вимоги: конусність отворів і центрів станка повинні співпадати; обидва отвори повинні мати спільну осьову лінію; у всіх деталях партії заготовок глибина центрових отворів має бути однаковою.

При неоднаковій глибині центрових отворів спостерігається «просадка» центрів, що є причиною похибки базування при встановленні на жорсткий передній центр.

Центрування валів виконують на токарних, токарно-револьверних та вертикально-свердлильних станках центрувальними чи спіральними свердлами з наступним зенкуванням конусів кінчними зенківками з кутами  $60^\circ$  та  $120^\circ$ .

Найбільш продуктивним методом підрізки торців та центрування є метод обробки на односторонніх або двохсторонніх фрезерно-центрувальних станках.

Металеві та неметалеві покриття в харчовому машинобудуванні застосовують в основному для захисту виробів від корозії, а також для підвищення зносостійкості деталей машин та відновлення їх при ремонті.

До покриття деталей машин та апаратів висувають наступні основні вимоги.

1. Матеріал не повинен бути токсичним, передавати продуктам харчування і сировині сторонніх запахів, впливати на смакові якості.

2. Покриття не може мати пористості для запобігання підплівкової корозії та наступного відпадання нанесеного шару.

3. Покриття повинні мати високі механічні якості і міцне зчеплення

з основним металом.

4. Необхідно забезпечити отримання рівномірної полімерної плівки необхідної товщини в залежності від призначення покриття та умов роботи обладнання.

5. Покриття повинні мати високу хімічну стійкість до харчових середовищ і миючих засобів, атмосферних впливів та мати добрі захисно-декоративні якості.

Полімерні матеріали наносять на поверхню обладнання різними способами: напиленням (із порошків), зануренням в ванну, обливанням, щіткою, аерозолями та ін.

Одним із головних факторів, що викликають пошкодження покриття, в умовах експлуатації обладнання в даному проекті є волога. Покриття має бути непроникним для парів води.

Якість лакофарбового покриття визначається наступними основними характеристиками: твердістю по маятниковому приладу (ГОСТ 5233 – 67); міцністю на удар (ГОСТ 4765 – 73); еластичністю (гнучкістю), що показує стійкість до вібрації (визначається згинанням плівки навколо стержнів різного діаметру, ГОСТ 6806 – 73); прилипанням (адгезія, визначається методом решітчастого надрізу по ГОСТ 15140 – 78) та ін.

З врахуванням всіх факторів роботи обладнання та вимог стандартів для даного обладнання вибираємо нітроцелюлозні покриття (НЦ).

## 8. Технологія складання приводу шнеку ополіскувача цукрових буряків Ш1-П1510

### 8.1. Розроблення технологічного маршруту складання приводу шнеку ополіскувача цукрових буряків Ш1-П1510

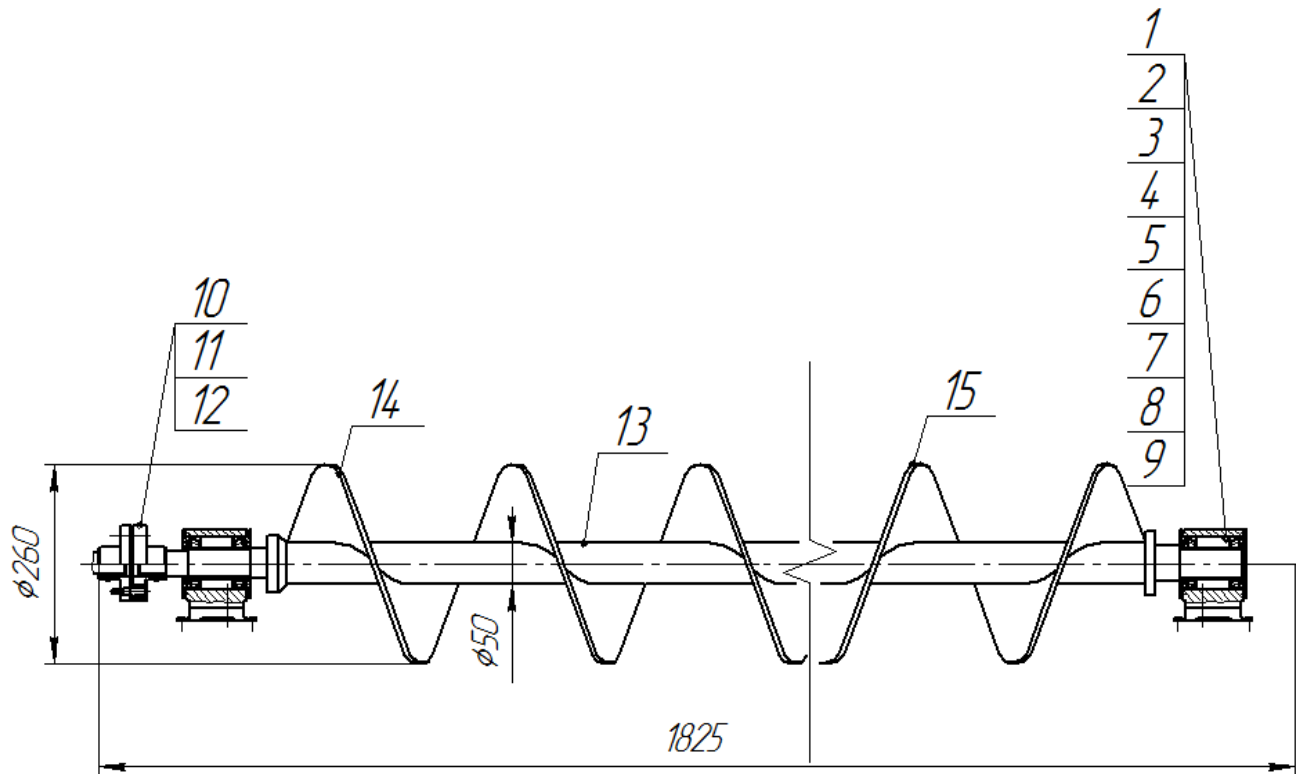


Рис. 5.1. Шнек ополіскувача цукрових буряків Ш1-П1510

## 8.2.Розроблення схеми складання приводу місильного валу

### Детальний склад шнеку із робочими органами

Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей
1.	Корпус підшипника	2
2.	Кришка підшипника	4

3.	Підшипник	2
4.	Болт М8х36	16
5.	Шайба 8	16
6.	Гайка М8	16
7.	Прокладка	2
8.	Ущільнювач	4
9.	Гайка М8	2
10.	Шпонка	1
11.	Напівмуфта	1
12.	Гайка М20	10
13.	Вал	1
14.	Шнек	1
15.	Шнек	1

Схема складання шнеку ополіскувача представлена діаграмою на рис.5.2.

Вертикальні лінії зі стрілками показують послідовність складання окремих складальних одиниць, а горизонтальна лінія в центрі схеми – послідовність з'єднання складальних одиниць 1-го порядку за допомогою стандартних виробів. У прямокутниках розміщені найменування деталей і номери їхніх позицій на кресленні, а в прямокутниках з двома потовщеними лініями подано найменування складальних одиниць 1-го порядку. Застосовані також умовні позначення, що містять технологічні вказівки: Сс – складання на столі;; З -зварювання; Вив. – вивірка; Конт. – контроль; Вип. – випробування; Фар. – фарбування.

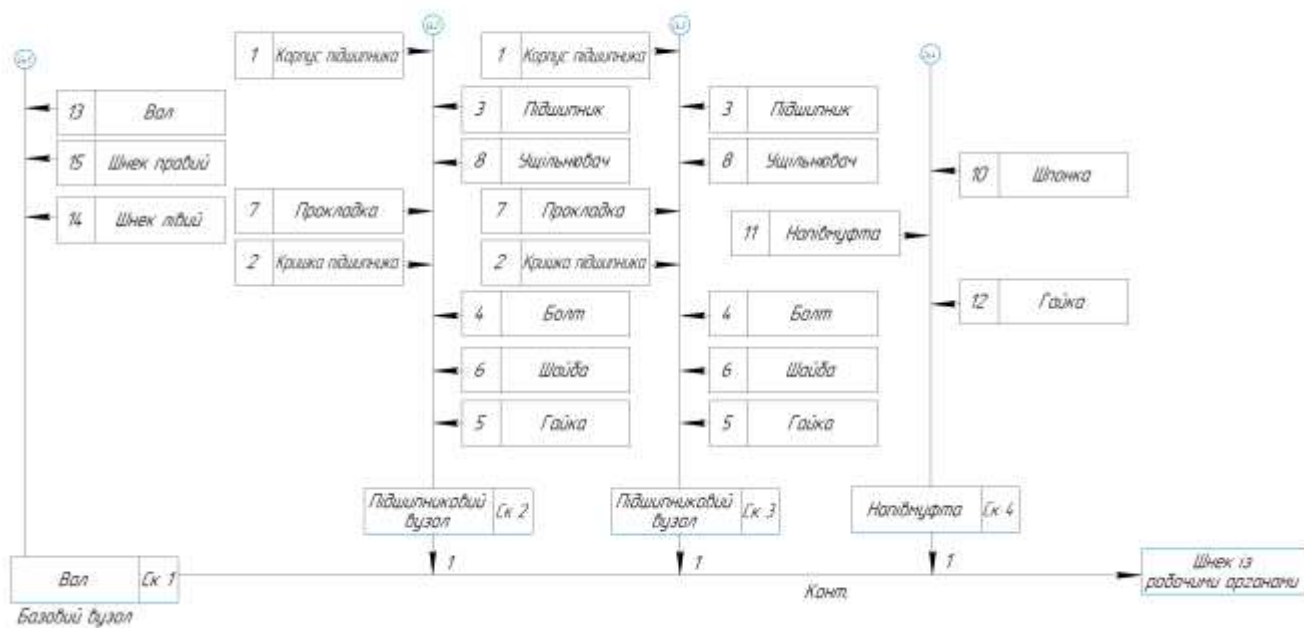


Рис.5.2. Технологічна схема складання шнека ополіскувача цукрових буряків

### 8.2.1. Технологічний маршрут складання шнеку із робочими органами

Таблиця 5.2

Номер переходу	Зміст переходу
<b>10. Збирання валу із робочими органами СК1</b>	
10.1.	Встановити витки правого шнеку на вал і закріпити його зварюванням згідно вимог ТУ
10.2.	Встановити витки лівого шнеку на вал і закріпити його зварюванням згідно вимог ТУ
10.3.	Закрутити гайку
<b>20. Збирання підшипникового вузла СК2</b>	
20.1.	Встановити корпус підшипника на каркас і закріпити його
20.2.	Встановити підшипник
20.3.	Встановити ущільнювач в кришку підшипника
20.4.	Встановити прокладку

20.5.	Встановити кришку підшипника
20.6.	Вставити 8 болтів
20.7.	Встановити на болти 8 шайб
20.8.	Закрутити 8 гайок
<b>30. Збирання підшипникового вузла СКЗ</b>	
30.1.	Встановити корпус підшипника на каркас і закріпити його
30.2.	Встановити підшипник
30.3.	Встановити ущільнювач в кришку підшипника
30.4.	Встановити прокладку
30.5.	Встановити кришку підшипника
30.6.	Вставити 8 болтів
30.7.	Встановити на болти 8 шайб
20.8.	Закрутити 8 гайок
<b>40. Встановлення напівмуфти СК4</b>	
40.1.	Встановити шпонку в шпоночний паз валу
40.2.	Встановити напівмуфту на вал
40.23.	Закрутити гайку
<b>50. Контрольна</b>	
60.1.	Проконтролювати виконання операцій 10-50

### 8.3. Розрахунок надійності валу при експлуатації

5.3.1. Матеріалом для виготовлення валу має бути якісна вуглецева сталь: сталь 45 (ГОСТ 1050 – 82).

5.3.2. Проведемо розрахунок ймовірності безвідмовної роботи вала ополіскувача для критичного перерізу в місці шпоночного пазу, у якого:  $d_1=44\text{мм}$ , висоту шпоночного пазу  $t=4\text{мм}$ , ширину шпоночного пазу  $b=15\text{ мм}$ . З

довідника знаходимо для сталі 12Х18Н10Т значення  $\sigma_{вр}=700\text{МПа}$ , а з технічної документації на вузол з'ясуємо, що значення згинаючого та крутного моментів:  $M_{зг}=162\text{Н}\cdot\text{м}$ ;  $M_{кр}=481\text{Н}\cdot\text{м}$ . Розподіл

моментів підпорядковується нормальному закону.

5.3.3. Шляхом інтерполяції знаходимо ефективні коефіцієнти напружень при згинанні та крученні вала для шпонки при  $\sigma_{вр}=700\text{МПа}$

$$K_{\sigma} = 1,75; K_{\tau} = 1,6.$$

(5.1)

5.3.4 Масштабний фактор при згинанні та крученні вала визначаємо за величиною його меншого діаметра (для вала з шпонковим пазом – діаметр вала  $d_1$ ).

Для нашого прикладу  $d_2=44\text{мм}$  коефіцієнти дорівнюють:  $\varepsilon_{\sigma}=0,7$ ;  $\varepsilon_{\tau}=0,7$ .

5.3.5. Середні значення амплітуд напружень при згинанні та крученні для нашого прикладу визначають за формулами:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W_{зг}} = \frac{32M_{зг}}{\frac{\pi d_1}{32} \frac{bt(d_1-t)^2}{d_1}} = \frac{32 \cdot 162 \cdot 10^3}{\frac{3,14 \cdot 44}{32} \frac{15 \cdot 4(44-4)^2}{44}} = 4,4 \text{ МПа};$$

(5.2)

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{M_{кр}}{\frac{\pi d_1}{16} \frac{bt(d_1-t)^2}{d_1}} = \frac{481 \cdot 10^3}{\frac{3,14 \cdot 44}{16} \frac{15 \cdot 4(44-4)^2}{44}} = 18,1 \text{ МПа},$$

(5.3)

де –  $W_{зг}$ ,  $W_{кр}$  – момент опору при згинанні та крученні в критичному перерізі валу,  $\text{мм}^3$ .

5.3.6. Коефіцієнти запасу міцності при згинанні та крученні валу становить відповідно:

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_{н}} = \frac{280}{\frac{1,75}{0,7} 4,4} = 1,8;$$

(5.4)

$$n_{\tau} = \frac{2\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_{кр}} = \frac{2 \cdot 140}{\frac{1,6}{0,7} 18,1} = 7,64;$$

(5.5)

де  $\sigma_{-1}=280\text{МПа}$ ,  $\tau_{-1}=140\text{МПа}$  – границі витривалості матеріалу валу (Сталь 12Х18Н10Т) відповідно при згинанні та крученні (довідникові дані).

5.3.7. Загальний сумарний коефіцієнт запасу міцності визначається за формулою:

$$n = \frac{\pi_{\sigma} \cdot \pi_{\tau}}{\sqrt{\pi_{\sigma}^2 \cdot \pi_{\tau}^2}} = \frac{1,8 \cdot 7,64}{\sqrt{1,8^2 \cdot 7,64^2}} = 1,75 .$$

(5.6)

5.3.8. Середнє квадратичне відхилення амплітуд напружень

$$S_a = \frac{A \cdot \sigma_{зг}}{3} = \frac{2,9 \cdot 4,4}{3} = 4,25 \text{ МПа, де } A = \frac{M_{кр}}{M_{зг}} = \frac{481}{162} = 2,9 .$$

(5.7)

5.3.9. Коефіцієнт варіації амплітуд

$$v_a = \frac{S_a}{\sigma_{зг}} = \frac{4,25}{162} = 0,03 .$$

(5.8)

5.3.10. Приймаємо сумарний коефіцієнт варіації амплітуд  $v_a=0,03$ . Знаходимо за графіком ймовірність відмови (руйнування валу в критичному перетині) при одержаних розрахункових даних ( $n=1,75$ ;  $v_a=0,3$ ). Ймовірність руйнування валу в критичному перерізі:  $F(t)=0,08$ .

5.3.11. Враховуючи співвідношення між ймовірностями безвідмовної роботи і відмов, ймовірність безвідмовної роботи вала становить:

$$P(t)=1-F(t)=100-0,08=99,2.$$

(5.9)

Одержаний показник свідчить, що вал ополіскувача має високу експлуатаційну надійність.

#### 8.4.Сертифікація елементів технологічного обладнання

8.4.1.Для проведення сертифікації обрано шнек ополіскувача цукрових буряків Ш1-П1510.

#### 8.4.2.Схема сертифікації виробів

Таблиця 5.3

Серійність виробів, Що сертифікуються	Обов'язковість проведення робіт щодо виробів, які сертифікуються					Документи, що видаються органом з сертифікації продукції
	Обстеження її виробництва	Атестації її виробництва	Сертифікації системи якості її виробництва	Її випробувань з метою сертифікації	Технічного нагляду за її виробництвом	
1	2	3	4	5	6	7
Одиничний виріб	Не проводиться	Не проводиться	Не проводиться	Проводяться по кожному виробу	Не проводиться	Сертифікат відповідності на кожний виріб

Схему добровільної сертифікації визначає заявник за погодженням з органом з сертифікації.

Під час вибору схеми (моделі) сертифікації продукції в Системі органу з сертифікації рекомендується керуватися такими правилами: сертифікат на одиничний виріб видається на підставі позитивних результатів випробувань цього виробу, що проведені у випробувальній

лабораторії (центрі), яка акредитована в системі.

#### 8.4.3. Технічний контроль якості

Технічний контроль полягає у перевірці контрольованих об'єктів на відповідність їх до заданих вимог. Об'єктами технічного контролю є вироби, технологічні процеси, заготовки, сировина тощо. На стадії проектування чи конструювання виробів завдання технічного контролю полягає у перевірці відповідності дослідних зразків технічному завданню та конструкторській документації; на стадії серійного виготовлення виробів — у контролюванні якості виробів, їх комплектності, ходу виробничих процесів, вимог пакування, маркування; на стадії використання — у перевірці дотримання вимог документації з експлуатації, ремонту та зберігання виробів. Метод контролю — це сукупність правил використання заданих принципів (фізичних, хімічних, біологічних тощо) для виконання завдань контролювання виробів чи процесів.

Система контролю — це сукупність методів, засобів контролю та контролерів, що взаємодіють з об'єктами контролю. Види технічного контролю поділяють залежно від: — об'єкта контролю — на кількісний та якісний; — стадій «життя» виробів — на проектний, технологічний, вхідний, виробничий, приймальний та експлуатаційний; — повноти охоплення — на суцільний та вибіркового; — зв'язку з контрольованим об'єктом у часі — на біжучий, постійний та періодичний; — змоги подальшого використання контрольованих виробів — на руйнівний та неруйнівний; — виду чи типу використовуваних засобів — на вимірювальний, записувальний, органолептичний, оглядовий та порівняльний; — виконавця — на заводський (фірмовий, фабричний, самоконтрольний тощо), відомчий, державний та міжнародний; — рівня технічного спорядження — на ручний, механізований, автоматизований та автоматичний; — впливу на контрольований об'єкт

— на активний та пасивний; — типу контрольованих параметрів — на геометричний, фізичний, механічний, хімічний, металографічний, функційний, візуальний тощо.

8.4.4. Випробування продукції з метою сертифікації проводяться випробувальною лабораторією (центром), що акредитована в Системі на право проведення ВИДІВ випробувань, які передбачені нормативними документами на продукцію, або на право проведення випробувань цієї продукції.

Примітка. У разі, якщо продукція є великогабаритною або нетранспортабельною.-або потребує монтажу на місці експлуатації, або використання унікального випробувального обладнання тощо. Допускається сертифікаційні випробування проводити на підприємстві-виробнику з використанням його випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки, які відповідають встановленим вимогам випробування повинні проводити фахівці акредитованої випробувальної лабораторії.

Заявник надає зразки (проби) продукції для випробувань та технічну документацію на них. Склад технічної документації встановлюється органом з сертифікації.

Кількість зразків для випробувань та правила їх відбору встановлюються органом з сертифікації згідно з порядком сертифікації конкретної продукції (правил, сертифікації групи однорідної продукції).

Ідентифікація продукції проводиться органом з сертифікації або, за його дорученням, іншою уповноваженою ним організацією. При цьому для продукції, що імпортується, в акті ідентифікації продукції зазначається код ТН ЗЕД\* (перші чотири знаки).

Випробування продукції, що імпортується, проводяться випробувальними лабораторіями (центрами), які акредитовані в Системі, виключаючи випадки, коли існує угода щодо взаємного

визнання результатів випробувань.

За позитивних результатів протоколи випробувань передаються органу з сертифікації продукції і в копії—заявнику.

У разі отримання негативних результатів хоча б по одному з показників випробування з метою сертифікації припиняються, інформація про негативні результати подається заявнику та органу з сертифікації продукції.

Повторні випробування можуть бути проведені тільки після подання нової заявки та надання органу з сертифікації продукції переконливих доказів проведення підприємством коригувальних заходів щодо усунення причин, що викликали невідповідність.

Зразки продукції, що пройшли випробування з метою сертифікації, в тому числі руйнівні, залишаються власністю заявника. Порядок списання, утилізації і повернення зразків та зберігання зразків-свідків повинен бути регламентований документацією органу.

Метрологія — це наука про вимірювання та їх застосування — таке коротке визначення дає державний стандарт України, який висвітлює основні поняття та терміни метрології — ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення, а також Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» (№ 1314-VII від 5 червня 2014 року).

Отже метрологія — це наука про вимірювання методи та засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення потрібної точності.

Основні завдання метрології:

- розробка теоретичних основ єдиної системи одиниць;
- створення методів відтворення одиниць фізичних величин на рівні еталонів та передавання їх значень з найвищою для сьогодення точністю;
- створення еталонів та мір;

- створення вимірювальних приладів та інформаційно-вимірювальних систем;
- розроблення методів вимірювальних перетворень;
- розроблення методів оцінювання точності результатів вимірювань.

Методи метрології — сукупність фізичних та математичних методів, що використовуються для одержання вимірювальної інформації із заданою точністю та достовірністю:

- методів вимірювальних перетворень;
- методів вимірювань та опрацювання результатів спостережень;
- планування вимірювального експерименту.

Засоби метрології — це сукупність засобів вимірювальної техніки та засобів контролю, які вдосконалюються і розвиваються на основі об'єктивних законів.

Для забезпечення високого рівня вимірювань потрібно мати теоретичну базу, засоби вимірювальної техніки та вміти правильно ними користуватись. Тому метрологія виступає в двох аспектах — науково-технічному та законодавчому.

ГОСТ 8.009-84 встановлює номенклатуру нормованих характеристик засобів вимірювань, які незалежно від виду вимірюваних величин і принципів дії засобів вимірювань необхідні для обґрунтованої оцінки похибки вимірювання, що проводяться в конкретних умовах як в статичному, так і динамічному режимах, а також способи нормування і форми їх подання.

Метрологічна характеристика засобів вимірювань - характеристика однієї з властивостей вимірювань, що впливають на результат вимірювань або його похибка.

Нормовані метрологічні характеристики - це метрологічні характеристики, встановлені нормативно-технічними документами.

Дійсні метрологічні характеристики - це характеристики засобів вимірювань, отримані експериментально.

Стандарт передбачає таку номенклатуру метрологічних характеристик: характеристики, призначені для визначення результату вимірювань; характеристики похибок засобів вимірювань (сумарна похибка; систематична і випадкова складова похибки; похибки внаслідок гістерезису); характеристики чутливості засобів вимірювань до впливаючих величин (функція впливу; характеристики зміни метрологічної характеристики під впливом впливають величин); динамічні характеристики - характеристики динамічних засобів вимірювань, які відображають залежність вихідного сигналу від мінливого у часі вхідного сигналу (перехідну, імпульсну, амплітудно-частотна і фазова характеристики; приватні характеристики - час встановлення показання приладу, час реакції і т. д.); характеристики властивостей засобів вимірювань, що впливають на похибку через взаємодії засобів вимірювань.

У стандарті для кожної характеристики встановлені способи нормування і форми подання, наведено рекомендації щодо вибору комплексів метрологічних характеристик.

Основними метрологічними характеристиками є діапазон вимірювань (або показань) та різні складові похибки засобу вимірювань.

Для кожного типу засобів вимірювань встановлюють свої метрологічні характеристики.

Діапазон показань - це область значень шкали, обмежена кінцевим і початковим значенням, тобто найменшим і найбільшим значеннями вимірюваної величини.

Шкала - це частина пристрою, що представляє собою сукупність відміток і проставлених біля деяких із них чисел відліку або інших символів, відповідних ряду послідовних значень величини.

Відмітка шкали - це знак (штрих, крапка тощо) на шкалі, відповідний деякому окремому значенню вимірюваної величини.

Проміжок між двома сусідніми відмітками шкали називається діленням шкали.

Ціна поділки шкали - це різниця значень величин, відповідних двом сусіднім відміткам шкали.

Діапазон вимірювань - область значень вимірюваної величини, для якої нормовані допустимі межі похибки засобу вимірювань.

Чутливість вимірювального приладу - відношення зміни сигналу на виході вимірювального приладу викликає його зміни вимірюваної величини.

Незмінність у часі метрологічних характеристик вимірювального приладу визначає його стабільність.

Стабільність засобів вимірювань визначається як найбільша різниця між повторними показаннями вимірювального приладу (найбільший розкид показів) при багаторазовому вимірюванні однієї і тієї ж величини при незмінних зовнішніх умовах. Цей показник є конструктивною характеристикою і відбиває якість виготовлення приладу.

Оцінка якості продукції спирається на вимірювання тих чи інших фізичних величин. Галуззю науки, що вивчає вимірювання, є метрологія – наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності.

8.4.5.

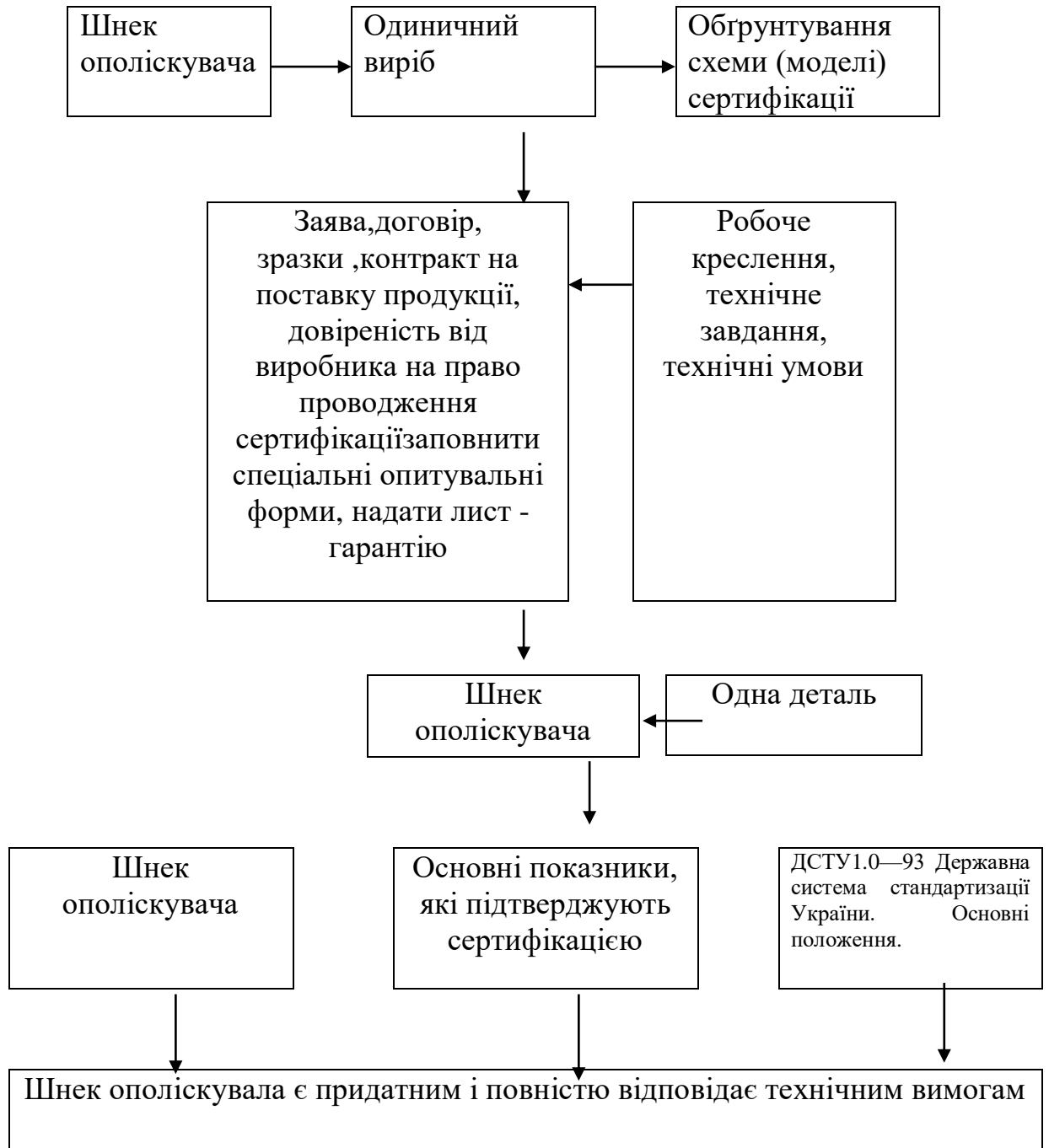


Рис.5.3. Структурна схема сертифікації шнека ополіскувача

## 9. Монтаж, ремонт і експлуатація ополіскувача цукрових буряків

### Ш1-П1510

#### 9.1. Загальні вимоги

Сучасне масове і великосерійне виробництво харчової продукції здійснюється поточним методом. Поточний метод виробництва базується на конвейерній передачі виробів від однієї технологічної операції до другої. Конвейєри є невід'ємною складовою частиною сучасного технологічного процесу, вони встановлюють і регулюють темпи виробництва, забезпечують його ритмічність, сприяють підвищенню продуктивності праці і збільшенню випуску продукції. Крім того, конвейєри - це основні засоби комплексної механізації і автоматизації транспортних, вантажно-розвантажувальних робіт і поточних технологічних операцій.

#### 9.2. Монтаж ополіскувача цукрових буряків Ш1-П1510.

Монтаж обладнання повинен виконуватися особами, що пройшли інструктаж по техніці безпеки та вивчили проектну документацію.

Зібраний щит керування встановити на площині обслуговування мийного відділення за допомогою рівня, і закріпити до перекриття анкерним болтом.

Прокладку електро- та водопроводів виконувати відповідно до креслень.

При монтажі керуватися паспортом та інструкціями розроблених виробником комплектуючих виробів.

Перед тим, як приступити до монтажу ополіскувача, необхідно розмітити його осі та пов'язати їх з осями агрегатів, що пов'язані з ним. В даному випадку осі ополіскувача ми пов'язуємо з осями бурякомийки та водовідділювача. При цьому перевіряють кріплення елементів ополіскувача.

Відповідальна	Технічне взрощення	Вид документа	Статус документа			
Власник документа	Розробник документа	Назва, додаткова назва <b>Правила</b>	150517.ДП.04.009.ПЗ			
	Документ затверджено		Інд.	Дата	Мова	Арку

Потрібно виставити обладнання з дотриманням кутів нахилу обладнання.

Монтаж натяжної станції проводиться так само, як і приводної.

Поздовжні осі паралелей, на яких пересувається барабан, мають бути паралельні поздовжній вісі конвейера і знаходитися від неї на однаковій відстані. Паралелі мають бути суворо горизонтальні.

Перед випробуванням ополіскувача на холостому ході підтягують всі болти, замінюють мастило в підшипниках, змащують зубчасті колеса редуктора, оглядають стрічку і покручують конвейер вручну. Вмикаючи електродвигун на короткий час, виявляють дефекти в роботі конвейера і усувають їх. Обкатку конвейера на холостому ході проводять під час проби заводу.

#### **9.4. Ремонт ополіскувача.**

Під час роботи ополіскувача найбільш зношуваними є підшипники, адже вони сприймають досить значні навантаження і тому вони потребують першочергової заміни.

Також зношуються елементи тертя такі як направляючі на сітчастому конвеєрі.

Ремонт проводиться особами, що ознайомленні з технікою безпеки та мають відповідну кваліфікацію.

Під час приймання стрічкового ополіскувача після ремонту перевіряють стан металоконструкцій, привода.

При ремонті ополіскувача переважно бувають такі види зносу:

- а) послаблення або знос місць посадок підшипників;
- б) знос або порушення різьби на валу;
- в) спрацювання (зменшення діаметра), раковини, подряпини шийок;

- г) знос, зминання та вищербування робочої поверхні шпоночних канавок;
- д) знос поверхонь для приєднання до вала інших деталей;
- е) надломи, тріщини, що проникають на глибину більше 10% діаметра вала, або скручування на кут більше  $10^\circ$  (такий вал вибраковують);
- ж) вигинання валів.

Послідовність ремонту встановлюється в залежності від характеру зносу та необхідної точності ремонту.

Посадочні місця під підшипники відновлюють до номінального розміру (наплавляють та проточують). При наявності на валу поздовжньої тріщини, яка не перевищує.

### **9.5. Експлуатація ополіскувача.**

Для запобігання травмуванню людей рухомі частини апарату (приводні, , натяжні пристрої, опорні ролики в зонах робочих місць, кінці валів тощо), до яких можливий доступ обслуговуючого персоналу і осіб, працюючих поблизу ополіскувача, повинні бути огорожені металевими кожухами або сіткою.

Для обслуговування допускаються особи не молодше 18-ти років, які пройшли відповідний інструктаж з охорони праці. Перед пуском в роботу необхідно провести його зовнішній огляд, перевірити кріплення всіх частин, наявність заземлення, справність електрообладнання.

Підключити електродвигун до електромережі і провести пробний холостий запуск. Перевірити, чи спрацюють кінцеві вимикачі. Впевнившись, що неполадки відсутні, можна приступити до експлуатації конвеєра.

Виконавчі механізми каменеуловлювачі і піскоуловлювачів потрібно попередньо відрегулювати та налаштувати відповідно з вимогами конструкторської документації.

Апаратуру встановлену в щиті керування, необхідно перевірити на

працездатність та налагодити по необхідності.

Індивідуальні випробування виконувати на непрацюючому технологічному обладнанні .

Усунення неполадок, регулювання і наладку вузлів, натяг ланцюгів , очищення і змащення поверхонь, що труться, необхідно проводити при повній зупинці конвейєра і вимкненому електродвигуні. При виконанні цих робіт слід вивісити плакат: "Не вмикати - працюють люди!"

Апарат обладнується звуковою сигналізацією (сирена, дзвінок), що попереджує про його запуск або про аварійну ситуацію.

При експлуатації системи необхідно чітко і в повному обсязі виконувати рекомендації підприємства-виробника приладів та засобів автоматизації.

Не рідше ніж раз в місяць проводити огляд, перевіряти одночасність торкання і провал контактів, зачищати контакти.

## 10. Опис схеми автоматизації

Автоматизація цукрового виробництва забезпечує якісну та ефективну роботу технологічних ділянок лише у випадку комплексного підходу до вирішення цієї задачі. При такому підході слід підготувати до автоматизації технологічне обладнання, технологію і вибрати необхідні засоби автоматизації для основних і допоміжних процесів.

Велике значення при підготовці об'єктів або технологічних ділянок до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, по яких здійснюється об'єктивне управління процесом. При виборі засобів контролю технологічних параметрів цукрового виробництва враховують можливість їх роботи в різних середовищах і при різних режимах роботи.

Основними умовами надійного функціонування та ефективного використання засобів автоматизації являються наступні:

- психологічний настрій обслуговуючого персоналу;
- чітка організація метрологічної роботи служби;
- вірний вибір технічних засобів і регулюючих органів;
- якість монтажу засобів автоматизації;
- вдосконалення і оновлення засобів автоматизації;
- облік характеристик вимірюваного, регулюючого і навколишнього середовища.

Система керування ополіскувачем цукрових буряків Ш1-П1510 не залежить від способу подачі, а підбирається в залежності від продуктивності обладнання, що встановлене перед ополіскувачем з урахуванням наступних міркувань:

<i>Відповідальна</i>	<i>Технічне</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i>	<i>Назва, додаткова назва</i>	<b>150517.КП.04.010.ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд.</i>	<i>Дата</i>	<i>Мова</i>	<i>Арку</i>	

- продуктивність ополіскувача повинна відповідати продуктивності обладнання, що встановлене перед ним в технологічній лінії цеху;

- показником цієї відповідності є текуче значення кількості маси буряків або рівня, що поступає;

- в перехідних режимах роботи, причиною яких можуть бути недоліки як на початку тракту – зі сторони подачі, так і в кінці – зі сторони споживання, повинно виключатися перевантаження бурякомийок і забезпечуватися потрібна кількість очистки і мийки буряків.

### **Опис роботи ополіскувача цукрового буряку Ш1-П1510**

Джерелом енергозабезпечення мийного відділення є трансформаторна підстанція бурякоцеху потужністю 620 кВт. Напряга розподільчої мережі з 380/220В глухо заземленою нейтраллю, напряга ламп робочого освітлення 220В, ремонтного 12В. Водопостачання відбувається за допомогою насосів, а витрата води становить 30% від буряку, що подається, тобто при продуктивності 6000т/доб витрата на форсунках становить 35 м<sup>3</sup>/год та 40 м<sup>3</sup>/год на каменеуловлювачі.

Управління ополіскувачем буряків здійснюється з щита чергового оператора. Щити і пульт управління розміщені в ізолюваному приміщенні на відмітці 6.500. Ланцюги управління виконуються за допомогою контрольних кабелів .

Система автоматизації передбачає:

- дистанційне управління приводами ополіскувача;
- регулювання подачі води на форсунки;
- регулювання подачі води на каменеуловлювачі
- світлову сигналізацію роботи обладнання;

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

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

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

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

*Завдання на розробку автоматизації таблиця 8.1*

Агрегат, апарат	Параметр і місце відбору	Допустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю або керування	Додаткові вимоги
1	2	3	4	5	6
Ополіскувач	Витрати рідини	~	Контроль, регулювання	Покази стабілізація	Дія на витрату рідини

## Опис схеми автоматизації

Продуктивність ополіскувача має пряму залежність з роботою бурякомийки, тому регулювання подачі буряків не відбувається безпосередньо на ньому, а залежить ввід продуктивності бурякомийки. Частота обертання двигунів ополіскувача регулюється за допомогою тахогенераторів 1а, 2а, 3а. Керування відбувається за рахунок перемикачів режимів керування SA1, SA2 SA3 SA4. Положення пульсуючого тумблера в режимі дистанційного керування встановлюють за допомогою кнопочних вмикачів SA1, SA2 SA3 SA4.

Регулювання подачі води на форсунки в ополіскувач, вимірюваної перетворювачем 4а, виконує регулювальний пристрій 4в, у відповідності із вхідною кількістю буряків у відповідності з темпом їх обробки. В контур також входить прибор контролю витрат 4б, також входить панель дистанційного керування SA4.

Регулювання подачі води на каменеуловлювачі, вимірюваної перетворювачем 5а, не залежить від кількості буряків і є величиною сталою регулювання виконує регулювальний пристрій 5в. В контур також входить прилад контролю витрат 5б, і панель дистанційного керування SA5.

Таким чином контур 4а-4в та 5а-5в підтримують на ділянках необхідний матеріальний баланс по витратам води у відповідності з темпом обробки буряко-водяної суміші що подається в ополіскувач.

Блокування поточно-транспортної системи, перед пускова, технологічна і виробнича сигналізація, а також сигналізація на склад буряків про потреби в буряках – традиційні.

## Специфікація на прилади та засоби автоматизації

таблиця 8.2

№ п/п	Позначення	Місце встановлення	Назва	Тип моделі
1	2	3	4	5
1	SB1-SB6	На щиті	Кнопочний вмикач	ВК-16
2	SA1- SA6	На щиті	Тумблери	
3	1а, 2а, 3а	По місцю	Тахогенератор	ТМГ-30П
4	4б, 5б	На щиті	Прилади контролю	ПКП2
5	4а,5а	По місцю	Перетворювач витрат	ПДТ15А
6	4в, 5в	По місцю	Регулюючий клапан	25ч37нж

*Висновок:* Управління основним технологічним обладнанням здійснюється в двох режимах: дистанційне з щита управління і місцеве. Управління допоміжним обладнанням місцеве. На місцях місцевого управління передбачені вимикачі, які не допускають можливість дистанційного пуску.

150517.КП.04.010.ПЗ

Інд.

Дата

Мов

Арку  
III

## 11. Охорона праці

### Закон України про охорону праці

Закон України про охорону праці що прийнятий 14.10.92 є основою для розробки галузевих актів і актів підприємств, закон є основою для забезпечення безпечних і здорових умов праці на промислових підприємствах, а так само компенсації шкоди нанесеного виробництвом людині.

### Інструктажі

Навчання безпеки на підприємствах при роботі з ополіскувачем цукрового буряка починається з ввідного інструктажу, що проводиться інженером по охороні праці (техніці безпеки). Інструктаж реєструється в журналі, який зберігається на протязі 35 років. Всі решта інструктажів проводиться безпосередньо керівником робіт.

Перед допуском до самостійної роботи безпосередньо на місці проводиться первинний інструктаж. Його проводить майстер індивідуально з кожним працюючим в об'ємі інструкції для окремих видів робіт або професій даного виробництва, що реєструється в обліковій картці інструктажу.

Повторний (черговий, плановий) інструктаж проводить майстер на робочому місці зі встановленою для даного виробництва і виду робіт періодичністю. Ця періодичність не перевищує шести місяців на звичних роботах і трьох на роботах з підвищеною небезпекою. Повторний інструктаж реєструється в особистій картці інструктажу.

Позапланові інструктажі проводяться майстром індивідуально або з групою працівників однієї професії. Вони проводяться при зміні правил охорони праці, технологічного процесу, порушеннях працівниками правил безпеки, які можуть привести до травми, аварії, вибуху або пожежі,

<i>Відповідальна</i> -----	<i>Технічне</i> <i>взгодження</i>	<i>Вид документа</i> -----		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник</i> <i>документа</i>	<i>Розробник</i> <i>документа</i>	<i>Назва, додаткова</i> <i>назва</i>	150517.ДП.04.011.ПЗ			
	<i>Документ</i> <i>затверджено</i>		<i>Інд.</i> -----	<i>Дата</i> -----	<i>Мова</i> ---	<i>Арку</i> -----

нешасних випадках на виробництві, після тривалої відсутності працівника (більше 30 днів для робіт до яких належать умови підвищеної небезпеки, і більше 60 днів для решти робіт).

Поточний інструктаж проводиться з працівниками перед виробництвом робіт, на які оформляється наряд-допуск. У наряді-допуску фіксується проведення інструктажу.

На цукрових підприємствах перед допуском до обслуговування мийних апаратів робітники зобов'язані пройти навчання по затверджених програмах.

### **Фінансування заходів щодо охорони праці**

Фінансування охорони праці здійснюється власником. Працівник не несе ніяких витрат по проведенню заходів щодо охорони праці.

Кабінетом міністрів України встановлюється порядок, при якому на підприємствах, в галузях і на державному рівні створюються фонди охорони праці.

Туди згідно закону України про охорону праці поступають відрахування у розмірі 0.5 % від реалізованої продукції (виконаних робіт, послуг).

Ці фінанси використовують для проведення заходів щодо охорони праці. Засоби фондів охорони праці не підлягають оподаткуванню і використанню на інші цілі. Витрати на охорону праці, які передбачаються в державному і місцевих бюджетах, виділяються окремим порядком.

### **Заходи безпеки при роботі і обслуговуванні ополіскувача цукрового буряка**

Обслуговування ополіскувача цукрового буряка пов'язане з наступними небезпечними чинниками: робота на великій висоті, небезпека ураження електричним струмом, небезпека травмування частинами апарату, що обертаються. Тому до роботи на ополіскувач, його технічному обслуговуванню і ремонту допускаються особи які пройшли теоретичну і практичну підготовку, перевірку по виконуваній роботі і інструктажі по безпечних методах праці.

При роботі апарату забороняється відкривати лаз, люки і кришки.

**При роботі апарату необхідно:**

- здійснювати постійний контроль за виконанням заданих технологічних параметрів по приладах, встановлених на шафах і щитах оператора;
- зупиняти апарат при виявленні в його механізмах різких стукотів, сильних вібрацій і перевантажень;
- дотримувати в постійній чистоті підлоги майданчиків обслуговування і ступеня драбин.

**Будь-які роботи усередині ополіскувача в період експлуатації слід проводити тільки після:**

- припинення подачі буряководяної суміші;
- спорожнення апарату від буряків;
- перекриття всіх комунікацій, що підводять і відвідних, а при роботі всередині апарату - заглушивши їх;
- знеструмлення всіх приводів апарату і вживання заходів запобігаючих випадковому включенню апарату;
- відкриття люків у верхній і нижній частині апарату;
- отримання наряду допуску на виконання таких робіт.

**До початку ремонтних робіт необхідно перевірити:**

- наявність позначення видимими застережливими знаками або написом зона небезпечна для знаходження людей;
- справність, правильність установки і надійність кріплення вантажопідійомних машин;
- справність і технічний стан засобів малої механізації;

**При виробництві ремонтних робіт слід:**

- встановити порядок обміну сигналами між стропальником і особою керуюча вантажопідійомним механізмом;
- не допускати знаходження людей під піднятим вантажем;
- вантаж з великими габаритами і масою затримувати на висоті 0,2-0,3

м від початку підйому, переконається в надійності закріплення і стійкості вантажопідйомної машини, після чого продовжувати переміщення;

- не залишати піднятий вантаж на висоті на час перерв;
- стропи відчіпляти тільки після установки вантажу на призначене місце і перевірки його стійкості;
- не допускати перехід людей по елементах і конструкціях, що не мають огорож;
- виконувати вимоги по електробезпеці, пожежобезпеці, правила по техніці безпеки для слюсарних і інших робіт такелажів.

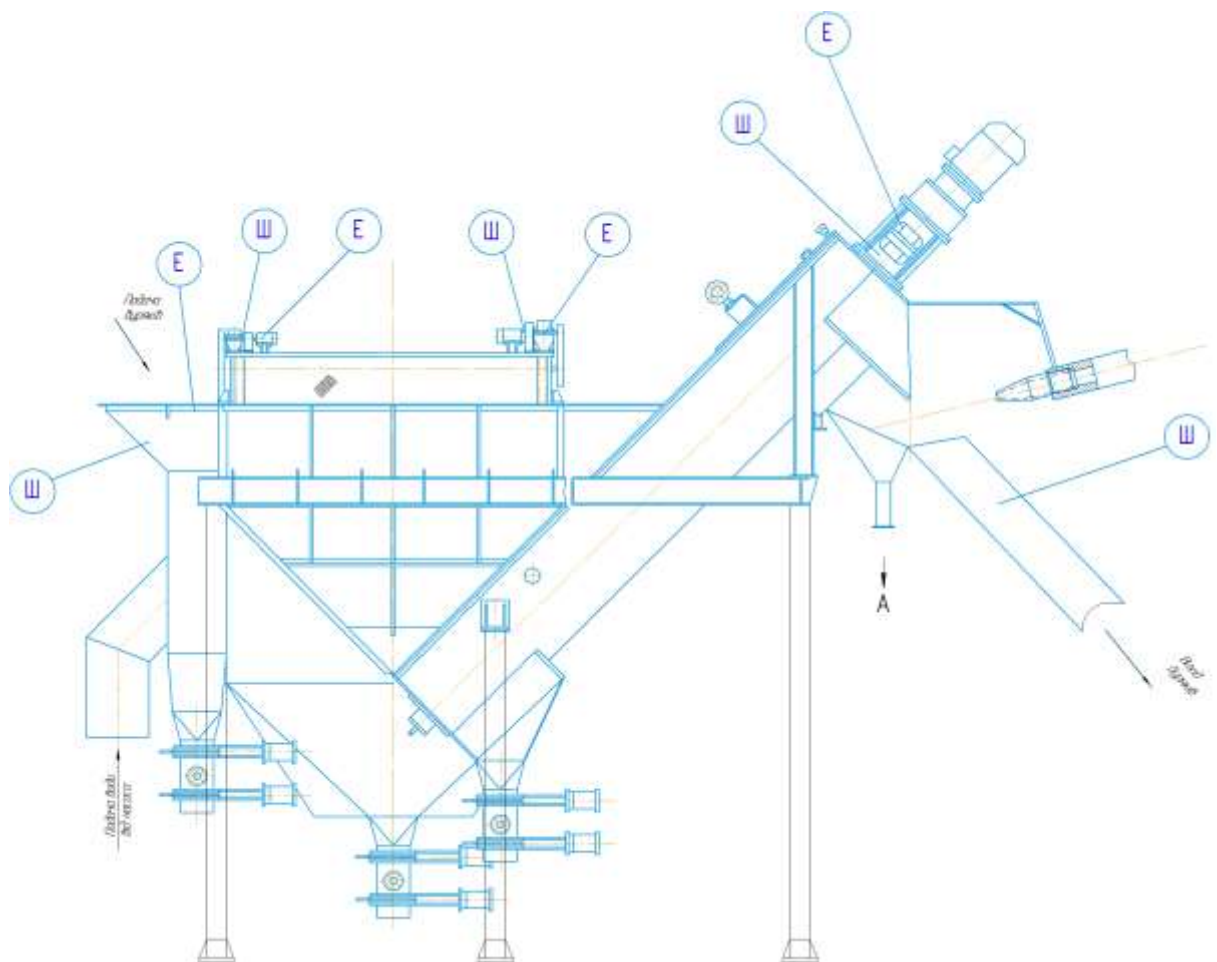


Рис.1. Головний вигляд ополіскувача цукрових буряків Ш1-П1510

В– вібрація;

Ш – шум;

МТ – механічні травми.

Е – електробезпека.

## Електробезпека

Мийне відділення відноситься до категорії підвищеної небезпеки. Класифікація приміщень у відношенні ураження електричним струмом особливо небезпечне.

Електробезпека при роботі ополіскувача цукрового буряка забезпечується:

- конструктивним вибором і розміщенням електроапаратури;
- прокладкою електропроводів в металевих трубах і гнучких металевих рукавах, що захищають дроти від механічних пошкоджень, а місця їх під'єднання від попадання вологи;
- перевіркою опору ізоляції дротів, які не повинні бути менш;
- 1,0 МОм для дротів і апаратури, розташованих в щитах і шафах управління ;
- 0,5 МОм для дротів і апаратури, розташованих в щитах і шафах управління;
- 0,5 МОм для дротів і апаратури, розташованої поза шафами управління;
- застосуванням для живлення ланцюгів управління електроустаткування змінної, напруги, не більш 42 В;
- створенням надійного електричного контакту між струмонепровідними частинами установки, які можуть виявитися під напругою при пробі ізоляції дротів, і затисків заземлення; опір між затиском заземлення і будь-якою непровідною металічною частиною не повинен перевищувати 0,1 Оми;
- надійним заземленням складових частин установки електричних машин, трісторних агрегатів, щитів шаф управління в місцях їх установки виробу не повинне перевищувати 4,0 Ома;
- наявність електричного захисту від струмів короткого замикання і перевантажень електродвигунів приводів апарату і допоміжних механізмів;

- звукової сигналізації, що оповіщає оточуючих про майбутній пуск апарату;
- установкою апаратури управління і контрольно-вимірювальних приладів в щитах і шафах з вказівкою їх призначення;
- перевіркою електричної міцності ізоляції дротів випробувальною напругою 2000V. в перебігу однієї хвилини.

### **Пожежна безпека**

Приміщення в якому проводиться процес мийки буряку відноситься до категорії Д пожежонебезпечні.

Основні заходи пожежної безпеки наступні:

- суворе дотримання передбачених технологічним регламентом і паспортними даними режимів роботи устаткування (температури, рівня і.т.д.);
- освітлення устаткування, установок і споруд в яких можуть виникнути пожежонебезпечні умови або умови для само загорання контрольно-вимірювальною апаратурою, запобіжними приладами (термооповіщувачами, термореле і ін. автоматичними пристроями);
- теплоізоляція нагрітих поверхонь устаткування і комунікацій, забезпечуюча температуру її нагрітої поверхні 45°C і менш;
- оснащення устаткування апаратурою періодичного і безперервного контролю і сигналізації;
- оснащення устаткування засобами запобігання накопичення статичної електрики і його стогін зі всіх елементів устаткування;
- встановлення на устаткуванні граничних норм завантаження, швидкостей переробки, транспортування, оснащення його апаратурою автоматичного контролю цих норм, засобами сигналізації і зупинки устаткування при перевантаженнях;
- дотримання режимів мастила, відповідність змащувальних масел технічній характеристиці устаткування для попередження температури деталей, що труться, зокрема підшипників більш 60°C;

Зовнішнє пожежогасіння передбачається від існуючого пожежника водопроводу з пожежними гідрантами.

На заводі також повинні бути первинні засоби пожежогасіння: вогнегасники, бочки з водою, лопата, відра, сухий пісок.

**Розрахунковий запас води при 3-годинному пожежогасінні визначається із формули, м<sup>3</sup>:**

$$Q = 3 \cdot 3600 \cdot (n_1 + n_2) / 1000 = 10,8 \cdot (n_1 + n_2),$$

де: 3600 і 1000 – перевідні коефіцієнти відповідно годин – в секунди і літрів – в м<sup>3</sup>; n<sub>1</sub> – потреба води на внутрішнє (5 л/с) і n<sub>2</sub> – зовнішнє пожежогасіння (10 л/с).

$$\text{Отже, } Q = 10,8 \cdot (5 + 10) = 162 \text{ м}^3.$$

Для швидкої евакуації людей у випадку пожежі передбачені запасні двері та виходи.

Вимоги безпеки до розміщення робочих місць і майданчиків.

Розташування і розстановка устаткування у виробничих приміщеннях здійснюється відповідно до галузевих норм технологічного проектування при цьому обов'язково передбачається дотримання наступних умов: послідовність розстановки устаткування по технологічній схемі, забезпечення зручності і безпеки обслуговування і ремонту максимально природного освітлення і надходження свіжого повітря.

При розміщенні технологічного устаткування необхідний дотримувати наступні норми ширини проходів: для магістральних

- не менше 1,5 м між устаткуванням;
- не менше 1,2 м, між стінами виробничих будівель і устаткуванням;
- не менше 1 м, призначені, для ремонту і обслуговування

устаткування;

- не менше 0,7 м. ширина проходів у робочих місць повинна бути збільшена не менше ніж на 0,75 м при односторонньому розташуванні працюючих від проходів і проїздів і не менше ніж на 1,5 м при розташуванні робочих місць по обидві сторони проходів і проїздів.

Ширина проїздів встановлюється залежно від виду використовуваного транспорту з урахуванням радіусу повороту.

Для забезпечення монтажу і демонтажу устаткування в міжповерхових перекриттях передбачаються отвори з розмірами, що перевищують відповідні габарити вмонтованого устаткування на 1 м. Відкриті монтажні отвори в перекриттях відкриті монтажні отвори в перекриттях захищаються поручнями вистій не менше 1 м і суцільною обшивкою по периметру отвору внизу на висоту не менше 0,15 м. Оскільки дифузійний апарат має висоту більше 20 м. то для зручності і безпеки обслуговування на висоті більше 1,5 м він обладнується стаціонарними майданчиками і дробинами.

Майданчики повинні мати ширину не менше 0,7 м, поручні заввишки 1 м і вертикальні стійки з кроком не більш 1,2 м, Майданчики і містки обладнають суцільною бортовою обшивкою заввишки не менше 0,15 м. Між обшивкою і поручнями на висоті 0,5 м від настилу майданчика повинно бути передбачено додаткова подовжня огорожа.

Дробини на висоті 3-5 м повинні мати перехідні майданчики.

Ширина сходів повинна бути не менше 0,7 м. Відстань між ступенями дробин по висоті не більш 0,2 м, а по ширині не менше 0,12 м. дробини заввишки до 1,5 м повинні мати нахил до горизонту не більш 45°, а заввишки більше 1,5 м - не більш 60°. Поверхні металевих майданчиків і ступенів драбин виконують з рифленої або просічення-витяжної сталі. Застосування металевих майданчиків і ступенів з гладкою поверхнею.

### **Освітлення**

Для забезпечення освітленості передбачається природне і штучне освітлення. Освітлення відповідає вимогам СН і П-4-79 і ДСТУ 18.384-81 В денний час максимально повинне використовуватися денне світло, що поступає в приміщення через вікна а у разі потреби - через засклені ліхтарі і крівлі. Робочі місця, які в денний час з технічних причин не можуть бути забезпеченні природним освітленням повинні освітлюватися електричним світлом.

Для забезпечення освітленості в темний час доби використовують світильники з люмінесцентними лампами або лампами розжарювання. Перші використовуються для загального освітлення, другі - для місцевого і аварійного освітлення.

Світильники з лампами розжарювання встановлюють для освітлення, місць де встановлені вимірювальні прилади, щити, пульти управління і ін. Решта робочих місць повинна освітлюватися за рахунок загального освітлення.

Для забезпечення евакуації персоналу і можливості продовження роботи у разі відключення основного освітлення у виробничих приміщеннях повинне бути передбачене аварійне освітлення з незалежним джерелом живлення. Обов'язковому устаткуванню світильниками аварійного освітлення підлягають: всі шляхи евакуації, привід апарату, сходів обслуговування, ходи між устаткуванням теплові щітки та пульти керування, насосні приміщення, робочі місця.

Ремонтне освітлення в мийному відділенні для проведення ремонтів устаткування, виконана мережа ремонтного освітлення. Вона працює від напруги 36 В. Живлення здійснюється від знижувальних трансформаторів.

**Норми штучного освітлення на робочих поверхнях:** зорова робота – середньої точності, найменший розмір об'єкта розрізнення від 0,5 до 1,0 мм, розряд зорової роботи – IV, підрозряд зорової роботи – б, освітленість: при комбінованому освітленні 500 лк; при загальному освітленні 200 лк. Норми природного освітлення на робочих поверхнях: зорова робота – середньої точності, найменший розмір об'єкта розрізнення від 0,5 до 1,0 мм, розряд зорової роботи – IV, при верхньому та комбінованому освітленні – КПО( $e_n^{IV}$ ) = 3,2%, при бічному освітленні в зоні із стійким сніговим покриттям – КПО( $e_n^{IV}$ ) = 1,2%, при бічному освітленні на іншій території – КПО( $e_n^{IV}$ ) = 1,4%.

### **Заходи боротьби з шумом і вібрацією**

Систематична дія виробничих шумів і вібрації на працюючих

призводить до зниження продуктивності їх праці, різним важким захворюванням. У зв'язку з цим особлива увага надається боротьбі з шумом і вібрацією.

При роботі обладнання мийного відділення шум і вібрація є шкідливими чинниками діючими на обслуговуючий персонал.

Еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску на робочих місцях апарату у октавних смугах частот повинні бути визначені по ГОСТ12.1.028-80, ГОСТ 27 -72-306-77. При цьому еквівалентні рівні звуку і звукового тиску повинні відповідати СН № 3223-85.

Для зменшення шуму та вібрації у вузлах, що обертають в першу чергу потрібно забезпечити високу точність при їх збиранні. Під окремі вузли або між елементами, що ударяються, можна покласти пружинячі матеріали (резина, войлок, пробка). Для зменшення вібрації під ногами можна покласти спеціальні віброгасячі площадки.

В якості індивідуального захисту від шуму можна використовувати різні противошуми (антифони).

### **Метеоумови**

Для забезпечення здорових і безпечних умов праці, працездатності людини оточуюча його на виробництві повітряне середовище повинне відповідати встановленим санітарно-гігієнічним нормативам. Серед цих нормативів для харчових підприємств особливе значення належить метеорологічним умовам на робочих місцях, оскільки для харчових виробництв характерні значні виділення теплоти і вологи, вимоги до метеоумов регламентуються санітарними нормами.

Оптимальними мікрокліматичними умовами вважаються такі, поєднання яких при тривалій і систематичній дії на людину зберігає його нормальний тепловий стан без напруги механізму терморегуляції.

Показниками, що характеризують оптимальні і допустимі метеоумови в закритих виробничих приміщеннях, є температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового випромінювання, а також

температура поверхонь, захищаючий робочу зону. Оптимальні величини температури (22...24°C), відносної вологості (40...60%) і швидкості руху повітря ( не більш 0,1 м/с) повинні дотримуватися в .кабинах, на пультах, постах керування технологічними процесами, у залах де обчислювальна техніка, та інших приміщеннях при виконанні робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційною напругою.

Допустимі показники мікроклімату встановлюються у випадках коли по технологічних вимогах виробництва, технічним і економічним причинам ще не представляється можливим забезпечити оптимальні норми.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів інсоляції на постійних на постійних робочих місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м<sup>2</sup> при опромінюванні 50% і більш поверхні тіла, 70 Вт/м<sup>2</sup> при величині опромінюваної поверхні тіла.

### **Санітарно-побутові приміщення**

Санітарно-побутові приміщення загального і спеціального приміщеннях влаштовуються залежно від того, до якої групи по санітарній характеристиці відносяться основні виробничі процеси на підприємствах. Основні процеси на підприємствах цукрового виробництва відносяться до групи 2г, тобто процесам вимагаючим особливого режиму для забезпечення якості продукції і пов'язаним з переробкою харчової продукції. На цукрових підприємствах велике питома значення мають процеси протікаючі при не сприятливих метеоумовах і напруженою роботою.

Нормативні величини виробничих процесів:

1. Ділянка мийного відділення на одного робітника не менше 4,5 м.
2. Об'єм виробничого приміщення на одного робітника не менше 15,0 м.
3. Висота поверхів відділення не менше 3,0 м.
4. Висота приміщень від підлоги до низу виступаючих конструкцій перекриття, покриття не менше 2,2 м.
5. Відстань між обладнанням та частини будівлі не менше 0,8 м.

**Вентиляція** Повітря робочої зони виробничого приміщення повинне відповідати ГОСТ 12.1.005-88.

Відповідно до цього передбачена припливно-витяжна і природна вентиляція, при цьому в системі механічного притоку зовнішнього повітря в холодний час року підігрівається за допомогою системи, що включає відцентровий вентилятор і два калорифери.

Пропозиції:

- впровадження заходів по попередженню утворення небезпечних факторів;

- наведення норм освітлення цеху та розраховання об'єму води для гасіння пожежі в даному цеху;

- впровадження зниженого впливу вібрацій на працівників (використання спеціальних віброзахисних настилів, а для захисту від шуму спеціальні антифони).

У виконанні роботи були визначені небезпечні та шкідливі фактори при обслуговуванні ополіскувача цукрового буряка.

## 12. Охорона довкілля

### Вступ

Цукрова промисловість відноситься до однієї з найбільш водомістких галузей народного господарства України. Для одержання 1т цукру потрібно близько 200 м<sup>3</sup> води. Більша частина від загальної кількості необхідної для цукрового заводу води забезпечується завдяки повторному і оборотному її використанню і лише незначна кількість за рахунок свіжої води. Об'єм свіжої води, що використовують цукрові заводи, становить 420% до маси перероблених буряків.

При експлуатації водного господарства на цукрових заводах виникає ряд екологічних проблем:

- забруднення водоймищ стічними водами цукрових заводів;
- виснаження водних ресурсів;
- забруднення підземних вод;
- "цвітіння" водоймищ.

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

Екологічне обґрунтування реконструкції.

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

Відповідальна	Технічне узгодження	Вид документа		Статус документа			
Власник документа	Розробник документа	Назва, додаткова назва <b>Охорона довкілля</b>	150517.ДП.04.012.ПЗ				
	Документ затверджено		Інд.	Дата	Мова	Арку	

речовини, амінокислоти та похідні амінокислот — бетаїни, холін та інші органічні сполуки можуть трансформуватися в шкідливі токсичні сполуки. Ці процеси, що відбуваються в ставку-накопичувачі, поглинають значну кількість розчиненого у воді кисню.

Істотними забрудниками середовища є осади, що утворюються у відстійниках-накопичувачах та залишаються на фільтрах після дефекації і сатурації дифузійного соку.

До їх складу входять органічні та мінеральні речовини. Виникають певні проблеми з утилізацією жому та жомової води. Жом використовують переважно як корм для тварин. Проте часто постають проблеми з його своєчасним вивезенням. Під час тривалого зберігання він загниває і забруднює довкілля. Жомопресову воду скидають у загальний стік (стічні води III категорії), проте її можна використовувати у виробництві кормових дріжджів та інших продуктів.

Для зменшення стічних вод III категорії на заводі пропонують використовувати оборотну систему використання цих вод. Підвищення величини продування, тобто скидів, в цій системі може спостерігатись при переробці сильно забруднених буряків, з великим вмістом підморожених і травмованих коренів, коли оборотна вода значно забруднюється органічними, а також поверхнево - активними речовинами, основну частину яких становить санонін.

Крім великої піноутворюючої здатності санонін впливає на ефективність освітлення транспортно - мийних вод. Зниження інтенсивності їх спінення можливо досягти завдяки використанню піногасильників. На практиці через відсутність піногасильників вдаються до підвищеного продування (поновлення води в системі), що хоч і знижує інтенсивність спінення, але призводить до підвищення витрат свіжої води та кількості стічних вод. Для зменшення продування оборотної системи вод II категорії необхідно переглянути роботу відстійників.

Розроблено НВО” Цукор “і випробувано у виробничих умовах на

цукровому заводі спосіб згущення та зневоднення транспортно - мийного осаду, суть якого зводиться до використання металевих вертикальних відстійників - згущувачів, де одночасно здійснюється освітлення транспортно — мийної води та згущення осаду, який потім зневоднюється на осадній шнековій центрифугі безперервної дії. Цей спосіб потребує значних капітальних витрат. Крім того підвищується витрата електроенергії. Отже, більш економним способом є зменшення продувки води II категорії за рахунок руйнування піни хімічними піногасильниками, які дозволяють запобігти піноутворенню в оборотній системі, а також використанню способу помірної флотації у схемі очищення цих вод, що дає можливість видаляти з води як піногасники так і високодисперсні речовини і одержувати доосвітлену воду (транспортно - мийну) відповідної якості, що дозволяє використовувати її для миття буряків.

### **Характеристика викидів**

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

### **Характеристика скидів**

Фільтраційний осад — це продукт взаємодії нецукрів дифузійного соку з вапном і діоксидом карбону в процесі його очищення. Фільтраційний осад створюється на цукрових заводах у процесі попередньої і основної дефекації, I і II сатурації, сульфитації та проміжної фільтрації соку.

Фільтраційний осад (дефекат) є мінеральним (вапняковим) добривом, особливо для вапнування кислих ґрунтів. Він нейтралізує надлишкову

кислотність ґрунтів, поліпшує водостійкість і пухкість структури глиняних ґрунтів та засвоюваність добрив, особливо азотних і фосфорних. Збагачений органомінеральними речовинами передсатураційний осад може бути використаний як добавка до кормів для тварин і птиці.

З метою повторного використання фільтраційного осаду в цукровій промисловості запропоновано регенерувати з нього вапно та діоксид карбону (IV). Для цього його прожарюють в обертових печах типу цементних або в печах по лицевого типу та розпилювальних. Проте істотною перепорою для використання цього методу регенерації фільтраційного осаду є його пилеподібний стан та вміст нецукрів. Останні накопичуються в отриманому вапні, погіршуючи його якість, і потребують періодичного видалення. За кордоном фільтраційний осад використовують переважно як добриво для кислих ґрунтів. Дефекат часто змішують зі шламом із відстійників конвеєрно-мийних вод і використовують як добриво. Висушений фільтраційний осад з вмістом вологи 30 - 35 % добре зберігається. За фасування в мішки його вологість не повинна перевищувати 8-10 %.

Конвеєрно-мийні води на цукрових заводах із відстійників виводяться в стоки III категорії. Ці стічні води піддають механічному очищенню в земляних відстійниках і потім надходять на поля фільтрації або в біологічні ставки для природного біологічного очищення. Це зумовлює підвищені витрати свіжої води і потребує великих площ для полів фільтрації.

Стічні води цукрових заводів містять значну кількість органічних речовин і є цінним добривом для вирощування кормових культур. Згущення та зневоднення осаду конвеєрно-мийних вод у вертикальному відстійнику та горизонтальній шнековій центрифугі неперервної дії надає змогу істотно зменшити кількість стічних вод, що скидаються, та створити замкнену систему оборотного водопостачання гідротранспорту і миття буряку, отримати зневоднений транспортабельний осад ґрунту та підвищити ефективність діючих очисних споруд стічних вод III категорії.

Останнім часом розроблено і впроваджено нові методи очищення

стічних вод цукрового виробництва, які ґрунтуються на анаеробних та аеробних процесах розкладання домішок. Застосування в схемі очищення анаеробного процесу значно підвищує ефективність очищення і різко зменшує земельні ділянки під очисні споруди

### **Характеристика відходів**

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

Буряковий жом утворюється під час добування соку з буряку дифузійним способом. Вихід жому в дифузійних батареях становить 90 % маси буряків і до 80 % в дифузійних апаратах безперервної дії. До складу жому входять 5% сухих речовин, решта - вода. Сухі речовини містять білки, цукор, пектинову речовину, клітковину та ін. Тому жом є добрим, легкозасвоюваним кормом, який посідає проміжне місце між луговим сіном і вівсом.

За несприятливих умов у жомі під впливом мікроорганізмів можуть утворюватися крім молочної ще й масляна та оцтова кислоти, які надають жому неприємного запаху. Під час зберігання втрата кормових якостей жому може сягати 60 %. Кисла жомова вода, що при цьому утворюється - це

шкідлива стічна вода, яка підлягає знезараженню та подальшій переробці.

Науково-дослідним інститутом цукрової промисловості на основі виконаних досліджень рекомендовано такі технологічні схеми консервації і збагачення свіжого, віджатого і сухого жому:

- біологічне консервування сирого жому в жомосховищах;
- хімічне консервування і збагачення сирого віджатого жому;
- виробництво мелясованого, амідного, бардяного й амідомінерального сухого жому.

### **Висновок:**

При проведенні вище описаних заходів можна зменшити згубний вплив цукрового виробництва на природу. Це дасть змогу покращити екологічний стан в Україні, що на даний момент є критичним і потребує негайної ліквідації чинників, що продовжують впливати на екологію.

### 13. Маркетингове обґрунтування проекту

#### 13.1. Загальна характеристика ринку

Миття рослинної сировини проводять зануренням у воду, якщо ця сировина важча за воду (відмочка), ополіскуванням струменями води, використанням щіткових пристроїв, активним перемішуванням, а також перетиранням.

У більшості машин використовують комбінацію цих методів миття.

Із багатьох мийних машин найбільше розповсюдження отримали лопатеві, стрічкові, барабанні, щіткові, комбіновані, вібраційні та інші. Вибір конструкції мийної машини визначається структурно-механічними і міцнісними властивостями рослинної сировини, а також характером та кількістю забруднення на її поверхні. Для кожного виду сировини потрібен свій спосіб і режим миття.

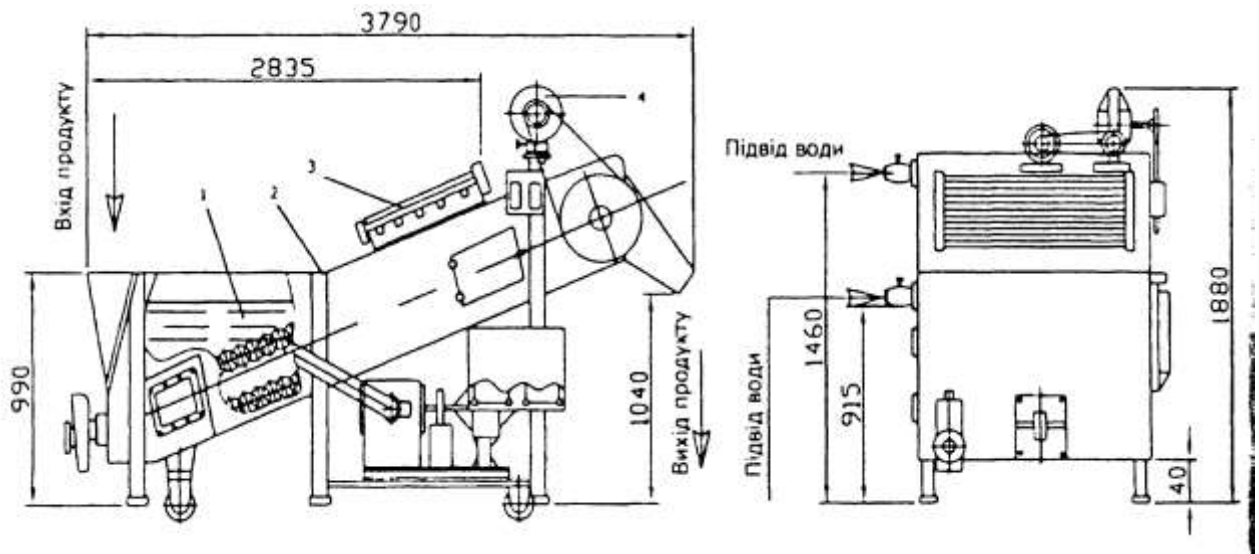
Уніфікована мийна машина (рис. 12.1) призначена для миття різних овочів і плодів як з м'якою, так і з твердою структурою. Вона складається з ванни (1), роликового конвеєра (2), душового (струминного) пристрою (3) і приводу (4). На каркасі ванни змонтовані всі вузли мийної машини.

При роботі машини плоди подаються у мийний простір ванни безперервно. Для інтенсифікації миття плоди активно перемішуються за допомогою стиснутого повітря, що підводиться від нагнітача. Вимиті плоди із мийного простору переміщуються нахиленим транспортером, у верхній частині якого вони ополіскуються водою із струминного пристрою (3).

Вивантаження продукту проводиться через лоток, що регулюється по

Відповідальна особа	Г.Ч.	Технічне узгодження	Вид документа	Статус документа			
Власник документа		Розробник документа	Назва, додаткова назва <b>Маркетингове</b>	<b>150517.ДП.04.013.ПЗ</b>			
		Документ затверджено		Інд.	Дата	Мова	Арку

регулюється заслінкою. Вода, що надходить у ванну через струминний пристрій, видаляється через зливу щілину. Чистка ванни проводиться через грязьовий люк та бокові вікна.



**Уніфікована мийна машина:**

1 - мийна ванна; 2 - роликівий конвеєр; 3 - душовий пристрій; 4 - привід.

**Барабанна мийка**

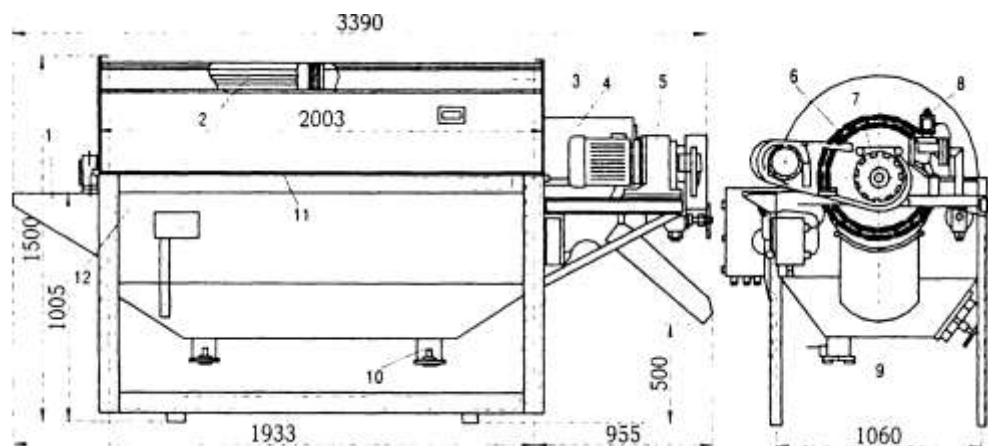
Миття в барабанних мийних машинах відбувається при обертанні барабана шляхом інтенсивного перемішування сировини і за рахунок ударів падаючої сировини об поверхню води. Ефективність процесу миття визначається відношенням сил, що діють на сировину, яка знаходиться в барабані.

При малих обертах барабана сировина розташовується в його нижній частині. При збільшенні обертів висота підйому сировини збільшується. Із збільшенням кута підйому ефективність процесу миття підвищується завдяки кращому перемішуванню і більшій висоті падіння сировини. Але при значному збільшенні обертів барабана може настати такий момент, коли відцентрована сила перебільшить силу тяжіння і сировина під час всього оберту буде придавлена до стінки барабана, тобто порушиться процес миття.

Барабан може бути циліндричним, конічним, горизонтальним або нахиленим. Безперервно діючі машини виготовляються з нахиленим або

горизонтальним барабаном. Сировина в них переміщається або за рахунок нахилу барабана, або за допомогою шнеків і лопатей, приварених всередині барабана.

Барабанна мийна машина (рис. 12.2) призначена для миття плодів і овочів (коренеплодів, груш, яблук та ін.). Вона складається з каркаса (11) і закріпленої



***Барабанна мийна машина:***

1 - прийомний лоток; 2-4 - барабан; 5 - двигун-редуктор; 6 - ланцюгова передача; 7 - вал; 8 - запірний магнітний вентиль; 9 - вивантажувальний лоток; 10 - люк; 11 - каркас; 12 – ванна.

На ньому ванни (12), яка розділена перегородками на дві частини. В кожній частині ванни знаходяться барабани (2) і (3), однакові за діаметром і довжиною. За барабаном (3) розміщений барабан (4).

Всі три барабани закріплені на одному валу (7). Перші два призначені для відмочування і відокремлення забруднень. На поверхні цих барабанів є щілини, через які проходять забруднення і осідають на дні ванни.

Забруднення видаляються з машини через люк (10). Третій барабан служить для чистового ополіскування водою, яка подається через душовий пристрій, а його поверхня перфорована. Машина приводиться в рух від мотора-редуктора (5) через ланцюгову передачу (6).

Вода в душовий пристрій подається через запірний магнітний вентиль

(8), зблокований з приводним електродвигуном. Сировина в машину подається через лоток (1) і з нього надходить в барабан (2), а потім лопатями перекидається в барабан (3), а з нього спеціальним ковшем у барабан (4). Вимита сировина вивантажується з машини через лоток.

### **13.2. Аналіз зовнішнього маркетингового середовища**

Виходячи з необхідності зменшення енергетичних затрат, а також зменшення втрат цукру в мийному відділенні, ми проводимо модернізацію ополіскувача цукрового буряку Ш1-П1510. Шляхом заміни двох шнекового транспортера одно шнековим більшого діаметру. В результаті чого зменшуються енергетичні затрати.

Даним проектом передбачено також зменшення затрат на обслуговування обладнання, яке задіяне при подачі цукрових буряків, за рахунок зменшення його кількості і складності.

В результаті модернізації замість двох двигунів потужністю 11 кВт буде встановлено один двигун на 20 кВт. За рахунок зменшення споживання потужностей на 2 кВт буде реалізований план по економії енергії.

Розпилення рідини також відіграє значну роль при митті сировини, особливо на стадії фінішної обробки, коли необхідно забезпечити якісне відмивання сировини.

В даному дипломному проекті проведено заміну пристроїв диспергування рідини на більш сучасні та більш ефективні. Такими пристроями є форсунки, робота яких основана на кавітаційному принципі.

При кавітаційному способі розпилення рідина переходить в аерозольний стан за рахунок збільшення поверхневої енергії плівки рідини, що досягається шляхом накладення на неї механічних коливань високої інтенсивності ультразвукової частоти.

Основними перевагами ультразвукового розпилювання рідин, в порівнянні з іншими способами є:

- низька енергоємність;
- висока продуктивність процесу;
- можливість отримувати мілкодисперсні розпорошення;
- можливість отримувати монодисперсні розпорошення;
- можливість розпорошувати високов'язкі рідини без застосування додаткового розпилювального агента;
- наявність у краплях рідини циркуляційних струмів, що сприяють прискоренню процесів теплообміну, масопереносу та інших на поверхні краплі.

Сировиною, яка підлягає обробці в ополіскувачі є буряк, забруднений легкими домішками (гичка, солома тощо) до обробки і очищений від них після проходження установки.

### **Будова та принцип роботи ополіскувача цукрових буряків Ш1-П1510**

На рис.1 зображений ополіскувач цукрових буряків Ш1-П1510 який складається з таких частин як шнековий транспортер 1, який закріплений у ванні 2 до якої приєднаний завантажувальний бункер 3, до нижньої частини ванни, бункера та шнекового транспортера закріплені шибєрні засуви через які відбувається вивантаження важких домішок та піску. Під номером 5 показаний бункер в якому встановлений сітчастий конвеєр 6, через бункер відбувається відвід води, а також вивантаження легких домішок які знімає з конвеєра сіткоочистник.

Зверху в завантажувальній бункер подається буряк який за допомогою води, що подається знизу завантажувального бункера, потрапляє у ванну через яку буряк рухається до шнекового транспортера на сталій висоті за рахунок висхідного потоку, що створюється з шибєрних засовів, і в цей час верхні слої води рухаються до сітчастого конвеєра який за рахунок кута під

яким він встановлений уловлює легкі домішки та вивантажує їх в бункер. Рівень води у ванні тримається сталий за рахунок переливного механізму. Ефект уловлювання домішок в такому вловлювачі значно підвищується, так як на перфорованих пластинах затримуються практично всі короткі легкі домішки, що протікають в верхніх шарах буряководяного потоку, так як потік перекритий повністю вловлюючими елементами. Крім того згин перфорованих пластин дозволяє затримувати новий вид домішок — пусту поліетиленову тару. Збільшення ефективності вловлювання домішок дозволяє проводити наступні технологічні операції більш якісно.

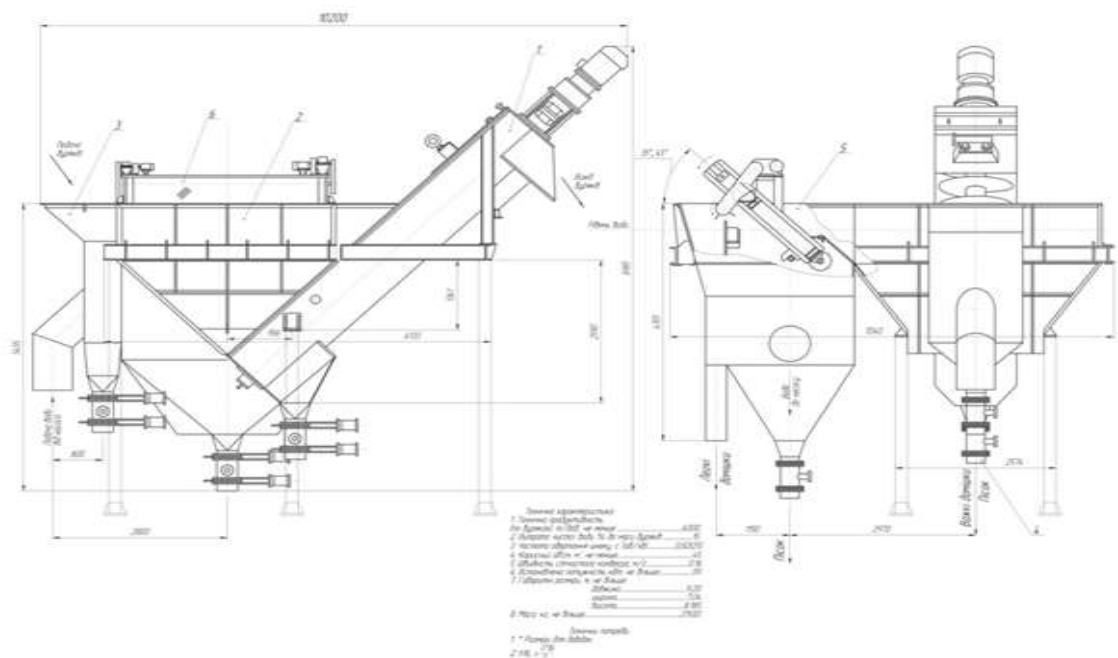


Рис.1 Ополіскувач цукрових буряків Ш1-П1510

Після потрапляння в транспортер буряки піднімаються до вивантажувального патрубку перед яким відбувається ополіскування буряків за допомогою струменів води які створюються через форсунки встановлені у верхній часті шнекового транспортера. За рахунок цього відбувається остаточне очищення буряків і вони вивантажуються до водовідділювача звідки, за рахунок висхідного потоку, що створюється з шибєрних засувів.

Далі в залежності від технологічної схеми, подаються на другу бурякомийку, або на подальшу переробку на бурякорізку.

## **Висновки**

Сьогодні цукрова промисловість вимагає значних капіталовкладень, більша частина яких повинна піти на перепрофілювання цукрових заводів. Лише скорочення кількості переробних підприємств дозволить цукровим АПК, які залишилися, збільшити тривалість сезону переробки, знизити собівартість і дістати оборотні кошти для проведення ремонту й підвищення технічного рівня виробництва цукру-піску.

Отже, модернізований ополіскувач цукрових буряків Ш1-П1510 є конкурентоспроможним на ринку України, за рахунок зменшення енерговитрат, зменшення затрат на обслуговування обладнання, за рахунок зменшення його кількості і складності, заміну пристроїв диспергування рідини на більш сучасні та більш ефективні.

Впровадження даного проекту дає змогу значно покращити умови праці, особливо працівників бурякоцеху (зменшення вологості, шуму, вібрації).

## Список використаної літератури

1. Андрианов, И.О. Ремонт и монтаж оборудования свеклосахарных заводов. / И.О. Андрианов — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 328 с.
2. Ануриев В.И. Справочник конструктора — машиностроителя (в 3 томах). / В.И. Ануриев — М.: Машиностроение, 1982.
3. Гребенюк С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов. / С.М. Гребенюк — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 520 с.
4. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов. / А.М. Дальский, И.А. Арутюнова, Т.М. Барсукова — М.: Машиностроение, 1977. — 664 с.:ил.
5. Мочерний С.В. Економічний словник-довідник . / С.В. Мочерного. — К.: Феміна, 1996
6. Инструкция по приемке, хранению и учёту сахарной свеклы. — К.: ВНИИСП, 1978. — 224 с.
7. Казаков Н.Ф. Технология пищевого машиностроения. / Н.Ф. Казаков, Г.А. Мартынов. — М.: Машиностроение, 1982. — 296 с.
8. Кононюк А.Е., Басанько В.А. Справочник конструктора оборудования пищевых производств. / А.Е. Кононюк, В.А. Басанько. — К.: Техніка, 1981. — 318 с.
9. Лахтин Ю.М. Материаловедение. / Ю.М. Лахніка, В.П. Леонтьев. — М.: Машиностроение, 1980. — 493 с.:ил.
10. Михайлов А.М. Основы расчета элементов строительных конструкций в примерах. / А.М. Михайлов. — М.: Высшая школа, 1980. — 416 с.

Відповідальна	Технічне взгодження	Вид документа	Статус документа			
Власник документа	Розробник документу	Назва, додаткова назва	150517.ДП.04.000.ПЗ			
	Документ затверджено	<b>Список</b>	Інд.	Дата	Мова	Арку

11. Нисис М.Н. Техника безопасности при производстве санитарно-технических работ. / М.Н. Нисис. — К.: Будівельник, 1987. — 265 с.
12. Скороходов Е.А. Общетехнический справочник. / Е.А. Скороходова. — М.: Машиностроение, 1982. — 415 с.
13. Сапронов А.Р. Технология сахара. / А.Р. Сапронов. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 232 с.