

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

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

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

«___» _____ 20__р.

«___» _____ 20__р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

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

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових виробництв
на тему Інтенсифікація процесу пресування бурякового жому шляхом модернізації транспортно-розподільчої системи його подачі

Виконав: здобувач II курсу, групи ОХ-2-4М
Коваленко Назар Віталійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Олішевський Валентин Вікторович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП

_____ Микола ЯКИМЧУК

«___» _____ 20__р.

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

Коваленко Назар Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Інтенсифікація процесу пресування бурякового жому шляхом модернізації транспортно-розподільчої системи його подачі
керівник проекту (роботи) **Олішевський Валентин Вікторович**, проф., д.т.н.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 07» 11 2022 р. № 794-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2023р.

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: 14.09.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	<i>Вступ</i>	30.09.2022	
2	<i>Аналітичний огляд стану питання</i>	08.10.2022	
3	<i>Методика проведення досліджень</i>	15.10.2022	
4	<i>Дослідна частина та узагальнення результатів</i>	22.10.2022	
5	<i>Обґрунтування модернізації. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування</i>	29.10.2022	
6	<i>Розрахункова частина</i>	12.11.2022	
7	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	12.11.2022	
8	<i>Технологія машинобудування</i>	19.11.2022	
9	<i>Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання</i>	30.11.2022	
10	<i>Автоматичний контроль та управління об'єктом проектування</i>	10.12.2022	
11	<i>Заходи по охороні праці</i>	18.12.2022	
12	<i>Охорона довкілля</i>	18.12.2022	
13	<i>Маркетингове обґрунтування проекту</i>	30.12.2022	
14	<i>Висновки</i>	15.01.2023	
	<i>Графічна частина формату А1 – 10 шт.</i>	15.01.2023	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	25.01.2023	

Здобувач

(підпис)

Коваленко Н. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Олішевський В.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота на тему «Інтенсифікація процесу пресування свіжого жому шляхом удосконалення завантажувальної шахти преса глибокого віджиму» виконана згідно виданому завданню та поставлених задач.

В основу магістерської роботи поставлено задачу інтенсифікації процесу пресування свіжого жому шляхом удосконалення завантажувальної шахти преса глибокого віджиму, а саме покращення процесу пресування за рахунок зниження вмісту вологи в жомі перед його пресуванням шляхом встановлення в завантажувальну шахту коробки з перфорованими стінками.

В пояснювальній записці представлено: аналітичний огляд існуючого обладнання, устрій та принцип роботи обладнання, розрахунки, що підтверджують роботоздатність, розділ з охорони праці, монтажу, ремонту та експлуатації.

Магістерська робота містить пояснювальну записку, яка викладена на аркушах формату А4. Графічна частина представлена на листах формату А1.

Метою дослідження є підвищення ефективності вилучення цукрози з бурякової стружки шляхом удосконалення дифузійно-пресової технології шляхом удосконалення процесу пресування свіжого жому.

Об'єктом дослідження є процес пресування свіжого жому в пресах глибокого віджиму.

Предметом дослідження є ступінь видалення вологи з свіжого жому перед його пресуванням.

Ключові слова: пресування, свіжий та пресований жом, жомопресова вода.

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження Олішевський В.В.</i>	<i>Вид документа Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа Коваленко Н.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва Анотація</i>		210750.MP.05.001 ПЗ			
	<i>Документ затверджено Якимчук М.В.</i>			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова UA</i>	<i>Аркуш 1/2</i>

SUMMARY

Master's thesis on "Intensification of the process of pressing fresh pulp by improving the loading shaft of the deep press" was performed according to the issued task and tasks.

The master's thesis is based on the task of intensifying the process of pressing fresh pulp by improving the loading shaft of the deep press, namely improving the pressing process by reducing the moisture content in the pulp before pressing by installing a box with perforated walls in the loading shaft.

The explanatory note presents: an analytical review of existing equipment, the structure and principle of operation of our equipment, calculations confirming the operability, the section on labor protection, installation, repair and operation.

The master's thesis contains an explanatory note, which is set out on A4 sheets. The graphic part is presented on sheets of A1 format.

The aim of the study is to increase the efficiency of sucrose extraction from beet chips by improving the diffusion-pressing technology by improving the process of pressing fresh pulp.

The object of research is the process of pressing fresh pulp in deep pressing presses.

The subject of the study is the degree of removal of moisture from fresh pulp before pressing.

Key words: pressing, fresh and pressed pulp, pulp press water.

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	
Висновки	
Список використаних джерел.....	
Додатки.....	

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження Олішевський В.В.</i>	<i>Вид документа Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа Коваленко Н.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва Зміст</i>	210750.MP.05.001 ПЗ			
НУХТ	<i>Документ затверджено Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін .</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова UA</i>	<i>Аркуш 1/1</i>

Вступ

Вилучення сахарози з бурякової стружки - один з ключових етапів цукробурякового виробництва, від роботи якого залежить ритмічна робота всіх наступних станцій підприємства, а також якість і вихід цукру, що виробляється. Найважливішим завданням при виробництві цукру є підтримання максимальної ефективності роботи дифузійного відділення, а також своєчасне виявлення та усунення різних проблем, що виникають на цьому ділянці виробництва.

Сучасна технологія екстрагування сахарози з бурякової стружки передбачає протиточну обробку сировини спеціально підготовленою водою (екстрагентом), як використовується барометрична вода в суміші з аміачними конденсатами. Також передбачено повернення очищеної жомопресової води як частину живильної. Процес протікає при температурі 70-72 °С, що необхідно для денатурації білків і руйнування протоплазми клітин бурякової тканини та сприяє вивільненню до 98% сахарози зі стружки екстрагент.

Істотним недоліком дифузійного способу екстрагування є значна витрата води, що істотно перевищує масу бурякового соку, що веде до збільшення відкачування дифузійного соку і, як наслідок, зростання енергетичних витрат на випарювання води із соку. В іншому випадку підвищуються втрати сахарози в буряковому жому.

Сучасним раціональним напрямом підвищення якості дифузійного соку та зниження до мінімуму втрат сахарози в знецукрованій стружці є застосування дифузійно-пресового способу, що включає вилучення основної маси сахарози (до 88%) протиточним дифузійним методом з мінімальним відкачуванням дифузійного соку (110-105%) і чистотою не нижче чистоти клітинного соку. За такої величини відбору дифузійного соку залишковий вміст цукру в жому (2-2,5%) значно перевищує величину,

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження Олішевський В.В.</i>	<i>Вид документа Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа Коваленко Н.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва Вступ</i>	210750.MP.05.001 ПЗ				
	<i>Документ затверджено Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін .</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова UA</i>	<i>Аркуш 1/2</i>	

що регламентується (0,3%). Подальше глибоке пресування знецукрованої стружки до сухих речовин 24-25 % забезпечує величину втрат сахарози, що нормуються, у віджатому жому – 0,3 % до маси буряків.

Одержання сухих речовин жому не нижче 24-25% можливе при використанні пресів глибокого віджиму "Stord" або "Babbini". При цьому жомопресова вода чистотою і не нижчою за клітинний сік бурякової стружки.

Проте навіть найсучасніші методи вилучення сахарози не забезпечують сталість якості одержуваних напівпродуктів. Тому пошук нових способів та методів, що інтенсифікують дифузійний процес вилучення цукру з буряка, є важливим фактором підвищення результативності цукробурякового виробництва.

Сучасна технологія екстрагування сахарози з бурякової стружки супроводжується низкою проблем:

- величина вилучення сахарози трохи більше 98 %;
- високі втрати цукрози на станції екстрагування;
- велика витрата пари на досягнення заданої температури процесу;
- велика тривалість процесу екстрагування;
- висока обсімененість мікроорганізмами сокостружкової суміші в апараті;
- Необхідність застосування хімічних реагентів для обробки поживної води;
- Високий вміст редуруючих речовин у дифузійному соку.

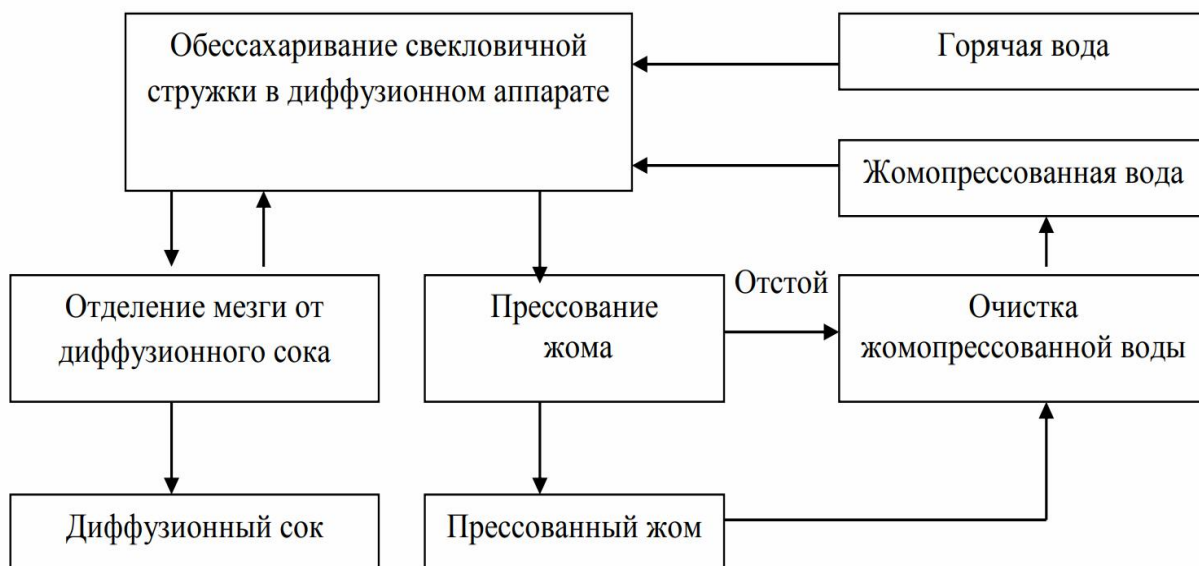
Все це говорить про те, що використання традиційних методів екстрагування сахарози з бурякової стружки потребує вдосконалення.

Вирішення актуального завдання раціонального використання сировини та енергоресурсів при його переробці за допомогою традиційних методів практично вичерпано, тому необхідна розробка принципово нових технологій.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ

1.1 Аналіз технології первинної переробки бурякового жому та використаного обладнання.

Жом є цінним вторинним матеріальним ресурсом для отримання різних корисних продуктів, таких як харчові волокна, пектин, пектиновий клей та ін.. Для виробництва цих продуктів в основному використовується попередньо віджатиї та висушений гранульований жом. Технологічна схема процесу пресування жому представлена на малюнку 1.1



Попереднє видалення вологи перед остаточним висушуванням жомової маси здійснюється без зміни її агрегатного стану. Для цього можуть використовуватися такі способи: фільтрація, центрифугування та пресування. Перші два способи з властивих їм особливостей не використовуються при зневодненні свіжого бурякового жому.

Для пресування вологомістких матеріалів рослинного походження, у тому числі і відходів, до яких відноситься буряковий жом, у переробних галузях використовуються різні види пресів (таблиця 1.1).

Відповідальна організація	Технічне узгодження Олішевський В. В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа	Розробник документа Коваленко Н.В.	Назва, додаткова назва Аналітичний огляд стану питання	210750.MP.05.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін .	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/14

Таблиця 1.1 – Пресове обладнання для віджиму свіжого жому

Технічні характеристики процесів	
Принцип роботи	Преси періодичної дії Преси безперервної дії
Виконання пресуючого органу преса	Поршень–циліндр Прес – плита Металеві вальці з регульованим зазором Барабани з еластичним покриттям циліндричної поверхні Шнековий рушій Стрічковий механізм Матриця Механізми зміни поперечного перерізу отвору на виході преса
Ступінь віджиму жому	Преси низького віджиму (зміст СВ до 12–14%) Преси середнього віджиму (зміст СВ до 14–22%) Преси глибокого віджиму (зміст СВ 22–35%)
Кількість шнеків у шнекових пресах	Одношнековий Двошнековий
Вид шнекового рушія	Циліндричний з постійним кроком та кутом нахилу витків Циліндричний із змінним кроком та кутом нахилу витків Конічний зі змінним кроком та кутом нахилу витків Суцільний З перфорованим несучим корпусом
Видалення рідкої фракції із жому	Через ситову поверхню Через перфоровану поверхню Через пресуючий орган
Компонування пресів	Горизонтальна Похила Вертикальна
Форма вихідної матриці (фільтери) преса	Кругла Прямокутна Щілинна Змінного перерізу Відсутня

Регулювання ступеня віджиму	Зміна швидкості переміщення матеріалу у зоні пресування Зміна положення у просторі пресуючого органу
-----------------------------	---

Українські бурякопереробні підприємства пресують жом переважно до змісту 14–18 СВ, зарубіжні ж підприємства віджимають. Аналіз показує, що основною причиною цього відставання є конструктивно–технологічні недоліки жомопресового обладнання, що використовується на бурякопереробних підприємствах. На сучасних цукрових заводах використовують преси попереднього віджиму жому, які на виході одержують жом із вмістом СВ 10–12%. Частина заводів оснащена пресами моделі ГХ–2, що забезпечують після віджиму з вмістом СВ 14–18%. Об'ємна маса пресованого жому (при СВ понад 18%) становить приблизно 550 кг/м³. Частина заводів оснащена пресами глибокого віджиму, що дозволяє отримати пресований жом із вмістом СВ 25–30% вищої щільності. До біокомпакторів харчових відходів періодичної дії відносяться уніфікована серія компактаторів моделей PSR, що випускається в РФ, з маятниковою прес-плитою. У таблиці 1.5 наведено технічні характеристики компактаторів.

Параметри	Модель преса			
	PSR 8	PSR 10	PSR 16	PSR 20
Об'єм контейнера	8	10	16	20
Завантажу вальний отвір, мм	1200 x 1430			
Питома сила пресування, кН/м ²	280			
Довжина ходу поршня, мм	20			
Встановле на потужність, кВт	5,5			
Габарити прес–поршня, мм	295x1430			
Габарити преса, мм	3830x2040x2500	4330x2040x2500	5540x2420x2600	6190x2420x2600
Маса преса, кг	2750	2900	4150	4350

Таблиця 1.5 – Технічні характеристики пресів серії PSR.

Біокомпактори даної серії прості за пристроєм і відрізняються надійністю в роботі. До їх недоліків можна віднести періодичність циклу пресування, значні габарити та масу.

Для пресування свіжого жому в промисловості в основному використовуються преси зі шнековими рушійми, перевагою яких у

порівнянні з поршневыми пресами та пресами з пресуючими плитами є безперервність процесу пресування, що дозволяє легко їх вбудовувати в потокові лінії для більш глибокої переробки жому. При пресуванні жому на шнекових пресах можливі три випадки просторового розташування осі шнекового рушія: горизонтальний, похилий під якимось кутом до горизонту і вертикальний. Характерним прикладом преса з горизонтальним розташуванням шнека є відомий механізм для віджимання соку з овочів та фруктів. Істотним недоліком даного пресу є його мала продуктивність, обмежена площа поверхні для видалення рідкої фракції та неефективне регулювання ступеня віджиму шляхом зменшення площі перерізу вихідного отвору преса за допомогою гвинта. Для отримання соку в роботі запропоновано спосіб двостадійної обробки буряків шляхом її пресування та екстракції, що збільшує час процесу обробки буряків. Схема похилого одношнекового преса наведено малюнку 1.5.

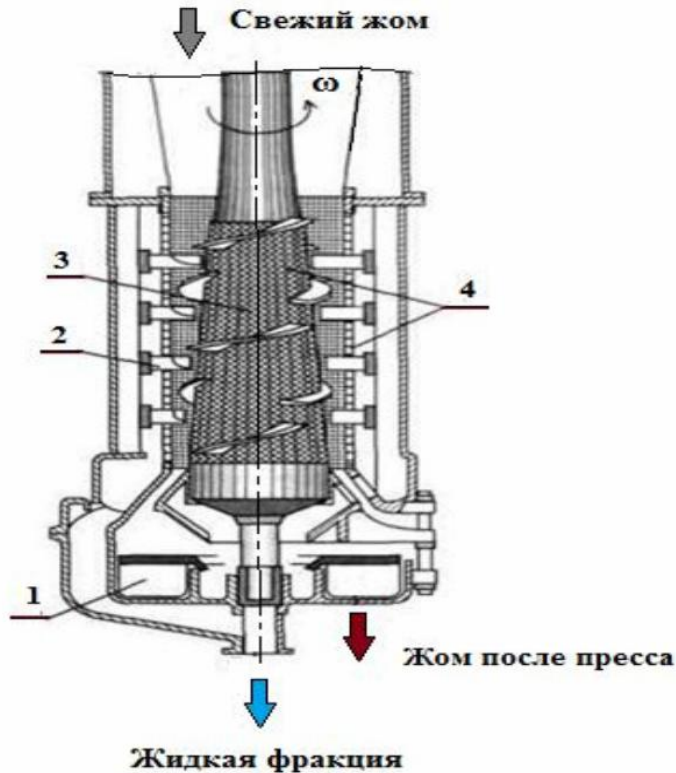


1 – приймальний пристрій, 2 – сито, 3 – камера, 4 – сито циліндричне, 5 – шнек, 6 – планки відбійні, 7 – кільцевий вихідний отвір, 8 – камера

Рисунок 1.5 – Схема похилого преса низького віджиму

Свіжий жом приймальний пристрій 1 і 3 камеру надходить в зону шнека 5, який переміщає його до виходу з преса. Жом в камері 3 втрачає частину 2/3 вологи, яка видаляється через ситову поверхню 2. У міру просування в зоні шнека віджимається волога через отвори обічайки шнека і сито 4 видаляється з преса через патрубок камери 8. Відпресований жом виводиться з преса. даного конструктивно-технологічного рішення є нераціональне просторове розташування конічного шнека в поєднанні з циліндричним ситом, внаслідок чого неможливо забезпечити ефективно пресування жому через різне застосування діючих на жом сил і обмеженої площі ситової поверхні для збору вологи. Волога може видалятися через перфоровану поверхню шнека і циліндричного сита тільки в нижній частині.

Крім того, регулювання ступеня пресування шляхом зміни ширини кільцевого зазору за рахунок осевого переміщення шнека (поз.5, рисунок 1.5) щодо сита (поз.4, рисунок 1.5) також малоефективним і технічно нераціональним. Для середнього віджиму жому використовують преси з вертикальною кімновкою. Схема преса з вертикальним розташуванням шнека моделі ПЖ–800 наведено малюнку 1.2



1 – лопаті; 2 – напрямні елементи, 3 – шнек, 4 – сита

Рисунок 1.6 – Схема преса моделі ПЖ–800 24

Вступаючий сирий жом із приймального пристрою захоплюється шнеком 3 і транспортується ним у нижню частину преса. По ходу руху жому до виходу з преса рідка фракція, що міститься в ньому, видаляється через ситові поверхні 4. Для видалення відпресованого жому служать лопаті 1. Відпресований жом за допомогою лопатей у сита 4, а віджатий жом виводиться з пресу лопатями 1. руху жому в зоні пресування. Недоліком даної конструкції є нераціональність технічного рішення щодо регулювання ступеня віджиму шляхом переміщення ситового конуса, що потребує додаткового налаштування та витрат праці на підналагодження. Необхідною умовою роботи преса є підтримка температури близько 600С.

Технічні параметри преса моделі ПЖ–800 наведено у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Технічні параметри преса ПЖ–800.

Параметри	Значення
Продуктивність по буряках, т/добу	500
Вміст сухих речовин (СВ) у віджатому жомі, %	До 20

Діаметр шнека по витках, мм	800
Частота обертання шнека, мін ⁻¹	37
Встановлена потужність преса, кВт	4
Габарити преса, мм	1600x1600x5930
Маса, кг	8500

Можна бачити, що дана модель при досить високій розрахунковій продуктивності є метало– та енергоємною і відрізняється значною висотою, що з позицій технічного обслуговування та ремонту може викликати певні труднощі. Більш глибокий віджимання жому (СВ до 30...35%) забезпечують преси фірми «ВМА» (Німеччина) з вертикальним компоюванням і двошнекові горизонтальні преси фірми «Atlas–Stord» (Норвегія). Аналіз відомих способів пресування жому та конструкцій застосовуваного в промисловості жомопресового обладнання показує, що, незважаючи на окремі вдалі технічні рішення та досягнуті вихідні параметри, потрібне проведення додаткових досліджень щодо вдосконалення як технології безперервного пресування жому з метою збільшення ступеня його ущільнення, так і створення менш метало– та енергоємних пресів, що дозволяють використовувати їх у комплекті з високопродуктивними та менш енерговитратними сушильними установками. Сушіння бурякового жому. Відповідно до вимог «Відомчих норм технологічного проектування цукробурякових заводів»: технічна продуктивність сушильних апаратів по сушеному жому повинна визначатися за формулою 1.1.

$$Q_{г.ж} = \frac{24(\sum W(CB_{пж}) - (100 - P_{в}))}{1000Q_{р,св} - CB_{пж}}, \text{ т/доба} \quad (1.1)$$

де – загальний обсяг жомосушильних апаратів, м³; – вологонапряга одиниці об'єму апаратів, кг/м³ · год; – вміст СВ у пресованому жомі, % до маси пресованого жому; – вміст СВ у сушеному жомі, % до маси сушеного жому; – втрати СВ при сушінні, % до СВ пресованого жому; – кількість води, що випаровується при сушінні жому, % до маси пресованого жому, т/добу, (1.2)

$$Q_{ск} = \frac{CB_{ск} - CB_{пж}}{CB_{ск}} 100, \text{ т/доба} \quad (1.2)$$

У таблиці 1.7 наведено нормативи для суштльних апаратів з ВНТП 03–91.

Таблиця 1.7 – Нормативи для сушильних апаратів

Діаметр жомосушильного апарату, м	Вологонапряження апарату, кг/м ³ ·год	Втрати сухих речовин при сушінні, % до СВ пресованого жому	Вміст СВ у сушеному жомі, %
2,4	170	3	88
3,0	160		
3,5	150		
4,0	140		

В наведено умовну класифікацію меж зневоднення жому за процентним вмістом сухих речовин на операціях віджиму, середнього та глибокого пресування та висушування:

- низький віджимання: 10...14% СВ;
- середнє пресування: 18 ... 22% СВ;
- Глибоке пресування: 22 ... 35% СВ;
- Сушіння жому після пресування: до 88 ... 90% СВ.

Найбільш енерговитратною операцією первинної обробки жому є сушіння.

Практика застосування у виробництві пресів моделі ГХ–2, які забезпечують вміст СВ у відпресованому жомі 14%, показує, що витрата палива на наступне сушіння становить 69,6% до маси висушеного жому, а при вмісті СВ 18% відповідно 50,8%, , тобто збільшивши ступінь віджиму жому на 4% витрату палива на сушіння можна знизити на 18,8%. Якщо ж застосувати преси глибокого віджиму, що забезпечують вміст СВ у жому на рівні 25...27%, то витрати пального становитимуть 28,2...24,1%.

Відповідно до вимог діючих відомчих норм на новопроекттованих і споруджуваних заводах необхідно передбачити обов'язкове встановлення жомосушарок. При цьому норми передбачають, що до 65% одержуваного жому має висушуватися на жомосушарках, а решта жому, віджата до 9—11% сухих речовин, повинна прямувати до жомосховища. Для цукробурякових заводів потужністю 3...10 тис.т/добу. необхідно передбачити сушіння всієї одержуваної маси жому.

Сушіння харчової рослинної сировини є гетерогенним фізико–хімічним процесом виділення з вологого матеріалу під дією теплового потоку пароподібної вологи.

Перехід вологи в пароподібний стан вимагає витрат енергії, величина яких обумовлена видом зв'язку вологи у матеріалі, що висушується.

Загальні закономірності зв'язку, розподілу та видалення вологи при сушінні капілярно–пористих матеріалів, до яких належать і буряковий жом, 27 встановлені в роботах Ребіндера П.А., Ликова А.В. Гінзбург А.С. та інших дослідників.

Для сушіння жому до вологості 12...14% у цукровій промисловості застосовуються переважно барабанні та шахтні сушарки. Технологія сушіння жому в барабанній сушарці включає наступні операції:

- подачу сирого жому в цех сушіння;
- часткове зневоднення жому у шнековому пресі;
- Подачу віджатого жому в барабанну сушарку;
- Сушіння жому в барабанній сушарці;
- Вивантаження жома з сушарки і транспортування його на склад.

Слід зазначити, що технологія сушіння, що застосовується в барабанних сушарках є вельми енерговитратним процесом, тому при

існуючих сьогодні цінах на енергоносії вона економічно не вигідна і реалізація одержуваного жому цукровими заводами в основному здійснюється в сирому вигляді.

Широке поширення в промисловості набули низькошвидкісні (кількість обертів барабана $0,4...2 \text{ хв}^{-1}$) барабанні сушарки Butner (Німеччина), Топкові газу використовуються як теплоносії. Витрата палива, що залежить від ступеня віджиму жому, знаходиться в межах 45 ... 75 кг на 100 кг висушеного жому. Наведені в літературі дані свідчать, що використання газів, що відходять заводських котельних цукрових заводів з температурою 3000С дозволяє висушити до 35% одержуваного жому, а якщо використовувати шахтні сушарки Гюйярда, то половину всього жому.

Як показує аналіз витрат на енергоресурси для виробництва 1 т сушеного гранульованого жому з урахуванням витрат на гранулювання при СВ віджатого жому менше 18% витрати на природний газ становлять 90% всіх прямих витрат.

Звідси випливає, що перед сушінням жому необхідно забезпечити в першу чергу його можливе повніше зневоднення пресуванням, а також використовувати сушарки з енергозберігаючими і економічнішими видами енергоносіїв і способами їх підведення до продукту, що висушується. З практики використання у виробництві сушарок барабанного типу відомо, що для отримання 1 кг висушеного жому витрачається близько 0,6 кг умовного палива, при цьому продуктивність барабанної сушарки ($L \times D = 12000 \times 2400$ мм), що працює з частотою обертання барабана 2 хв^{-1} при температурі теплоносія 8000С, становить 30 т висушеного жому на добу. Це відповідає переробці приблизно 50 т цукрових буряків.

До суттєвих недоліків барабанних сушарок, що працюють на топкових газах, відносяться велика займана площа і металомісткість конструкції, невисокий тепловий ККД, неможливість точної підтримки заданої температури в робочому просторі сушарки, низька екологічність та ін.

Крім того, використання топкових газів при сушінні жому не дозволяє використовувати як сировину для отримання харчових волокон через адсорбцію продуктів згоряння.

Застосування парових сушарок, наприклад, моделей «Імперіал» та ін, з використанням вторинної пари від випарної станції або пари під тиском від 1,1...2,12 МПа і більше забезпечують за даними проф. Головіна П.В. світліший і якісніший продукт проти сушінням топочними газами (таблиця 1.8). Однак витрата теплоносія на таких сушарках підвищується на 35%.

Таблиця 1.8 – Відсотковий склад інгредієнтів у сушеному жомі залежно від виду теплоносія, що застосовується.

Теплоносій	Вміст інгредієнтів у висушеному жомі, %					
	вологи	білка	жиру	клітковини	золи	
Топкові газу	12,58	6,54	–	56,59	18,57	6,02
Вторинна	9,21	8,03	9,21	59,26	19,5	3,79

пара						
------	--	--	--	--	--	--

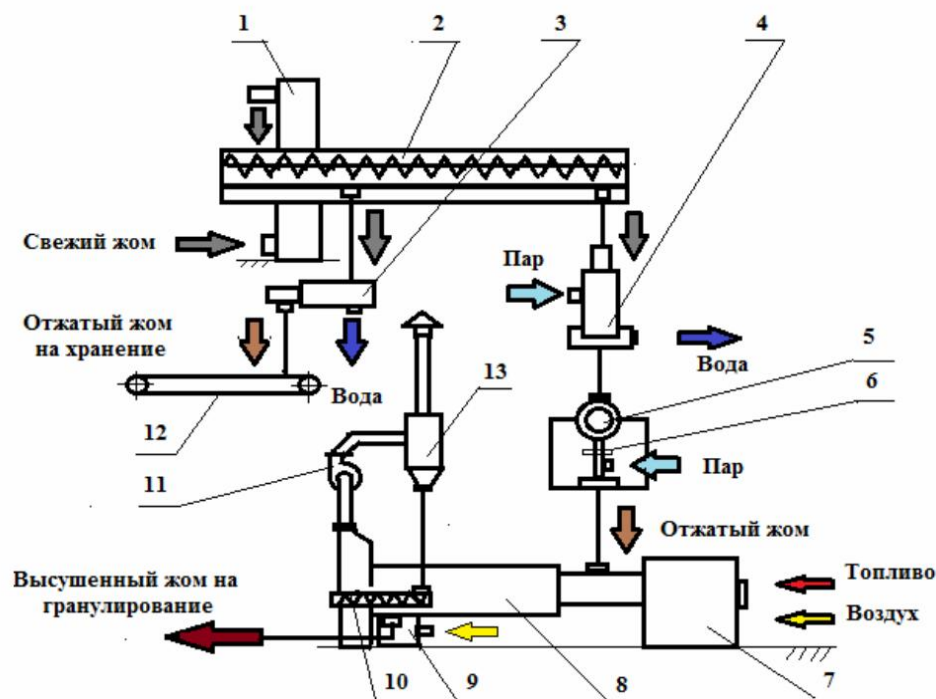
Згідно з дослідженнями, проведеними Роджерсом і Міхельсоном, у висушеному жому встановлено наявність: вітамінів $B_1 - 0,55$; $B_2 - 0,20$; $B_6 - 0,18$ пантотенової кислоти – $0,21$ мг/кг, за дослідженнями І.С. Попова в 1 кг сушеного жому міститься: кальцію 4,7, фосфору 1,2г; білка, що перетравлюється 33 г. За результатами досліджень кафедри технології цукрового виробництва (Політехнічний інститут, м. Лодзь, Польща) склад сушеного жому: СВ – 88,8%; азотисті сполуки – 8,1; жири – 0,6; без азотисті екстрактивні речовини – 58,5; зола – 4,0; клітковина – 17,6.

У роботі запропоновано спосіб і пристрій для сушіння попередньо відпресованого жому в сушарці з п'ятьма перфорованими каскадними транспортерами, розташованими один над іншим, і подачею протитечії вторинного теплоносія від котельні за допомогою вентилятора. Даний пристрій по суті є стрічковою ярусною сушаркою, аналогічною по конструкції стрічковим сушаркам, що застосовуються при сушінні макаронних та інших сипких продуктів рослинного походження. При всіх перевагах у порівнянні з барабанними сушарками стрічкова сушарка з багатоярусним компонованням транспортерів один над іншим має наступні недоліки:

- нерівномірне температурне поле в кожній зоні окремих транспортерів по висоті сушарки;
- безладний розкид шару матеріалу по ширині стрічки транспортера під час переходу його з ярусу на ярус.

Відомий спосіб отримання сушеного бурякового жому, що включає стадії віджиму, гранулювання, активного вентиляювання та сушіння. Після віджимання жом гранулюють, далі з гранул видаляють основну частину вологи активним вентиляюванням до вологості 20–25% і потім досушують до вологості 12–14%. Віджимання здійснюється на пресах глибокого віджиму моделі РВ32FS фірми «Babbini», гранулювання на ротаційних пресах ПБ–5, активне вентиляювання здійснюється при атмосферному тиску з використанням вентиляційної установки СВУ–63, сушіння – на жомосушильних установках моделі ZUP–NYSA.

На малюнку 1.7 як приклад наведена машинно–апаратна схема типової лінії для пресування і сушіння жому, що застосовується на ряді цукрових заводів потужністю по буряку, що переробляється, 2500 т/добу.



1 – норія, 2 – шнековий живильник, 3 – похилий прес, 4 – вертикальний прес, 5 – шнек, 6 – живильник, 7 – топічна камера, 8 – барабанна сушилка 9 – барабанна сушилка, 10 – барабанна сушилка, 11 – барабанна сушилка, 12 – стрічковий транспортер, 13 – циклон

Рисунок 1.7 – Машино-апаратурна схема лінії для пресування та сушіння жому

Свіжа целюлоза 1 і шнековий живильник 2, що виходить з дифузійного апарату, подаються на похилі преси 3, де пресуються до вмісту сухої речовини 12-14%, після чого стрічковим конвеєром направляється на зберігання стрічковим конвеєром 12.

Якщо жом призначається для сушіння і подальшого гранулювання, він надходить на вертикальні преси 4, де здійснюється його пресування до вмісту сухих речовин 18–25%. Рідина пресів 3 і 4 направляється в дифузійну установку.

Далі жом через шнек 5 і живильник 6 надходить барабанну сушарку. Сушіння жому здійснюється топковими газами при спалюванні мазуту в камері 7. Температура газів при сушінні жому досягає 800–850°C. Суміш димових газів і водяної пари видаляється з сушарки вентилятором і направляється в циклон 13 для уловлювання частинок сушеного жому. Жом із циклону надходить у шнек 10 і разом з висušеним у сушарці жомом направляється через ежектор у пневмотранспорту систему на склад або на гранулювання.

Проведений аналіз сушильного обладнання, що застосовується для сушіння жому, показує, що найбільший інтерес з позицій економії енергії, зниження трудовитрат на обслуговування, можливості більш точного регулювання і підтримки температури, що задається в зоні сушіння можуть представляти конвеєрні тунельні сушарки з лінійною секційною

компоновкою. Їх переваги в порівнянні з барабаними, шахтними та багатоярусними стрічковими сушарками полягають у більш низькій металоємності, невисокій питомій енергоємності, кращій ергономіці та можливості підтримання заданої температури з точністю $\pm 1,5 - 2$ 0С. Крім того, при раціональному виборі джерела енергії, як показано в, такі сушарки є універсальними і можуть використовуватися для теплової обробки широкого асортименту сировини та продуктів харчування, що особливо важливо, оскільки сезон переробки цукрових буряків становить лише 90–100 діб.

При виборі раціонального способу сушіння, виду теплоносія та конструкції сушильної установки для теплової обробки віджатого в компакторі бурякового жому керувалися такими критеріями:

- Теплова обробка жому при його безперервному русі на конвеєрі тунельної сушарки;

- Використання енергозберігаючого способу сушіння за рахунок підведення до продукту спрямованого інфрачервоного випромінювання;

- забезпечення будь-якого значення температури в робочому просторі тунельної сушарки в діапазоні від 50 до 350⁰С з точністю автоматичної підтримки температури $\pm 1,5 - 2$ 0С.

Аналіз конвеєрних сушильних установок показує, що для сушіння віджатого бурякового жому найбільш придатні секційні конвеєрні тунельні сушарки з спрямованим інфрачервоним підведенням енергії.

У галузях АПК широко використовуються лінійні секційні конвеєрні печі та сушарки, оснащені термоелектричними інфрачервоними нагрівачами (ТЕНами). Основними способами передачі теплової енергії в робочу зону є їхнє випромінювання, теплопровідність через стінку та конвекція.

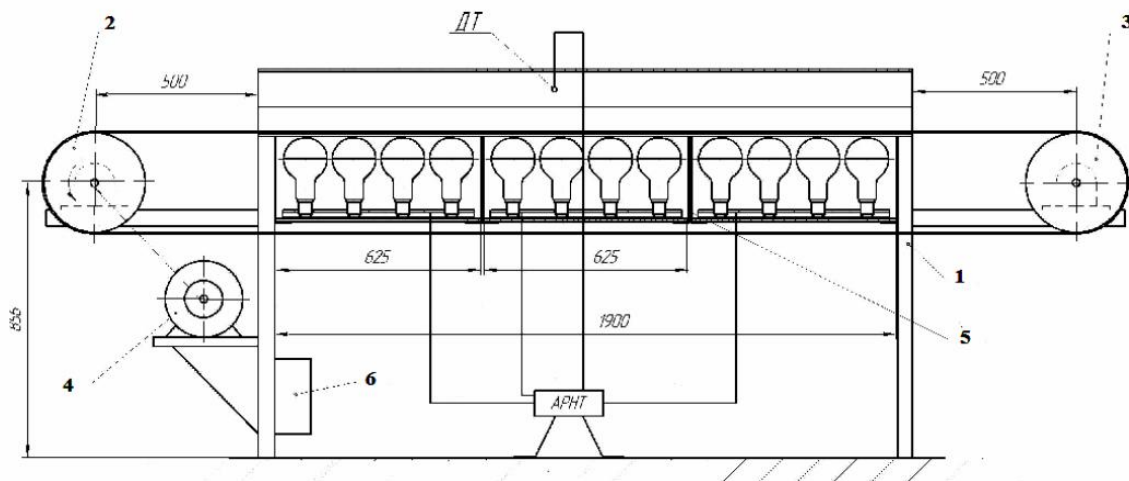
Контакт ТЕНів із внутрішньою стінкою здійснюються по утворюючій лінії, внаслідок чого має місце лінійний зіткнення зі стінкою камери, що абсолютно неефективно тепловіддачі.

Істотним недоліком теплопідведення за допомогою ТЕНів є підвищена витрата електричної енергії на нагрівання. Висока енергоємність обумовлена особливостями процесу нагрівання та конструкцією нагрівача. ТЕНи, що контактують з внутрішньою стінкою сушильної камери, нагрівають її теплопровідністю по лінії контакту та за рахунок ІЧ-випромінювання. Слід зазначити, що це випромінювання внаслідок особливостей конструкції ТЕНу поширюється від його поверхні в усіх напрямках. Тому на нагрівання внутрішньої стінки секції сушарки витрачається лише частина енергії, що викликає необхідність оточувати тен додатковими параболічними відбивачами.

Використання замість ТЕНів спрямованого інфрачервоного випромінювання, створюваного дзеркальними лампами, дозволяє, як показано в [17], зменшити енерговитрати на сушіння приблизно в 4 рази в порівнянні з ТЕНами і, крім того, забезпечити універсальність сушарки за рахунок можливості забезпечення температур у робочій зоні камери 40 ... 60

до 300 ... 350⁰С при високій точності її підтримки. Такий розширений діапазон робочих температур дозволяє перетворити сушарку на універсальну сушарку–піч.

У роботі було обґрунтовано, що як джерело тепла доцільно застосовувати інфрачервоні дзеркальні електролампи моделей ІКЗ–175, ІКЗ–250 з цоколем Е27 та ІКЗ–500 номінальною потужністю 175, 250 і 500Вт ФУП РМ «ЛІСМА». За даними виробника ці лампи забезпечують спрямоване ІЧ–випромінювання і здатні перетворити 90% споживаної електроенергії в енергію теплового випромінювання. : На малюнку 1.8 наведено схему поздовжнього компонування секції тунельної конвеєрної сушарки.



1 – рама; 2 , 3 – барабани конвеєра, 4 – мотор–редуктор, 5 – шинопровід, 6 – частотний перетворювач, ДП – датчик температури, АРНТ – автоматичний регулятор «напруга–температура»

Рисунок 1.8 – Схема секції тунельної сушарки

Використання для керування необхідною температурою автоматичного регулятора «напруга–температура» (АРНТ) дозволяє підняти температуру в робочій зоні сушарки до 300 ... 400⁰С за 8,5 ... 14,5 хв витрачаючи для її підтримки не більше 7 кВтг. Таким чином, для сушіння пресованого бурякового жому доцільно використовувати конвеєрну сушильну установку з спрямованим підведенням ІЧ–випромінювання. Дана установка здатна забезпечити:

- значне енергозбереження порівняно із застосовуваними у промисловості для сушіння жому барабанними сушарками;
- безперервний режим роботи компактора і сушильної установки,
- конвеєрну передачу жому, що виходить з компактора, на конвеєр тунельної сушарки
- точне підтримання температури в зоні сушіння при мінімальному витраті електроенергії.

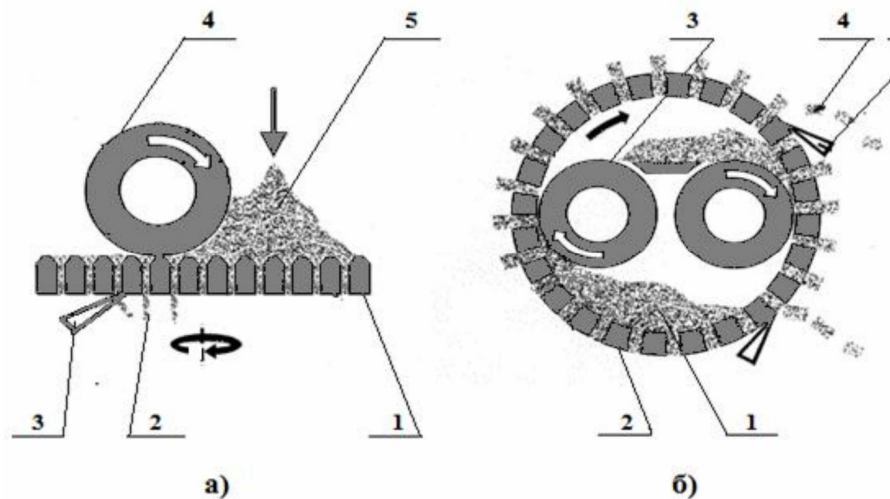
В якості альтернативи відомим енергоємним барабанним сушаркам з обігрівом топковими газами в потоковій лінії переробки жому може бути використана модульна енергозберігаюча барабанна сушарка з регульованим,

як і в конвеєрній тунельній сушарці, спрямованим підведенням інфрачервоного випромінювання рушіями.

1.2 Гранулювання жому.

Невелика щільність розсипного сушеного жому вимагає зберігання значних складських площ і збільшує витрати на його транспортування споживачам. Збільшення щільності висушеного жому досягається його гранулюванням. При цьому жом набуває циліндричної форми з розміром окремих гранул діаметром 25 мм і висотою до 40 мм і щільністю близько 600...800 кг/м³ (в окремих випадках до 1225 кг/м³ порівняно з насипною щільністю висушеного жому 250 кг/м³ (При тривалому зберіганні щільність висушеного жому зростає до 500 і більше кг/м³) Процес гранулювання містить наступні операції:

- подача сушеного жому в бункер–накопичувач;
 - зважування і дозування жому;
 - магнітна сепарація жому;
 - змішування жому з добавками (патокою, сечовиною і т.д., при необхідності)
 - гранулювання збагаченого жому в прес–грануляторі – охолодження гранул в охолоджувачі
 - транспортування і зважування гранул – складування
- Типові технологічні схеми гранулювання жому представлені на малюнку 1.9



1 – матриця, 2(а), 4(б) – гранули, 3(а), 5(б) – ніж, 4(а), 3(б) – пресуючі рифлені валки

Рисунок 1.9 – Технологічні схеми гранулювання сушеного жому з плоскою (а) та кільцевою матрицею (б)

Гранулювання сушеного жому здійснюється переважно на грануляторах типорозмірного ряду різної продуктивності, що виготовляються в Нідерландах (СРМ) та Німеччині (AMANDUS KAHN). Наприклад, гранулятор СРМ–7930–8 з вертикально розташованою пресуючою матрицею забезпечує продуктивність 10–12 т/год гранульованого

жому. Для просіювання гранул використовується СРМ «Сryloc 46–01–D» з ситом, що обертається, діаметром 1400 мм. Далі гранули зважуються та прямують на склад для зберігання. Таким чином, існуючі технології та обладнання дозволяють отримати зі свіжого бурякового жому, що вийшов після знецукровування бурякової стружки в дифузійних апаратах напівфабрикати у вигляді відпресованого, висушеного та гранульованого жому, які використовуються для різних цілей залежно від призначення. Ці напівфабрикати є вихідною сировиною для отримання готової продукції: харчових волокон, пектину, пектинового клею, компонентів преміксів і кормових добавок та ін.

2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Магістерська робота на тему «Інтенсифікація процесу пресування свіжого жому шляхом удосконалення завантажувальної шахти преса глибокого віджиму» виконана згідно виданому завданню та поставлених задач.

Об'єкт дослідження даної роботи полягає в підвищенні структурно-механічних властивостей знесолодженої бурякової стружки шляхом удосконалення системи водовідведення дифузійного соку зі свіжого жому перед його пресуванням.

У роботі застосовано методи досліджень відповідно до діючих стандартів.

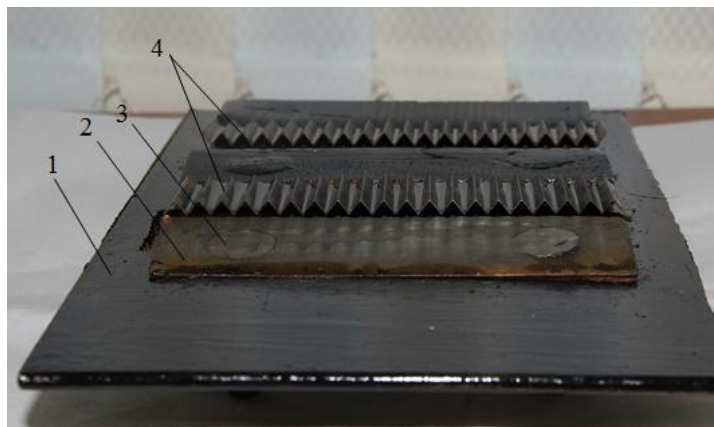
Показники досліджуваних зразків визначали з використанням:

- цукристість - поляреметричним методом на приладі марки СУ-4;
- вміст сухих речовин - цифровим рефрактометр марки RFM 330 (Bellingram Stanley);
- водневий показник за допомогою рН-метра марки 150 МИ.
- теплове нагрівання та витримування при заданій температурі - водяна баня марки HWS – 26.

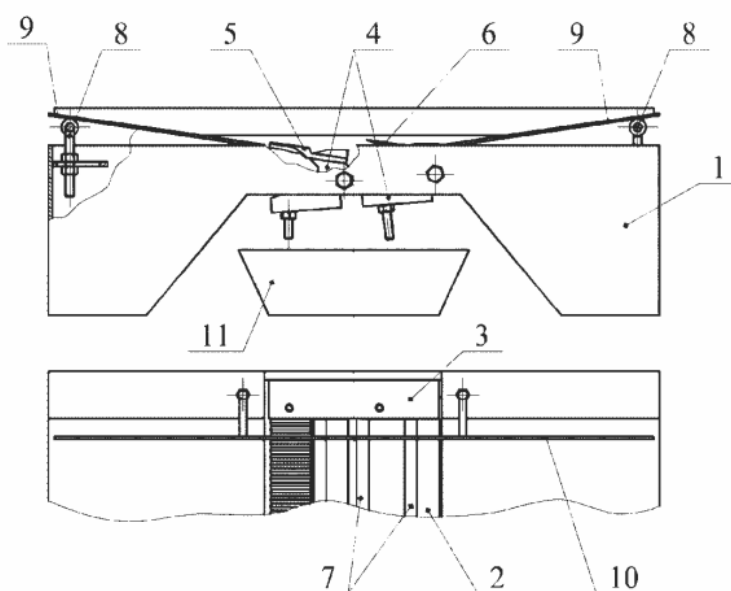
Бурякову стружку для досліджень отримували за допомогою лабораторної установки (рис.2.1).

Жомопресову воду отримували шляхом пресування знесолодженої бурякової стружки. 62,5 г бурякової стружки поміщали у 8 колб (250 см³), після чого додавали в першу колбу екстрагент в кількості 100 см³, витримували 10 хв при температурі 72⁰С на водяній бані. отриманий екстракт переливали в другу і витримували в ній 10 хв.

Відповідальна організація	Технічне узгодження Олішевський В. В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа	Розробник документа Коваленко Н. В.	Назва, додаткова назва Методика проведення досліджень	210750.MP.05.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/4



a



б

Рис.2.1 Лабораторна установка для отримання бурякової стружки:
a - зовнішній вигляд; **б** - схематичне зображення: 1 – корпус; 2 –ножова рама для буряків; 3 –регулювальний пристрій кута нахилу робочого столу; 4 – перший ряд ножів; 6 –другий ряд ножів; 7 –планки для прижиму; 8 – корпус; 11 – ємкість для бурякової стружки

Повторювали операції з іншими шістьма колбами.

Таким чином, отриманий в першій колбі екстрагент повинен пройти через всі колби. Весь цикл екстрагування складав 80 хв.

Процес пресування подрібненої стружки цукрових буряків досліджувався в експериментальному апараті, показаному на рис. 2.2.



Рис.2.2 Лабораторна установка для пресування жому:

1-циліндр; 2-перфороване дно; 3-шток; 4-гідрравлічний; 5-насос; 6-манометр;
7-рама

Робочий циліндр (рис.2.3) оснащений проміжною пластиною з отворами внизу, які забезпечують витікання рідини під час пресування. Пластина оснащена шпильками з трьома фіксованими положеннями на різній висоті, що дозволяє встановлювати робочі циліндри різної висоти для зміни товщини шару пресованого продукту. Перфороване дно (2) знімається для полегшення його чищення або заміни. Таким чином, при необхідності можна встановити дно різної висоти та з різним діаметром отворів для зміни умов експерименту.

Зверху на перфороване дно (2) всередині циліндра (1) укладається металева сітка. Вона дозволяє відокремити потік бурякового соку від частинок подрібненого продукту, що пресується. Усі компоненти експериментального апарату встановлені на рамі (7). Апарат також

обладнаний манометром (б) для контролю тиску пресування. Досліджуваний продукт (бурякова стружка) завантажується в циліндр на сітку і стискається зверху поршнем. Рідина, що витікає під час зневоднення, збирається в контейнер, встановлений під пластиною.

Знесолоджена бурякова стружка завантажувалася в робочий циліндр (рис.2.3). Під час експериментів змінювався тиск пресування, температура попередньої обробки сировини, а також ступінь подрібнення. Тиск пресування визначався за манометром. Висота шару визначалася положенням штока гідравлічного циліндра щодо рами. Кожен експеримент повторювався 3 рази, в результаті визначалося середнє значення. Кількість отриманого соку вимірювалася мірною чашкою. Після кожного експерименту вологість отриманого жому визначалася шляхом його висушування до постійної маси.

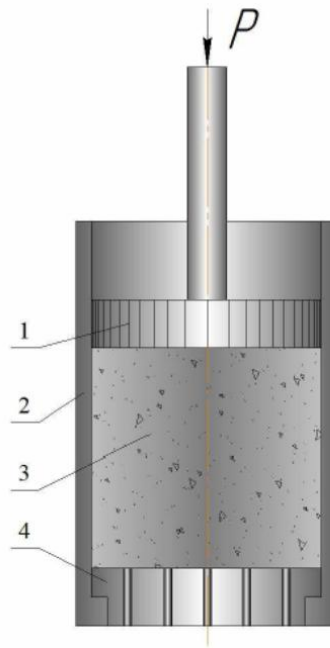


Рис.2.3 Схема пресування жому:

1-поршень; 2-циліндр; 3-шар бурякової стружки,що пресується дно; 4-перфороване дно

3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Дослідження процесу відокремлення вологи зі свіжого жому

Ефективність бурякопереробного відділення цукрового заводу в значній мірі залежить від технології отримання дифузійного соку та його подальшого очищення. Сучасний стан техніки і технології вітчизняного цукрового виробництва не забезпечує достатньої повноти вилучення сахарози з буряка, високоефективну вапняно-вуглекислотну очистку та комплексне перероблення вторинних продуктів (жом, патока), внаслідок чого знижується ресурсо- та енергоефективність виробництва. Вирішенню цих проблем служать вдосконалення існуючих і створення інноваційних технологій переробки цукрових буряків.

Сучасний підхід до екстрагування сахарози включає глибоке пресування жому (рис.3.1).

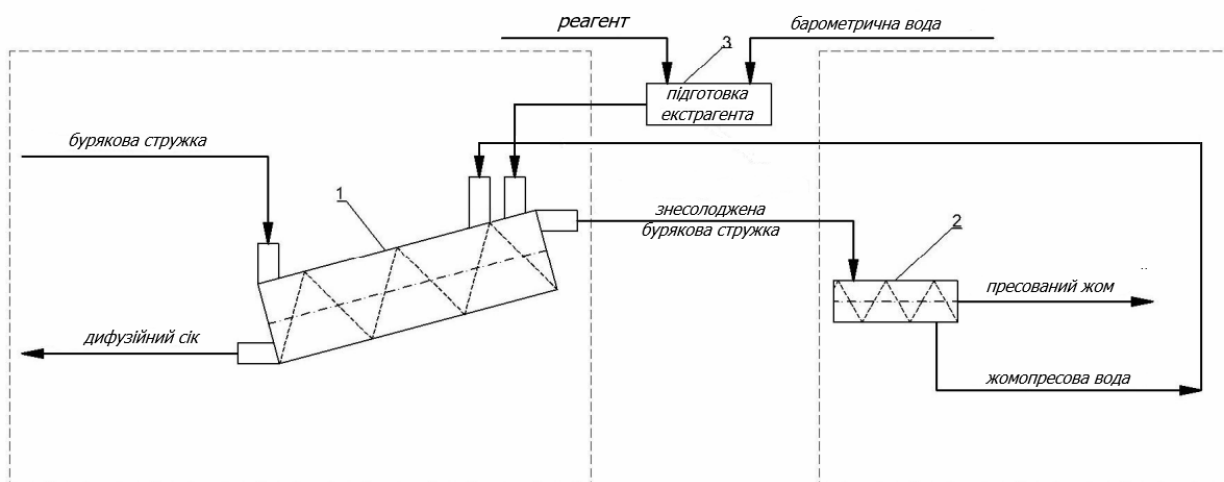


Рис.3.1 Схема дифузійно-пресової технології екстрагування сахарози з бурякової стружки:

1 – дифузійна установка; 2 – прес; 3 – екстрагент

Відповідальна організація	Технічне узгодження Олішевський В.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Коваленко Н.В.	Назва, додаткова назва Дослідна частина та узагальнення результатів	210750.MP.05.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін .	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/8

Аналіз літературних джерел показав, що найважливішими факторами, які впливають на процес пресування свіжого жому, є початковий вміст вологи в ньому, тиск пресування, тривалість витримки продукту під цим тиском, а також температура пресованого матеріалу.

Для моделювання процесу попереднього видалення вологи (рідкої фракції) зі свіжого жому перед процесом його пресування розглянемо схему, яка наведена на рис.3.2, і яка ілюструє процес віджиму в зоні шнека та в зоні діафрагми. Зона шнека відображає стан свіжого жому в завантажувальній шахті пресу глибокого віджиму, частинки якого знаходяться під тиском стовпа жому цієї шахти.

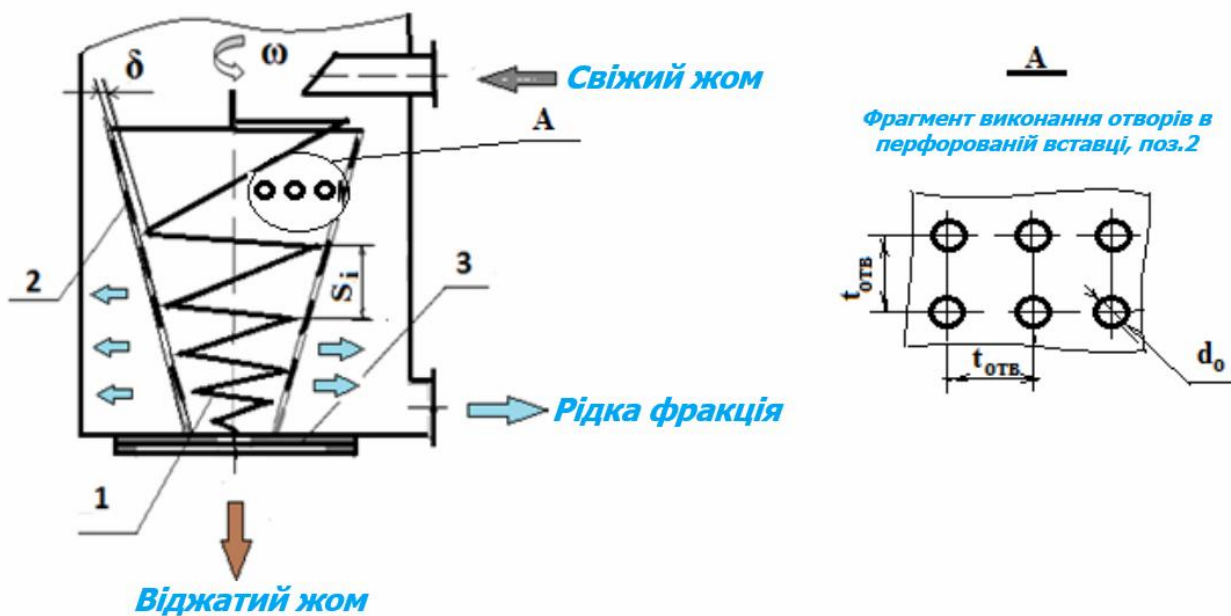


Рис.3.2 Схема видалення вологи з жому:

1 – шнек, 2 – вставка, 3 – діафрагма

Жомова маса з продуктопроводу, потрапляючи до шнекової зони при обертанні шнека і руху її вниз, почне ущільнюватися через поступово зменшується відстані між витками та кутами нахилу гвинтової лінії.

Коефіцієнт ущільнення жому в міжвитковому просторі можна виразити через відношення максимального та мінімального кроку витків шнека

$$K_{упл.} = S_{max}/S_{min}, \quad (3.1)$$

де $K_{упл.}$ - показник ущільнення жомової маси; S_{max} , S_{min} – максимальний та мінімальний крок меж витками, м.

Осьове зусилля, що утворюється шнеком можна визначити через крутний момент, середній діаметр шнека та кут нахилу витків, Па

$$F_{ос} = \frac{M_{кр}}{\frac{\bar{D}}{2} \operatorname{tg}(\varphi + \alpha_i)}, \quad (3.2)$$

де \bar{D} - середній діаметр шнека, м.

Осьовий тиск, що утворює шнек, Па

$$p_{ос} = \frac{F_{ос}}{s_n} K_{упл.}, \quad (3.3)$$

де s_n – площа, що займається жомом, який знаходиться на останньому витку шнека, м².

Діаметр продуктопроводу для подачі свіжого жому, м

$$d_{ТР} = \sqrt{4Q/\pi\rho v_n}, \quad (3.4)$$

де Q – пропускна здатність шнека, кг/с; ρ – густина свіжого жома, кг/м³; v_n – швидкість транспортування жомової маси в трубопроводі (0,5...1,0 м/с).

Живий перетин перфорованої вставки (при круглих отворах):

$$\theta = d_o^2 / t_{отв}^2, \quad (3.5)$$

де d_o – діаметр отвору вставки, м; $t_{отв}$ – крок між отворами вставки, м.

Безрозмірна пропускна здатність:

$$q = 0,0905Q / [\theta \rho (R_{max}^2 - R_{min}^2) \sqrt{R_{min} g}], \quad (3.6)$$

Довжина зони активного відділення рідкої фракції при пресованні жома, м:

$$l_{ак} = R_{min} 30,4 q^{0,29} F_r^{-0,53} z^{0,31}, \quad (3.7)$$

де F_r – фактор розділення фракцій ($F_r = 200 \dots 300$); z – число витків шнека.

Пропускна здатність перфорованої вставки, кг/с

$$Q = F_0 v_0 \rho \varphi, \quad (3.8)$$

де $F_0 = \frac{\pi d_o^2 z_0}{4}$ – сумарна площа отворів перфорованої вставки, м²;
 z_0 – число отворів у вставці; φ – коефіцієнт заповнення отворів вставки, $\varphi = 0,7 - 0,85$.

Швидкість руху рідкої фракції через отвори вставки, м/с:

$$v_0 = \frac{\pi n}{60} (r_H + r_{BH}) k_B \operatorname{tg} \beta_n, \quad (3.9)$$

де r_H , r_{BH} – зовнішній та внутрішній радіуси останнього витка шнека, м; k_B - коефіцієнт об'ємної подачі рідкої фракції (0,34 - 0,4); β_u - кут нахилу останнього витка шнека.

Таким чином, отримані залежності дозволяють визначити основні закономірності та параметри видалення рідкої фракції через перфоровану вставку при пресуванні бурякового жому в зоні шнека, які будуть використані при розробці конструювання завантажувальної вертикальної шахти преса глибокого віджиму:

- осьове зусилля і тиск на жомову масу, що розвивається під шаром стовпа жому;
- живий переріз перфорованої вставки в завантажувальній шахті преса, її пропускну здатність та швидкість перебігу рідкої фракції через отвори вставки.

3.2 Дослідження процесу пресування свіжого жому

Основним завданням першого експерименту було визначити оптимальний тиск пресування. Для цього використовувалася знесовлоджена бурякова стружка. Тиск пресування змінювався в діапазоні від 0,1 до 1,0 МПа, збільшуючись на 0,1 МПа. Результати дослідження представлені на рис.3.3 - рис.3.6.

Встановлено, що різке водовідділення спостерігається тоді, коли тиск пресування знаходиться в діапазоні від 0,25 до 0,35 МПа, при цьому кількість виділеного соку досягає максимального значення. Подальше збільшення тиску в діапазоні 0,35-1,0 МПа вимагає збільшення питомого споживання енергії через значне ущільнення шару пресованого матеріалу, що перешкоджає виходу соку (виділенню), при цьому кількість виділеної рідини поступово зменшується.

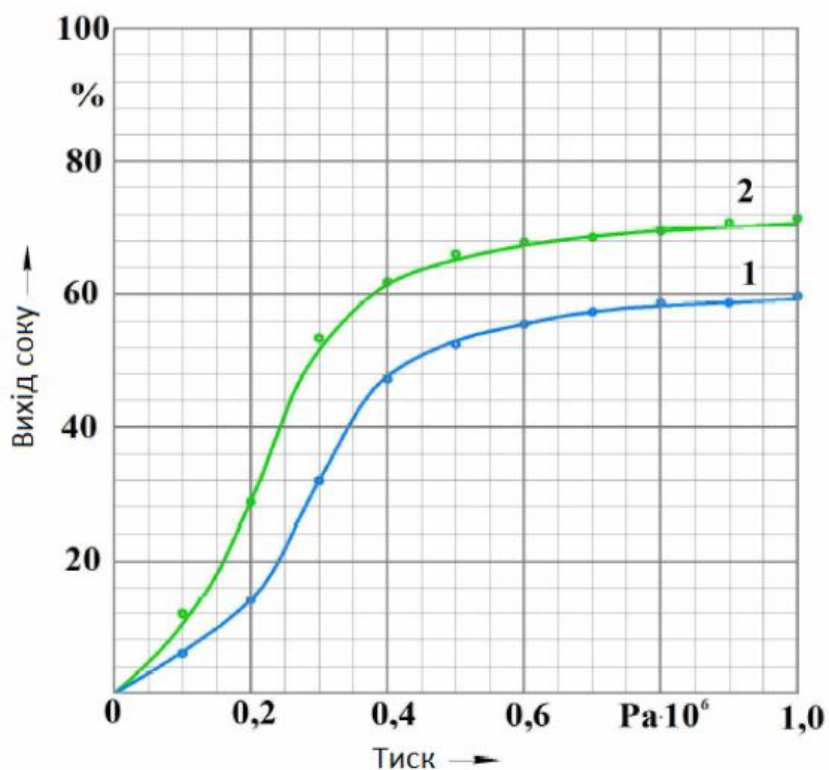


Рис.3.3 Вихід дифузійного соку зі свіжого жому при різному тиску пресування:

1 і 2 – відповідно при коефіцієнті заповнення отворів вставки 0,7 та 0,85

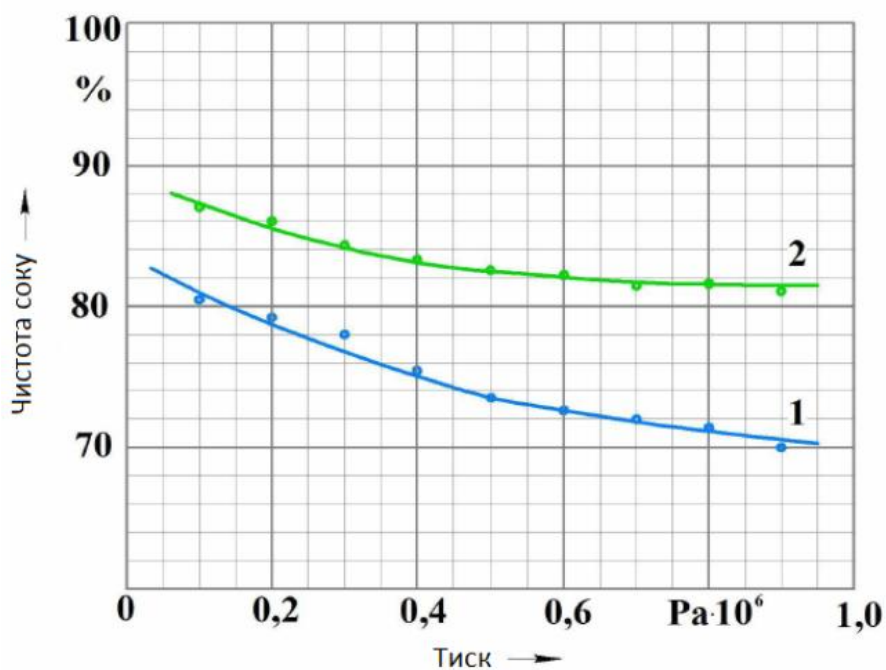


Рис.3.4 Чистота дифузійного соку при різному тиску пресування

1 і 2 – відповідно при коефіцієнті заповнення отворів вставки 0,7 та 0,85

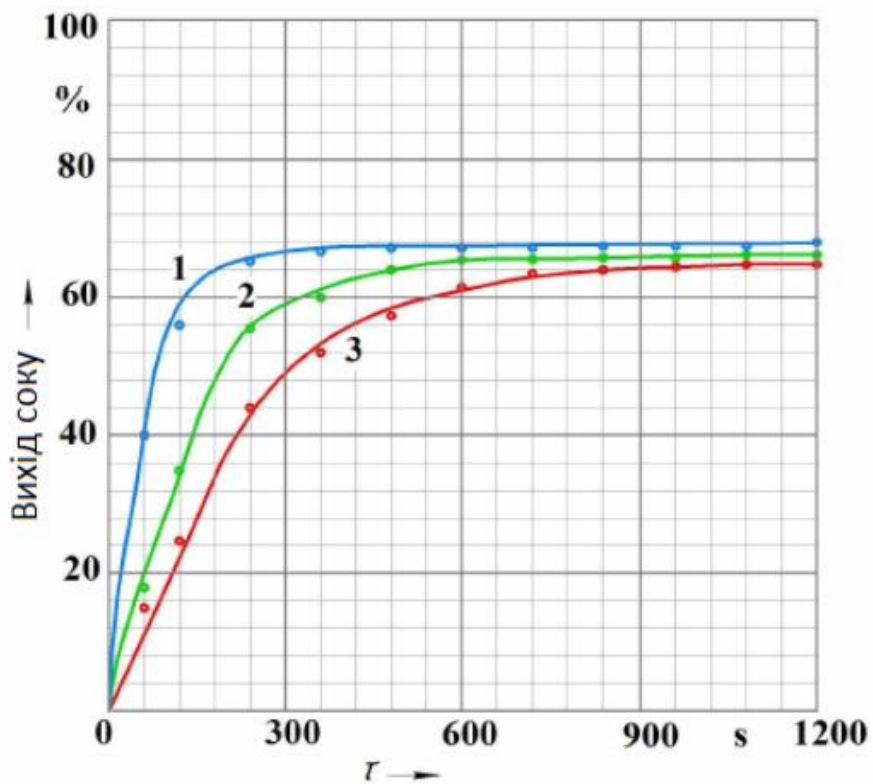


Рис.3.5 Вихід дифузійного соку в умовах різної товщини шару свіжого жому
1 – 100 мм; 2 – 150 мм; 3 – 200 мм

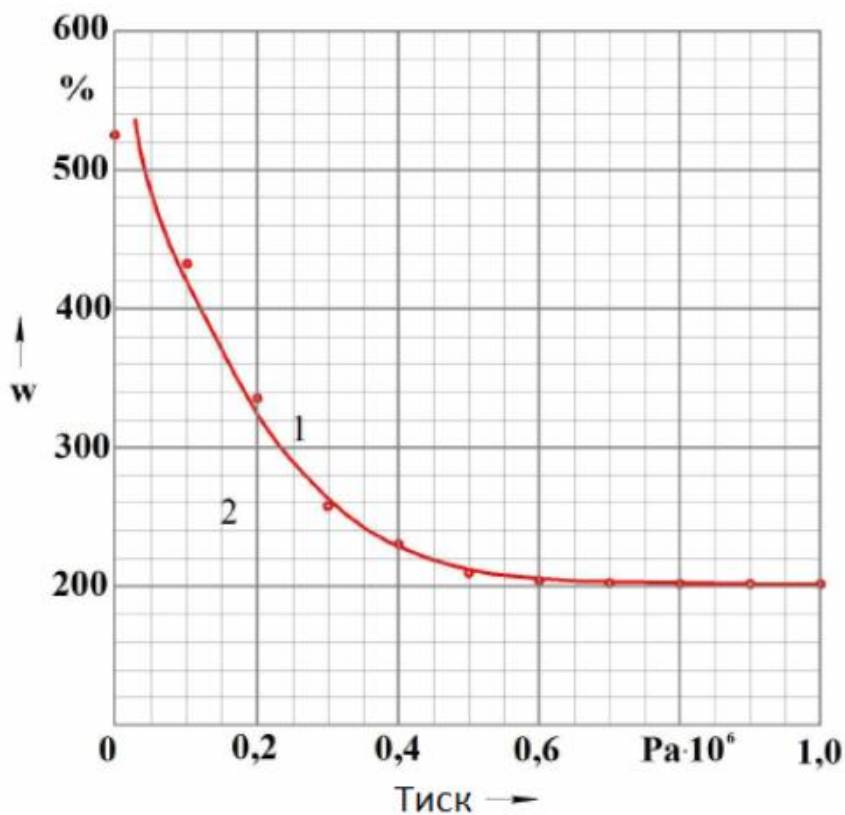


Рис.3.6 Крива стискання процесу пресування свіжого жому

Метою наступного експерименту було дослідити природу впливу товщини шару бурякової стружки, що пресується, на інтенсивність виходу соку (вихід, виробництво) при оптимальному тиску 0,3 МПа. Із графіків видно, що зі зменшенням товщини шару вихід соку та швидкість його витікання збільшуються, а збільшення товщини шару призводить до збільшення довжини пористих каналів зі звивистою формою всередині пресованої масижому, що перешкоджає відтоку соку.

Для визначення залежності зміни вологості пресованого жому цукрових буряків від тиску пресування була побудована крива стиснення. На початку експерименту до 0,5 МПа спостерігалось інтенсивне ущільнення частинок жому, що відповідало максимальному виходу соку. При ще більшому ущільненні в діапазоні тиску від 0,5 до 1,0 МПа пресована маса сильно спресовується, а питоме споживання енергії для виділення соку значно зростає.

4. ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ (ІНТЕНСИФІКАЦІЇ)

В основу модернізації поставлена задача покращення структурно-механічних властивостей свіжого жому, що в результаті призведе до збереження цілісності структури під час пресування; зменшить ступінь переходу нецукрів в жомопресову воду в процесі пресування; гарантує високу якість екстрагенту, дифузійного та очищеного соку, що, зрештою, гарантує скорочення енерговитрат на технологічні потреби виробництва.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб дифузійно-пресового вилучення сахарози із бурякової стружки в апаратах похилого та колонного типу, передбачає екстрагування сахарози із бурякової стружки протитечійною дифузиею, з наступним пресуванням частково знецукреної бурякової стружки і поверненням отриманої жомопресової води (рис.4.1).

Згідно винаходу запропонована модернізація передбачає розробку пристрою для підвищення ступеня зневоднення свіжого жому в вертикальній завантажувальній шахті двохшнекового горизонтального преса глибокого віджиму та поверненням отриманої жомопресової води в дифузійний апарат (рис.4.2, рис.4.3).

Крім того, додаткове зневоднення бурякової стружки підвищує величину сухих речовин в ній, що підвищує ефективність процесу пресування. Таким чином, максимально зневоднений пресований жом після преса спрямовується на сушіння, де обробляється тепловим реагентом та ефективно висушується з мінімальними енерговитратами.

Технічний результат від використання цього методу полягає в покращенні структурно-механічних властивостей стружки буряку, що зменшує втрати сахарози з жомом, скорочує тривалість процесів екстрагування та пресування, підвищує ступінь пресування відпрацьованої

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський В.В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Коваленко Н.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Обґрунтування модернізації (інтенсифікації)	210750.MP.05.001 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4	

стружки буряка та якісного дифузійного соку.

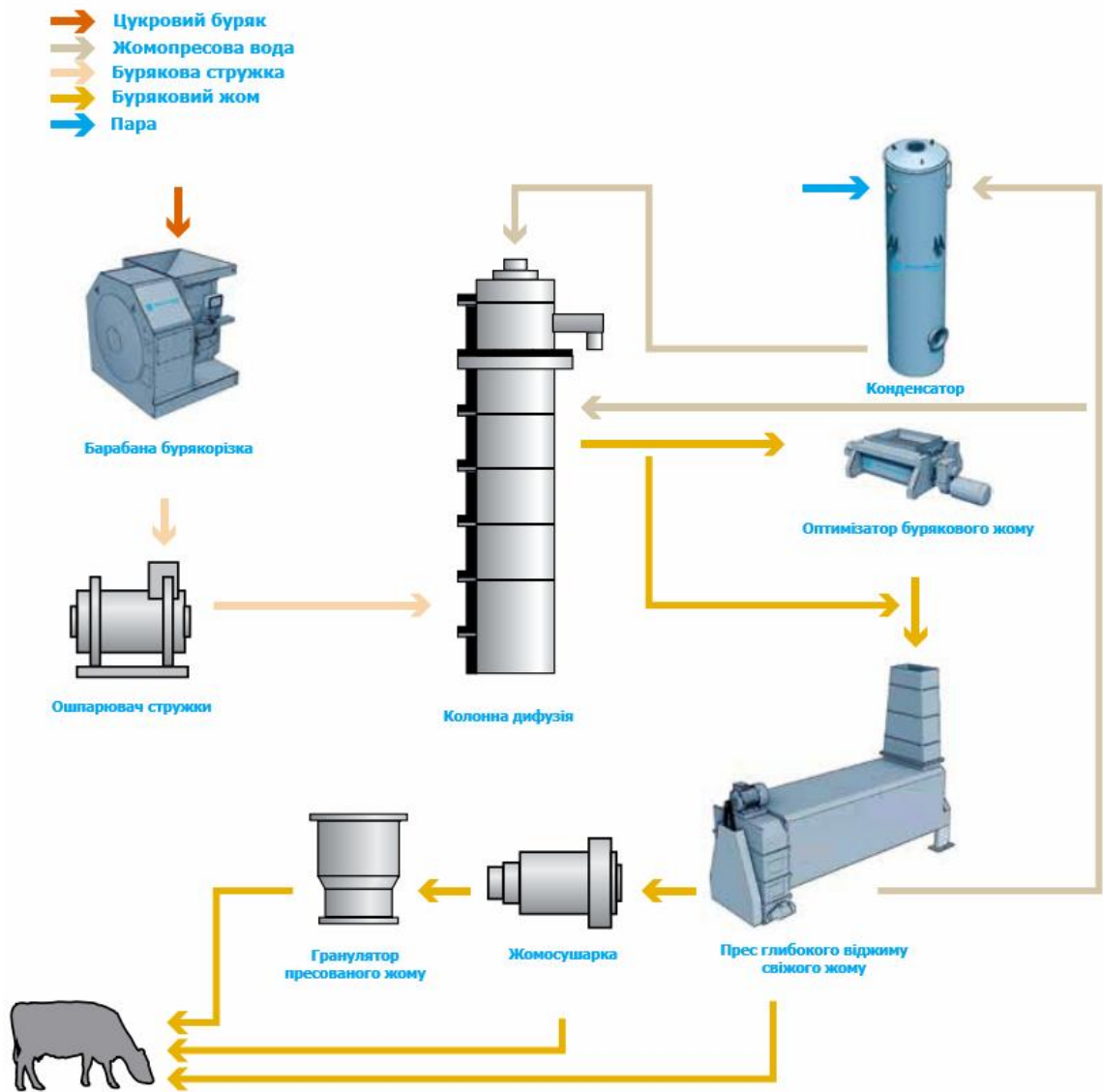


Рис.4.1 Дифузійно-пресова технологія вилучення сахарози із бурякової стружки в апаратах колонного типу

Енергоефективність даного методу полягає в зниженні відкачування дифузійного соку та енерговитрат на віджимання та сушіння жому, зменшенні використання водних ресурсів за рахунок збільшення ступеня віджимання жому на етапі пресування і, як наслідок, збільшення кількості та

якості жомотресової води, економічні витрати та поліпшення екологічної ситуації навколо цукрового заводу.

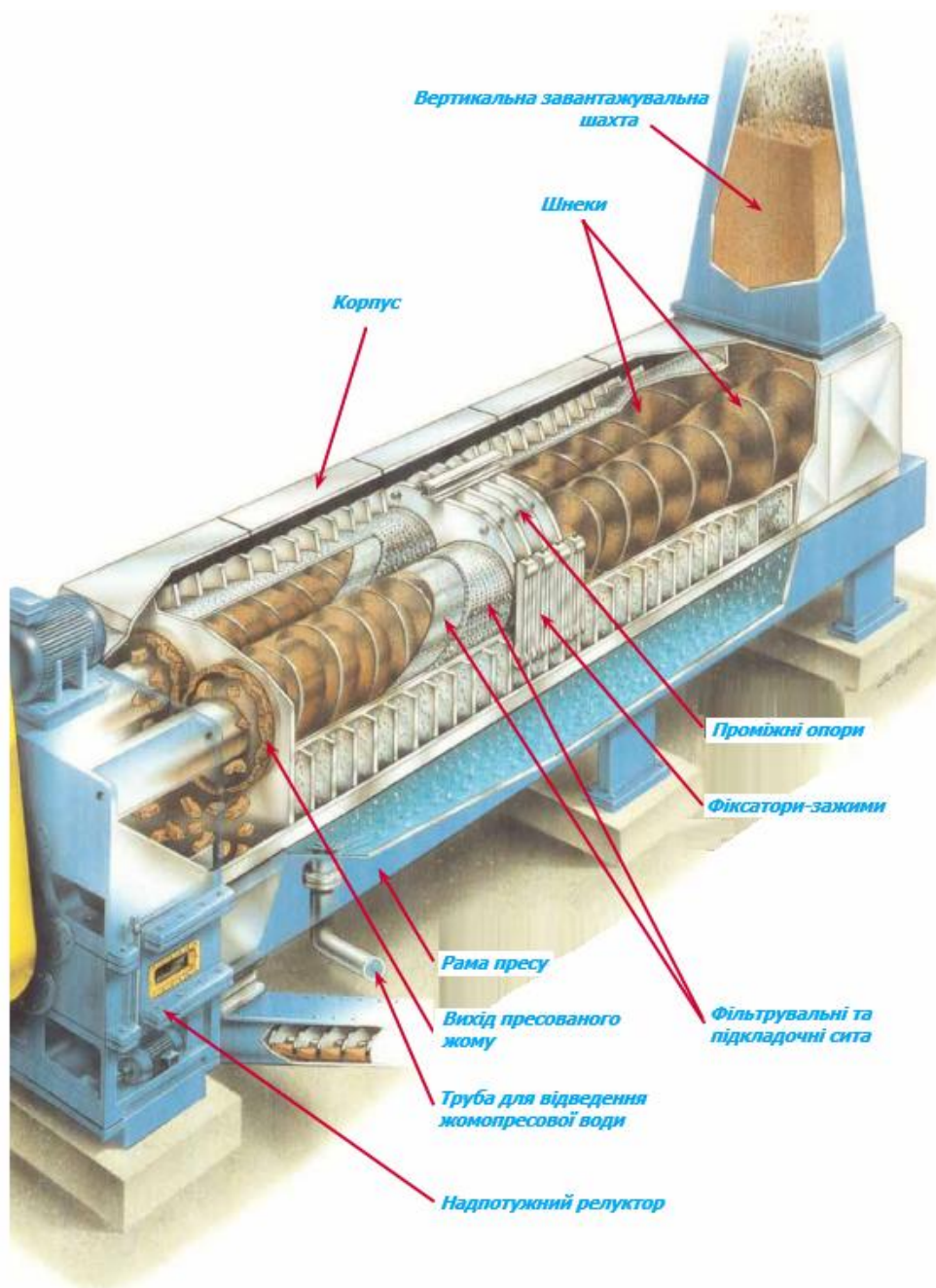


Рис.4.2 Прес глибокого віджиму



Рис.4.3. Завантажувальна шахта преса глибокого віджиму свіжого жому: зовнішній (А) та внутрішній (Б) вигляд системи додаткового відділення дифузійного соку з свіжого жому; 1 - завантажувальна шахта; 2 - Короб для відведення дифузійного соку; 3 - труба відведення дифузійного соку; 4 - перфорований короб

5. УСТРІЙ ТА ПРИНЦИП РОБОТИ МОДЕРНІЗОВАНОГО ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

У цукровій промисловості застосовують преси для віджимання сирого жому, його пресування, брикетування висушеного жому та отримання брусків цукру-рафінаду.

Сирий жом видаляється з дифузійних апаратів, містить близько 73 ... 94% води, що ускладнює його транспортування та зберігання. Пресування жому дає найбільший ефект при поєднанні з поверненням жомопресових вод і дифузійних апаратів, що зменшує втрати цукру з водою, що йде з дифузійних апаратів, і різко знижує витрати свіжої води на дифузю.

Жом, призначений для швидкого згодювання, віджимается до концентрації сухих речовин, що дорівнює 9...10%, а вступник у сушильне відділення пресується до вмісту, рівного 15...20%

Щільність сухого жому мала (150 ... 250 кг/м³), тому для його зберігання потрібні склади великої місткості, а при його транспортуванні недостатньо повно використовується вантажопідйомність транспортних засобів. Крім того, зберігати сухий жом насипом важко, тому що він гігроскопічний. Жом, що відсирів, що лежить товстим шаром, здатний самозігріватись і псуватись.

Збільшити щільність сухого жому, зменшити його гігроскопічність та покращити транспортабельність можна шляхом пресування. Пресований жом одержують у вигляді брикетів круглого або прямокутного перерізу заввишки 20...40 мм. Діаметр циліндричних брикетів 11...20 мм. Щільність пресованого жому становить приблизно 750 кг/м³.

Для зниження витрати палива на сушіння жому збільшують ступінь віджиму води з нього. Практика показала, що існує межа тиску, вище якого

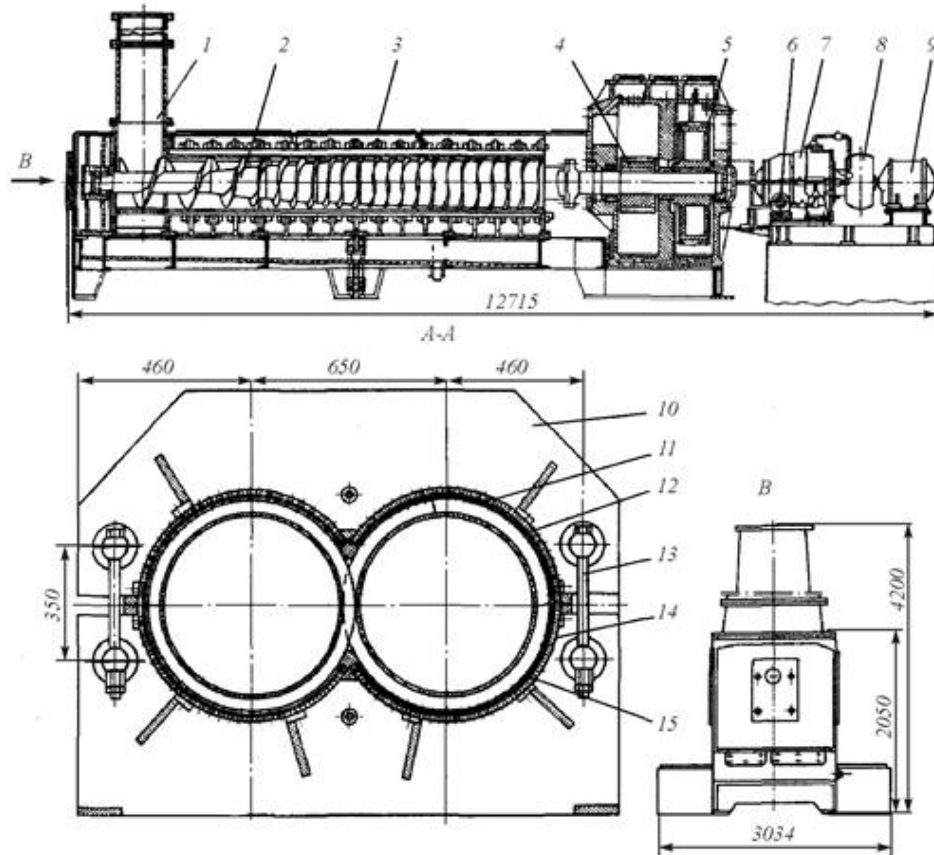
кількість води, що видаляється, не збільшується. Крім того, при великому ступені віджимання жому на шнекових пресах спостерігаються великі втрати сухих речовин з водою. Така ступінь віджиму призводить також до зменшення продуктивності преса та збільшення витрати енергії на пресування.

Таким чином, оптимальний режим роботи пресів для віджиму сирого жому необхідно визначати з умови максимальної ефективності спільної роботи пресового та сушильного відділень цукрового заводу.

Горизонтальний двошнековий прес «Stord BS-64» (рис. 5.1) складається з бункера 1, шнеків 2, кришки 3, шестерень 4 і 5, маслонасоса 6, редуктора 7, гідромуфти 8, електродвигуна 9, ребра жорсткості 10 14 каркасів, що фільтрують сит 12 та 15, стяжних болтів 13.

Відповідальна організація	Технічне узгодження Олішевський	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Коваленко Н. В.	Назва, додаткова назва Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування	210750.MP.05.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/2

У горизонтальному корпусі паралельно встановлено два шнеки 2. Зверху корпус закривається кришками 3. У корпусі та кришках шнека є фільтруючі сита 12 і 15, виготовлені з нержавіючої сталі. Отвори сит конічні



розміром 3,9/5 мм.

Рис.5.1. Горизонтальний двошнековий прес «Stord BS-64».

Конструкція шнеків дозволяє спочатку швидко видалити більшу частину води, тобто досягти значної зміни обсягу, а потім при подальшому переміщенні жому незначно підвищити тиск. Співвідношення обсягів першої та останньої міжвиткових камер шнека становить 7:1.

Частота обертання шнеків може регулюватися гідромуфти 8 від 1,45 до 3,00 об/хв. Від частоти обертання шнека залежать його продуктивність, вміст сухих речовин у відпресованому жомі та витрата енергії.

Показники роботи преса залежить від рівномірності завантажування його жомом. При недостатньому завантаженні пресом жомом вміст сухих речовин у віджатому жомі зменшується (менше 22%).

6. Розрахункова частина

Технологічні розрахунки

Вихідні дані

Назва	Од. виміру	Величина
Цукровміст буряка	%	14,5
Втрати цукрози в жомі, до	%	0,3
Довжина 100 г навіски стружки	м	12
Кількість відкачування дифузійного соку до маси буряків	%	120
Температура соку, t_0	°C	75
Вміст СР у віджатому жомі	%	18
Температура жому на виході з апарата, $t_{ж}$	°C	65
Температура води жомопресової, $t_{жп}$	°C	74
Температура води аміачної	°C	65

Розрахунок маси віджатого жому

За словами П.М. Силіна пресований жом містить: буряковий жом (5 кг) і близько 0,5 кг цукру та нецукрі, тобто. всього близько 5,5 кг сухої речовини на 100 кг переробленого буряка. Маса жому при вмісті сухої речовини 16% відповідно становить:

$$m_{жс} = (5,5 - 100)/16 = 34 \text{ кг.}$$

Відповідальна організація	Технічне узгодження Бабко Є.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа	Розробник документа Коваленко Н. В.	Назва, додаткова назва Розрахункова частина	210750.MP.05.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/20

Маса соку становить у віджатому жомі:

$$m_c = 34 - 5 = 29 \text{ кг.}$$

Маса жомопресової води:

$$m_{жп} = 80 - 34 = 46 \text{ кг.}$$

Кількість води що потребує дифузія знайдемо з матеріального балансу апарата (Рис. 6.1.), складеного на 100 кг перероблюваної стружки.

$$G_H + W_H = W_K + G_K$$

$$100 + (x + 46) = 120 + 80$$

$$x = 120 + 80 - 100 - 46 = 54 \text{ кг}$$

де G_H -маса стружки, кг

W_H -маса води, (аміачна і жомопресова)

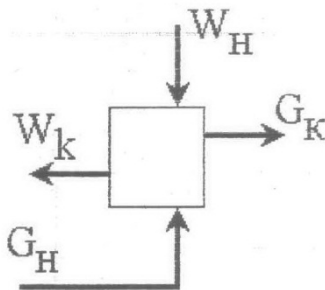


Рис. 6.1 Кількість води що потребує дифузія

W_K - маса відкачуваного соку;

G_K - маса жому, що вивантажується з апарату.

Таким чином, для жомової води в кількості 46кг на 100 кг стружки необхідно 54кг аміачної води.

Загальний тепловий розрахунок апарату

Для визначення кількості теплоти процесу дифузії додають тепловий баланс апарату на 100 кг тріски.

Надходження тепла:

1) бурякова стружка: 100 кг температурою 10°C та теплоємністю $3,771 \cdot 10^3$ Дж/кг

$$k \cdot Q_{стр} = 100 \cdot 10 \cdot 3,771 \cdot 10^3 = 3,78 \cdot 10^6 \text{ Дж},$$

2) вода жомпресова: 46 кг температурою 75°C та теплоємністю $4,19 \cdot 10^3$ Дж/кг

$$k \cdot Q_{жв} = 46 \cdot 75 \cdot 4,19 \cdot 10^3 = 14,26 \cdot 10^6 \text{ Дж},$$

3) вода аміачна: 55 кг температурою 65°C та теплоємністю $4,19 \cdot 10^3$ Дж/кг

$$k \cdot Q_{ам.в} = 55 \cdot 65 \cdot 4,19 \cdot 10^3 = 14,74 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$

Витрати тепла:

1) сік дифузійний: 120 кг температурою 75°C та теплоємністю $3,771 \cdot 10^3$ Дж/кг

$$k \cdot Q_c = 120 \cdot 75 \cdot 3,771 \cdot 10^3 = 33,49 \cdot 10^6 \text{ Дж},$$

2) жом: 80 кг температурою 64°C та теплоємністю $4,19 \cdot 10^3$ Дж/кг:

$$k \cdot Q_{ж} = 80 \cdot 65 \cdot 4,19 \cdot 10^3 = 21,79 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$

Баланс:

$$Q_{стр} + Q_{жв} + Q_{ам.в} + x = Q_c + Q_{ж}$$

$$x = 3,78 \cdot 10^6 + 14,26 \cdot 10^6 + 14,71 \cdot 10^6 - 33,49 \cdot 10^6 - 21,79 \cdot 10^6 = 22,53 \cdot 10^6 \text{ (Дж)}$$

■

Розрахунок потужності апарата.

Корисний об'єм апарата:

$$V = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot H = 0,785 \cdot (6,125^2 - 2,6^2) \cdot 14,5 = 350,076 \text{ (м}^3\text{)}.$$

D – зовнішній діаметр апарата, м;

d - зовнішній діаметр трубовала, м

H – висота апарату, м

Потужність апарата:

$$Q = \frac{24 \cdot 60 \cdot V \cdot q}{1000 \cdot \tau} = \frac{60 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 350.076 \cdot 600}{1000 \cdot 4600} = 3945 (m / \text{доб})'$$

де $q = 500 \dots 750 \text{ кг/м}^3$, – маса стружки одиниці об'єму апарата (корисного);

$t = 4000 \dots 4900 \text{ с}$, - термін дифундування.

Вважаємо, що вихідна потужність за даними становить $Q = 3500 \text{ т/добу}$ з переробки буряка.

Розрахунок окремих частин апарата

Напруження розтягу в стінці першої царги від тиску стовпа сокостружкової суміші:

$$\sigma = \frac{d + (\delta - c)}{2(\delta - c) \cdot \varphi} \cdot P \leq [\sigma];$$

$d = 5,507 \text{ м}$ – внутрішній діаметр царги;

$\delta = 0,0165 \text{ м}$ – товщина основного шару стінки царги;

$c = 0,00008 \text{ м}$ – мінусовий граничний відхил товщини стінки;

$P = 1,34 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – тиск стовпа сокостружкової суміші;

$\varphi = 0,7$ – коефіцієнт міцності зварного шва;

$[\sigma] = 1340 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – допустиме напруження.

$$\sigma = \frac{5,507 + (0,0165 - 0,00008)}{2 \cdot (0,0165 - 0,00008) \cdot 0,7} \cdot 1,34 \cdot 10^5 = 326 \cdot 10^5 < 1340 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Напруження стиску стінки I царги:

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_2^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma];$$

Напруження від дії мас:

$$\sigma_2 = \frac{10Q}{0,785(d_1^2 - d^2)};$$

$Q = 77000$ кг – максимальна маса частин, розташованих над I царгою;

$d_1 = 5,54$ – зовнішній діаметр царги;

$$\sigma_2 = \frac{10 \cdot 77000}{0,785(5,54^2 - 5,507^2)} = 32,6 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Напруження від дії крутного моменту:

$$\tau = \frac{M}{0,2 \cdot d_1^3(1 - \alpha^4)};$$

$M = 707000$ Н·м – МАХ крутний момент на трубовалі;

$\alpha = 0,994$ – коефіцієнт, який залежить від відношення зовнішнього і внутрішнього діаметрів царги.

$$\tau = \frac{707000}{0,2 \cdot 5,54^3(1 - 0,994^4)} = 8,75 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Підставивши значення у формулу, отримаємо:

$$\sigma_1 = \sqrt{(32,6 \cdot 10^5)^2 + 4(8,75 \cdot 10^5)^2} = 38 \cdot 10^5 \text{ Па} < 1340 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Отвір лазу в I царзі потребує укріплення при умові:

$$d_{\text{пр}} = 2 \left(\frac{1}{\varphi_0} - 1 \right) \cdot \sqrt{(d + \delta) \cdot (\delta - c)} \leq d_p;$$

$d_p = 1,56$ м – розрахунковий діаметр отвору;

Безрозмірний коефіцієнт φ_0 визначається:

$$\varphi_0 = \frac{d + (\delta - c)}{2(\delta - c)[\sigma]} \cdot P;$$

$$\varphi_0 = \frac{5,507 + (0,0165 - 0,00008)}{2(0,0165 - 0,00008)} \cdot 1340 \cdot 10^5 = 0,169.$$

Підставивши дані у формулу, отримаємо:

$$d_{\text{пр}} = 2 \left(\frac{1}{0,169} - 1 \right) \cdot \sqrt{(5,507 + 0,0165) \cdot (0,0165 - 0,00008)} = 2,9 \text{ м} \\ > 1,56 \text{ м.}$$

Таким чином, укріплювати отвір лазу не потрібно.

Максимальне навантаження на болти у фланцевому з'єднанні царг від тиску стовпа сокостружкової суміші:

$$F = 0,96 K P d_n^2 + 3 b g d_n;$$

$K = 1$ – безрозмірний коефіцієнт;

$$b = 3,16 \sqrt{b_1};$$

$b_1 = 12$ мм – діаметр прокладки;

$$b = 3,16 \sqrt{12} = 10,96 \text{ мм} = 0,01096 \text{ м.}$$

Питоме навантаження ущільнення:

$$g = (1,7 \cdot 10^{-6} P + 1,5) \cdot 10^6;$$

$$g = (1,7 \cdot 10^{-6} \cdot 1,34 \cdot 10^5 + 1,5) \cdot 10^6 = 17,3 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Підставивши значення у формулу, отримаємо:

$$F = 0,96 \cdot 1 \cdot 1,34 \cdot 10^5 \cdot 5,59^2 + 3 \cdot 0,01096 \cdot 17,3 \cdot 10^5 \cdot 5,59 = 43,3 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

Колове зусилля на болти в фланцевому з'єднанні г від дії крутного моменту:

$$F_1 = \frac{2M}{d_6};$$

$d_6 = 5,65$ м – діаметр розташування болтів.

$$F_1 = \frac{2 \cdot 707000}{5,56} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

Умова міцності та герметичності болтового з'єднання І-ї царги з ситовим поясом:

$$\sigma_6 = \frac{F}{0,785zd_2^2} + \frac{F_1}{0,785zd_2^2f} \leq [\sigma_6];$$

$z = 108$ – кількість болтів у фланцевому з'єднанні;

$d_2 = 0,0262$ м – внутрішній діаметр болта;

$f = 0,2$ – коефіцієнт тертя для чисто оброблених поверхонь;

$[\sigma_6] = 1250 \cdot 10^5$ Па – допустиме напруження.

$$\sigma_6 = \frac{43,3 \cdot 10^5}{0,785 \cdot 108 \cdot 0,0262^2} + \frac{2,5 \cdot 10^5}{0,785 \cdot 108 \cdot 0,0262^2 \cdot 0,2} = 960 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$< 1250 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Продуктивність шнека вивантаження жому:

$$A = 144 \frac{0,785(d_{\text{ш}}^2 - d_{\text{в}}^2)S\gamma\varphi_{\text{з}}n}{Q_{\text{ж}}};$$

$d_{\text{ш}} = 0,9$ м – діаметр шнека;

$d_{\text{в}} = 0,194$ м – діаметр вала під шнек;

$S = 0,5$ м – крок витків шнека;

$\gamma = 600$ кг/м³ – густина жому який транспортується;

$\varphi_{\text{з}} = 0,12$ – коефіцієнт заповненості шнека;

$n = 40$ об/хв – частота обертання шнека;

$Q_{\text{ж}} = 80\%$ – вихід жому до маси буряка.

$$A = 144 \frac{0,785 \cdot (0,9^2 - 0,194^2) \cdot 0,5 \cdot 600 \cdot 0,12 \cdot 40}{80} = 1580 \text{ Т/доб.}$$

В апараті два шнека.

Потужність, яка витрачається електродвигуном шнека:

$$P = \frac{A_{\text{ж}}\omega L}{367\eta_{\text{р}}\eta_{\text{ш}}};$$

$\omega = 3$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу;

$L = 3,5$ м – довжина шнека;

$\eta_{\text{р}} = 0,93$ – ККД мотор-редуктора;

$\eta_n = 0,995$ – ККД муфти.

Величина транспортуючого жому:

$$A_{ж} = \frac{П \cdot Q_{ж}}{24 \cdot 100 \cdot K_1};$$

$П = 3500 \text{ Т/доб}$ – технічна продуктивність апарата;

$K_1 = 2$ – кількість шнеків для вивантаження жому із апараті.

$$A_{ж} = \frac{3000 \cdot 80}{24 \cdot 100 \cdot 2} = 58 \text{ Т/год.}$$

Підставивши значення у формулу, отримаємо:

$$P = \frac{58 \cdot 3 \cdot 3,5}{367 \cdot 0,93 \cdot 0,996} = 1,74 \text{ кВт.}$$

Приймаємо мотор-редуктор МРА-У-3/40 з електродвигуном 3 кВт.

Розрахунок корпусу апарата.

Вихідні дані:

Розрахункова схема

Діаметр циліндричної частини $D = 6 \text{ м}$

Висота рідини $H_b = 14,5 \text{ м}$;

Висота циліндра $H = 15,927 \text{ м}$;

Розміри зовнішнього корпусу:

Висота $h = 0,905 \text{ м}$;

Діаметр 1 $D_k = 6,0 \text{ м}$;

Діаметр 2 $d_k = 4,215 \text{ м}$

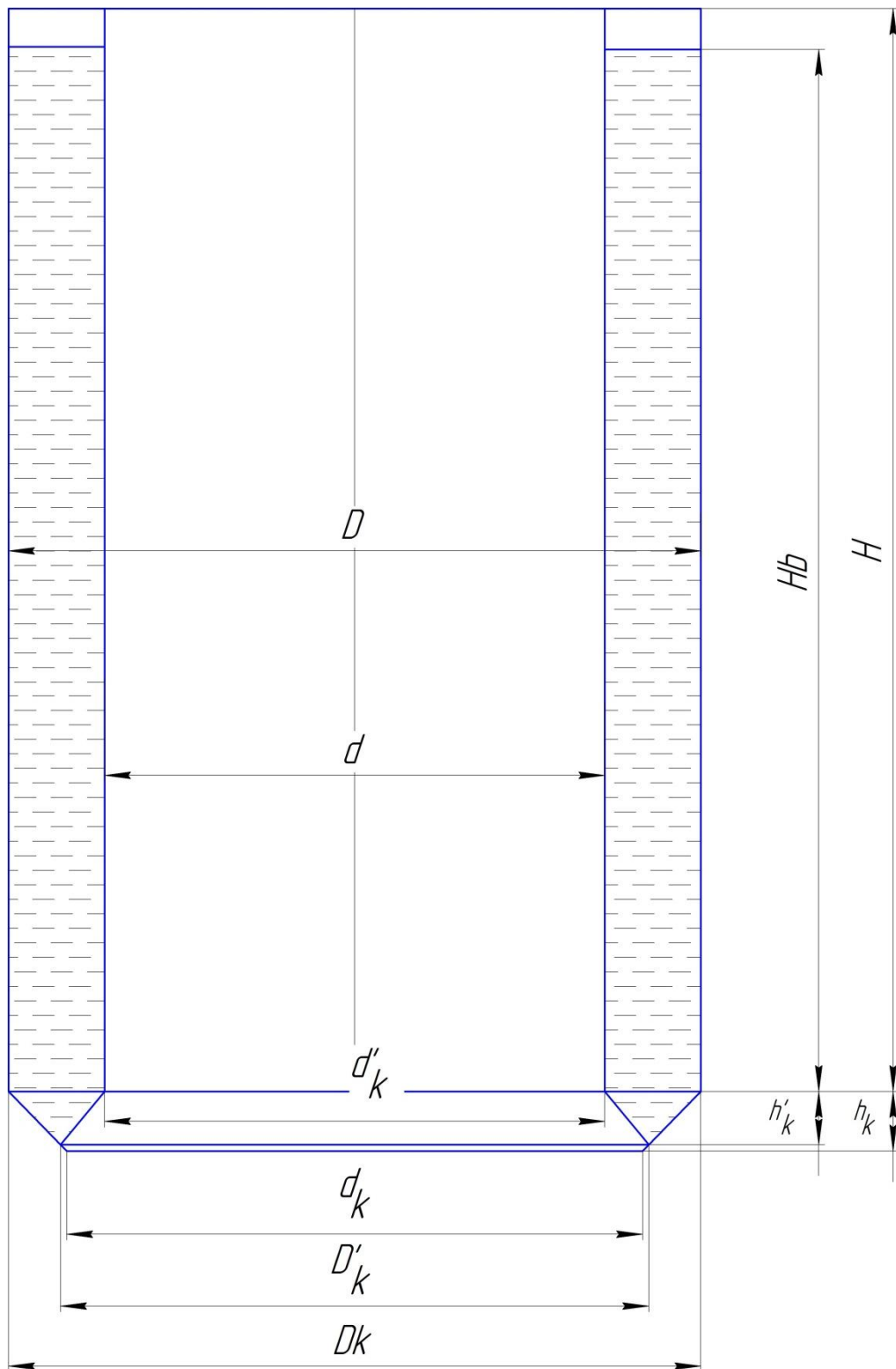


Рис. 6.2 Розрахункова схема корпусу апарата

Розміри внутрішнього конуса:

Висота $h = 0,85\text{м}$;

Великий діаметр $D_k = 4,3\text{ м}$;

Малий діаметр $d_k = 2,598\text{м}$;

Кут при вершині конуса $\alpha = 45^\circ$;

Густина рідини $r = 1040\text{кг/м}^3$.

Для розрахунку товщини корпусу необхідно вивчити напружений стан у всіх точках конструкції, щоб вибрати їх найбільш небезпечні. Для цього будуються графіки дотичних та меридіональних напруг. Розрахунок ґрунтується на миттєвій теорії, що розбиває тіло на частини.

Циліндр.

Вага рідини в циліндричному корпусі:

Вага рідини в циліндричному корпусі:

$$G_y = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot H_B \cdot \rho \cdot g = 0,785 \cdot (6^2 - 2,6^2) \cdot 14,5 \cdot 1040 \cdot 9,8 = 3,4 \cdot 10^6 (H) \quad \text{де}$$

V_1 - об'єм зовнішнього конуса, м^3 ;

V_2 - об'єм внутрішнього конуса, м^3 .

Об'єм зовнішнього конуса

$$V_1 = (D_k^2 + d_k^2 + D_k \cdot d_k) \cdot \frac{\rho \cdot h_k}{12} = (6^2 + 4,215^2 + 6 \cdot 4,215) \cdot \frac{3,14 \cdot 0,905}{12} = 17,71(\text{м}^3)$$

Об'єм внутрішнього конуса:

$$V_2 = (4,3^2 - 2,598^2 + 4,3 \cdot 2,598) \cdot 3,14 \cdot 0,85 = 8,1(\text{м}^3)$$

Маса ситового поясу:

$$G_c = V_c \cdot r \cdot g = 9,61 \cdot 1040 \cdot 9,8 = 9,79 \cdot 10^4 (H)$$

Вага рідини:

$$G = G_y + G_c = 3,4 \cdot 10^6 + 9,79 \cdot 10^4 = 3,5 \cdot 10^6 (H)$$

Рівняння рівноваги циліндричної частини корпусу:

$$S_M \cdot p \cdot D \cdot S \cdot G = 0$$

$$s_M = \frac{G}{p \cdot D \cdot S} = \frac{3,5 \cdot 10^6}{3,14 \cdot 6 \cdot S} = \frac{185,8 \cdot 10^6}{S} = const$$

Тобто, меридіальне напруження тотожне по всій циліндричній частині.

Рівняння рівноваги елемента:

$$\frac{s_M}{\infty} + \frac{s_k}{3} = \frac{(14,5 - x) \cdot g \cdot r}{S}$$

Звідки:

$$s_k = 3 \cdot \frac{(14,5 - x) \cdot 9,8 \cdot 1040}{S} = \frac{30,58 \cdot 10^3 \cdot (14,5 - x)}{S}$$

В цьому рівнянні $s_k = f(x)$ при $0 \leq x \leq 14,5$

$$\text{При } x=0 \quad s_k = \frac{443,41 \cdot 10^3}{S}$$

$$\text{При } x=12 \quad s_k = 0$$

Розрахунок трубовала

Крутний момент, який передається з'єднанням болтами між собою секцій трубовала:

$$M_k = \frac{d}{2} n_1 \cdot 0,785 d_1^2 [\tau] + \frac{d}{2} n_2 \cdot 0,785 d_2^2 [\sigma] f \geq M;$$

$d = 2,275$ м – діаметр кола розташування болтів;

$n_1 = 16$ – кількість болтів, поставлених без зазора;

$d_1 = 0,032$ м – діаметр спеціального болта в місці зрізу;

$[\tau] = 1200 \cdot 10^5$ Па – допустиме напруження зрізу;

$n_2 = 32$ – кількість болтів, поставлених з зазором;

$d_2 = 0,0207$ м – внутрішній діаметр болтів з зазором;

$[\sigma] = 1000 \cdot 10^5$ Па – допустиме напруження на розрив при затягуванні болтів, поставлених з зазором;

$f = 0,1$ – коефіцієнт тертя в стику з'єднання;

$M = 707000$ Н · м – максимальний крутний момент, що передається приводом апарата на трубовал.

$$M_k = \frac{2,275}{2} \cdot 16 \cdot 0,785 \cdot 0,032^2 \cdot 1200 \cdot 10^5 + \frac{2,275}{2} \cdot 32 \cdot 0,785 \cdot 0,0207^2 \cdot 1000 \cdot 10^5 \cdot 0,1 = 18,7 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м} \\ > 7,07 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Згинальний момент в лопаті:

$$M_{зг} = \sigma \cdot W = 103000 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$\sigma = 320 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – максимальне напруження в лопаті;

$W = 3231 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ – момент опору.

Напруження зварного шва для приварки лопаті до пластини:

$$\tau_{ш} = \frac{M_{зг}}{0,7 \cdot W_{ш}} \leq [\tau_{ш}];$$

$W_{ш} = 3590 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ – момент опору зварного шва;

$[\tau_{ш}] = 750 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – допустиме напруження на зріз шва.

$$\tau_{ш} = \frac{103000}{0,7 \cdot 3590 \cdot 10^{-6}} = 410 \cdot 10^5 \text{ Па} < 750 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Напруження зварного шва привареної лопаті до трубовалу набагато менші, так як периметр зварного шва та його катет збільшені.

Розрахунок ситового поясу

Застосовуючи метод перерізу отримуємо елемент і зону, яка показана на
Рис. 6.3.

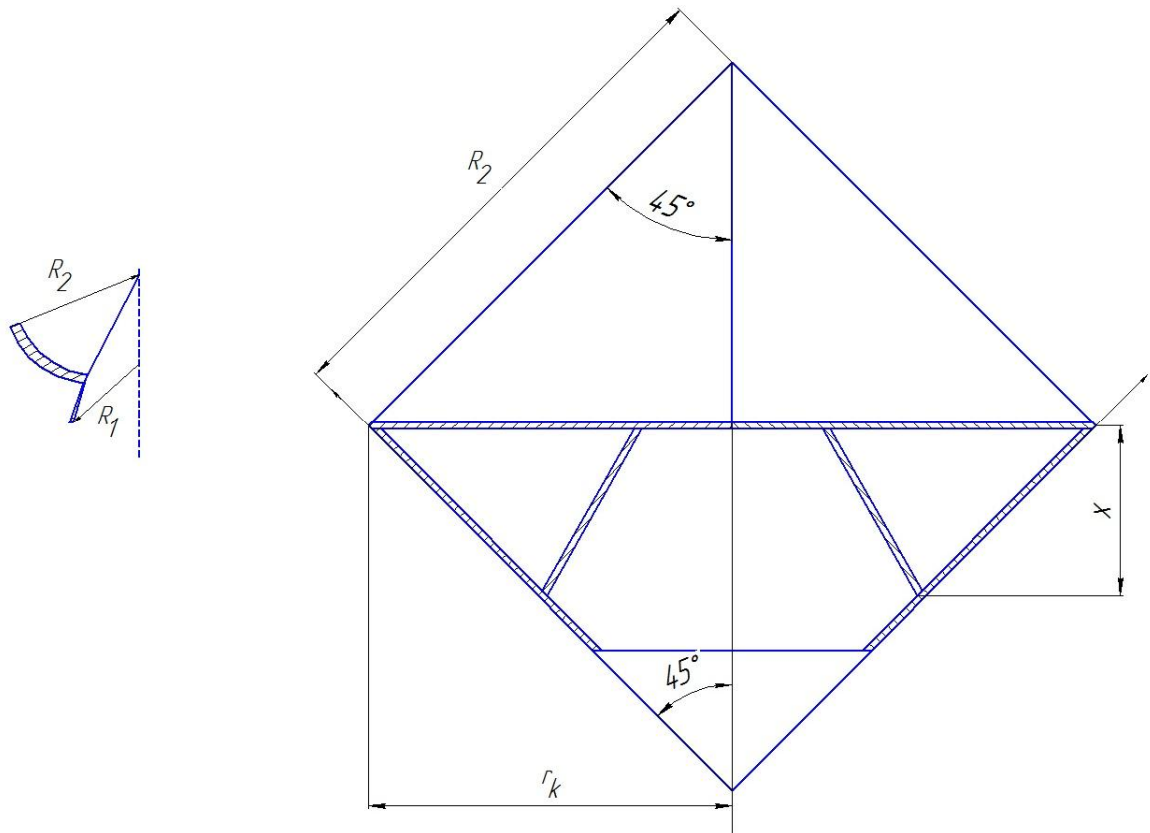


Рис. 6.3

Вплив валу на елемент не враховується. Таким чином, завдання зводиться до того, що потрібно розрахувати конічний днище з усіченим конусом. Вплив валу на фактичну напругу зведеться зменшення робочих напруг проти розрахунковим, тобто. розрахунок дасть певний запас.

Радіус широтного кола залежить від висоти рідини $r_x = x + 2,15$, тоді:

$$R_x = \frac{r_k}{\cos 45^\circ} = 1,41 \cdot (x + 2,15).$$

З умови рівноваги елемента:

$$\frac{S}{\infty} = \frac{S_k}{1,41 \cdot (x + 2,15)} = \frac{(12,9 - x) \cdot r \cdot g}{S}$$

Звідси:

$$s_k = \frac{1,43 \cdot 10^3 \cdot (x + 2,15) \cdot (12,9 - (x + 2,15))}{S}$$

З виразу видно, що тангенційне напруження визначається по параболічному закону:

$$\text{при } x = 0 \quad s_k = 0;$$

$$\text{при } x = 0,4 \quad s_k = 377,41 \cdot 10^3 / S;$$

$$\text{при } x = 0,85 \quad s_k = \frac{424,471 \cdot 10^3}{S}$$

Для визначення меридіального напруження використовуємо умову рівноваги частини конуса:

$$s_M = 2 \cdot p \cdot S \cdot \cos 45^\circ - (12,9 - x) \cdot r \cdot g \cdot p \cdot x^2 - G_1,$$

об'єм зовнішнього конуса:

$$V_1 = \frac{1}{3} (R_k^2 + (2,15 + x)^2 + R_k (2,15 + x)) p (2,15 + x),$$

$$V_2 = \frac{1}{3} (R_k'^2 + (2,15 + x)^2 + R_k' (2,15 + x)) p (2,15 + x)$$

Об'єм ситового поясу:

$$V_c = \frac{1}{2} ((D_k^2 - D_k'^2) - (D_k - D_k') (2,15 + x)) p (2,15 + x),$$

вага рідини:

$$G_c = \frac{p}{12} (2,15 + x) (17,94 - 1,7) (2,15 + x) r \cdot g,$$

тоді:

$$G_M = \frac{r \cdot g \left(12,9 \cdot (2,15 + x) - (2,15 + x)^2 + \frac{1}{12} (17,94 - 1,7) (2,15 + x) \right)}{2 \cdot S \cdot \cos 45^\circ},$$

$$\text{при } x = 0 \quad s = \frac{17874,7}{S};$$

$$\text{при } x = 0,4 \quad s = \frac{198407,69}{S};$$

$$x = 0,85 \quad s = \frac{221790,25}{S}.$$

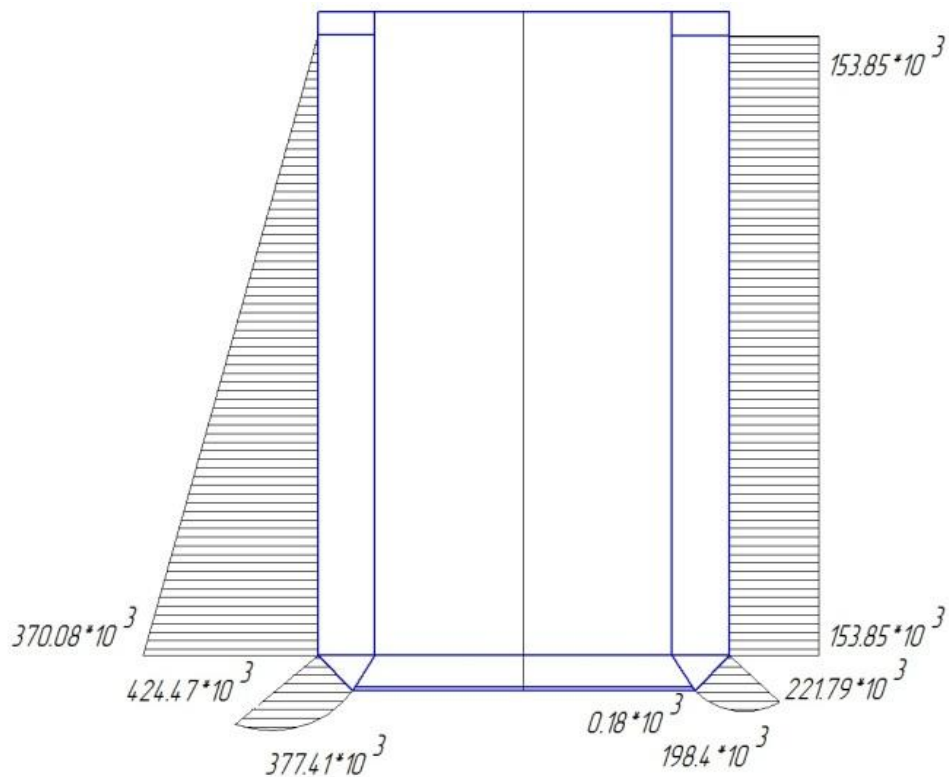


Рис. 6.4. Еюра внутрiшнiх сил (мПа)

Розрахунок товщини стiнки апарата.

Оскiльки елемент небезпечного перерiзу перебував у складному напруженому положеннi, розрахунок ведеться з урахуванням першої теорiї мiцностi. Допустима напруга, що розтягує, для СтЗ 690 МПа. Тодi товщина стiнки

$$S = \frac{424,47 \cdot 10^3}{690 \cdot 10^6} = 0,006(м).$$

Розрахункова товщина стiнки 6 мм. З урахуванням iнтенсивного корозiйного зносу приймаємо товщину стiнки $S= 14мм$.

Розрахунок привода трубовала

Сумарна потужнiсть електродвигунiв привода:

$$P = \frac{M \cdot n}{9736 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3};$$

M – крутний момент на валу, Нм;

n – частота обертання, об/хв;

η_p – ККД мотор-редуктора;

η_z – ККД зубчастої передачі;

Загальне передаточне число складає 2125.

При частоті обертання 0,5 об/хв та густині стружки 710 кг/м³ крутний момент складає 706000 Нм.

Крутний момент пропорційний густині стружки і довжині лопатей

Крутний момент на валу шестерні:

$$M_1 = \frac{M}{m \cdot i_z \cdot \eta_z \cdot \eta_p} = \frac{707000}{2 \cdot 8,5 \cdot 0,97 \cdot 0,99} = 43400 \text{ Н};$$

M – максимальний момент на трубовалі

$M=707000$ Нм;

m – число електродвигунів в приводі, 2;

i_z – передаточне число зубчастої передачі, 8.5;

η_z – ККД відкритої зубчастої передачі, 0,97;

η_p – ККД підшипників ведучої шестерні, 0,99;

Сумарне зусилля в зубчатому зачепленні:

$$F = \sqrt{F_0^2 + F_p^2} = \sqrt{241000^2 + 87800^2} = 256000 \text{ Н};$$

F_0 – колове зусилля

$$F_0 = \frac{2 \cdot M_1}{d_w} = \frac{2 \cdot 43400}{0,36} = 241000 \text{ Н};$$

d_w – дільний діаметр шестерні, м;

Радіальне зусилля F_p :

$$F_p = F_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 241000 \cdot 0,364 = 87800 \text{ Н};$$

$\alpha = 20^\circ$ – кут зачеплення в передачі.

Умова міцності зубців на зносостійкість:

$$\sigma_k \leq [\sigma_k];$$

Коефіцієнт контактних напружень:

$$C_k = \frac{2 \cdot M_2 \cdot K_H \cdot K_{\alpha} \cdot (i_{\pi} + 1)}{b \cdot d_{\omega}^2 \cdot i_{\pi}};$$

$K_H = 1.2$ – коефіцієнт нерівномірності розподілення навантаження по довжині зубців;

$K_{\alpha} = 1$ - коефіцієнт якості зубців;

b - робоча довжина зубців;

$$C_k = \frac{2 \cdot 43400 \cdot 1,02 \cdot 1 \cdot (8,5 + 1)}{0,3 \cdot 0,36^2 \cdot 8,5} = 25,4 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Допустимий коефіцієнт контактних напружень визначається за формулою:

$$[\sigma_k] = [C_p] \cdot K_p;$$

$K_p = 2.28$ – коефіцієнт режиму роботи;

$[C_p] = 11,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – допустимий коефіцієнт контактних напружень при довготривалій роботі;

$$[\sigma_k] = 11,6 \cdot 10^5 \cdot 2,28 = 26,5 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Підставимо необхідні дані у формулу і отримаємо:

$$25,4 \cdot 10^5 \text{ Па} < 26,5 \cdot 10^5.$$

Умова міцності зубців шестерні по напруженням згину:

$$\sigma \leq [\sigma];$$

Визначення напруження згину:

$$\sigma = \frac{2 \cdot M_1 \cdot K_{\pi}}{b \cdot d_{\omega} \cdot m_n \cdot Y} = \frac{2 \cdot 43400 \cdot 1.1}{0.3 \cdot 0.56 \cdot 0.02 \cdot 0.266} = 1670 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Допустиме напруження на згин:

$$[\sigma] = \frac{0,35 \cdot \sigma_s + 900 \cdot 10^5}{[n]} = \frac{0,35 \cdot 6000 \cdot 10^5 + 900 \cdot 10^5}{1.7} = 1770 \cdot 10^5 \text{ Па;}$$

$\sigma_s = 6000 \cdot 10^5$ – границя міцності зубців шестерні;

$[n] = 1,7$ – допустимий запас міцності.

Підставимо необхідні дані в умову міцності:

$$1670 \cdot 10^5 \text{ Па} < 1770 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Умова міцності зубців колеса по напруженням згину:

Напруження згину для зубців визначається по формулі:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma \cdot Y}{Y_1} = \frac{1670 \cdot 10^5 \cdot 0.266}{0.298} = 1500 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$Y_1 = 0,298$ – коефіцієнт форми зуба колеса.

Допустиме напруження згину зубців колеса розраховується:

$$[\sigma_1] = \frac{0,35 \cdot \sigma_s + 900 \cdot 10^5}{[n]} = \frac{0,35 \cdot 5500 \cdot 10^5 + 900 \cdot 10^5}{1,7} = 1650 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$\sigma_s = 5500 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – границя міцності зубців колеса.

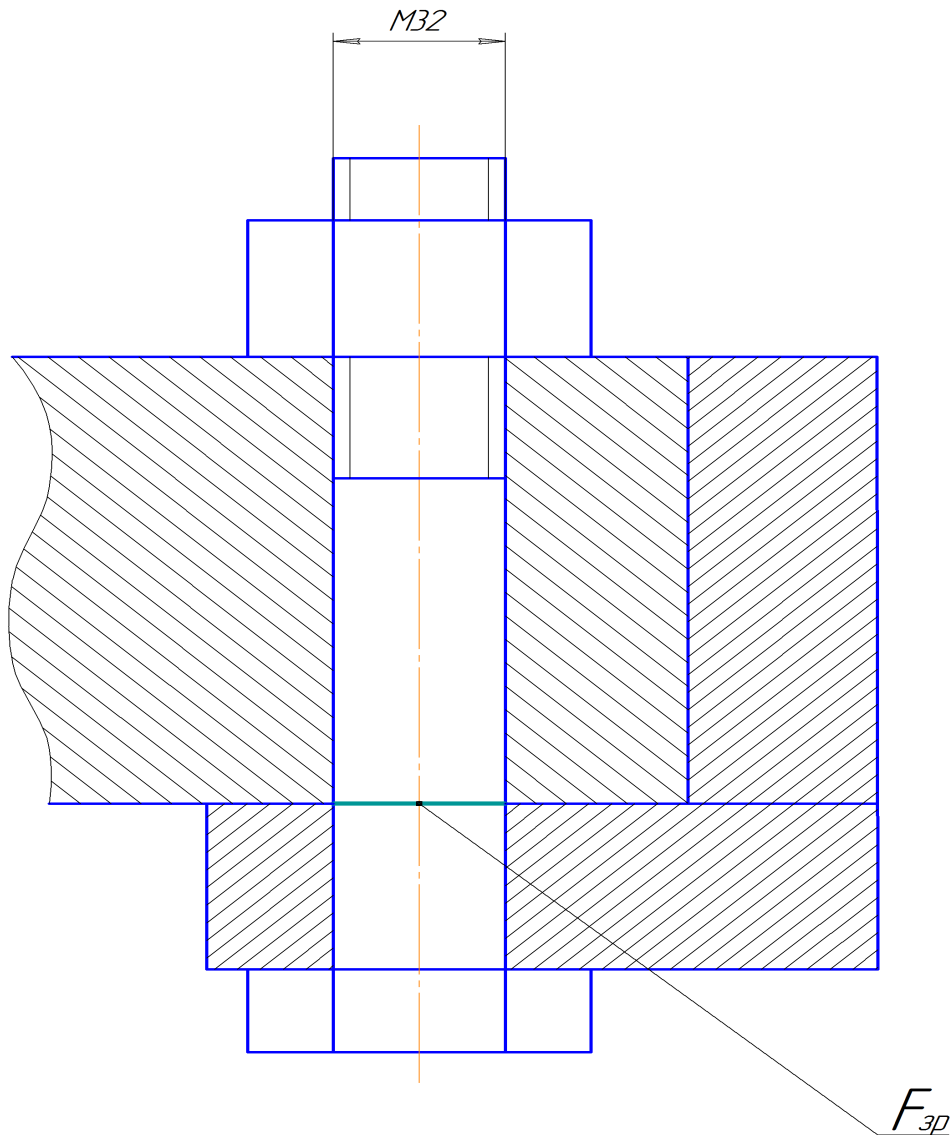
Підставимо необхідні дані в умову і отримаємо:

$$1500 \cdot 10^5 \text{ Па} < 1650 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Розрахунок проведений вірно. Всі умови міцності виконуються.

Перевірочний розрахунок на міцність болтів кріплення вінця зубчастого колеса.

Оскільки при модернізації зубчасте колесо було єдиним блоком, а розділялося на 3 частини, необхідно виконати розрахунок болтів кріплення. Корона кріпиться на 24 болтах. На кожному колісному сегменті є 8 болтових з'єднань. Якщо прикріплена коронка до кільця труби, всі болтові з'єднання працюють на усунення деформації. Сила тяги передає свою дію на 8 болтових з'єднань, що розраховуються.



Матеріал болтів Сталь 20. Допустиме напруження зрізу

$$[\tau_{зр}] = 800 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} = 78453200 \text{ Па};$$

Площа поперечного перерізу болта М32 становить:

$$F = \frac{\pi \cdot D_{\text{б}}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,032^2}{4} = 0,0008 \text{ м}^2;$$

Загальна площа зрізу болтових з'єднань становить:

$$S = 8 \cdot F = 8 \cdot 0,0008 = 0,0064 \text{ м}^2;$$

Умова міцності при деформації зрізу:

$$\tau_{зр} = \frac{F_{зр}}{S} \leq [\tau_{зр}];$$

Вважаємо, що сила $F_{зр}$ є тягове колове зусилля F_m :

$$F_m = \frac{2 \cdot M_{зр}}{d_{\omega 2}} = \frac{2 \cdot 560822}{3,06} = 366550 \text{ Н};$$

Підставимо отримані значення в умову міцності:

$$\tau_{зр} = \frac{366550}{0,0064} = 52273437,5 \text{ Па} < 78453200 \text{ Па};$$

Умова міцності виконується.

7. ПІДБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вибір матеріалів, що використовуються у харчовій техніці, обумовлений такими основними факторами:

- допустимість контакту з харчовими продуктами;
- економічна доцільність застосування;
- вимоги до надійності та довговічності обладнання.

Багато основних деталей харчового обладнання зазнають значних навантажень. У зв'язку з цим матеріали, що використовуються для виготовлення обладнання, повинні мати достатню міцність. Деталі обладнання, що контактують із харчовими продуктами, що містять різні органічні речовини, повинні бути виконані з корозійностійких матеріалів. Оброблені продукти не повинні вступати в хімічну реакцію з матеріалами, з яких виготовлені деталі, матеріали не повинні руйнувати вітаміни, що містяться в продуктах. Тому від правильного вибору конструкційних матеріалів залежатиме якість електропостачання та довговічність обладнання. Зношування деталей спостерігається на ділянках з максимальною відносною швидкістю середовища на деяких ділянках. За випробуваннями метали на зносостійкість можна розділити на дві групи:

- до першої відносяться метали з низькими антикорозійними властивостями – вуглецеві сталі та чавуни. Їх знос характеризується значною витратою маси через інтенсивне перебіг корозійних процесів, посилених мікр впливом навколишнього середовища;
- до другої групи відносяться метали та корозійностійкі сплави (нержавіючі сталі, мідні та алюмінієві сплави), зносостійкість яких у десятки разів перевищує зносостійкість металів першої групи.

Відповідальна організація	Технічне узгодження Бабко Є.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Коваленка Н. В. Документ затверджено Якимчук М.В.	Назва, додаткова назва Підбір конструкційних матеріалів	200476.KP.01.007 ПЗ			
			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/2

Ділення металів по стійкості на дві групи не залежить від механічних властивостей, а свідчить лише про те, що зносостійкість металів в робочому середовищі визначається головним чином антикорозійними властивостями, а міцність характеристики мають другорядні значення.

Матеріали корпусу апарата, який контактує із продуктом - корозієстійка високолегована сталь 12X18H10T - ДСТУ 12358:2004. Переваги цієї сталі в тому, що вона стійка в агресивних середовищах при контактуванні з продуктами (лужному, кислотному) та її дозволено використовувати в харчовій промисловості.

Всі прокладки виготовлені з пароніту загального призначення ПОН 2 - ГОСТ 481-80. Болти, гайки, шайби будуть виготовленні з сталі 35 - ДСТУ 2651-94, її механічні властивості нас задовольняють.

Таблиця. 7.1

Перелік матеріалів, що використані в апараті та дозволені Держнаглядом

Матеріал, марка	Стандарт
Сталь вуглецева звичайної якості марок: Ст 3, ВСт3кп, ВСт3сп	ДСТУ 2651-94 ДСТУ 2651-94 ДСТУ 2651-94
Сталь вуглецева якісна конструкційна: 35, 45	ДСТУ 7809:2015
Сталі високолеговані та корозійностійкі: 12X18H10T	ДСТУ 12358:2004

8. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

8.1 Вибір, опис та аналіз складального вузла

В якості вузла для розроблення технологічного процесу складання розглянемо частину привода дифузійного апарату ЕКА-3 (верхня опора). Розташування вибраного вузла показано на Рис. 8.1. Сам вузол зображений на кресленні.

Верхня опора тримає трубовал в вертикальному положенні та завдяки наявності підшипників забезпечує обертання трубовала, тобто забезпечує роботу всього апарату. Якісне збирання та монтаж є важливим фактором даного вузла.

Специфікація даного вузла представлена в табл. 8.1.

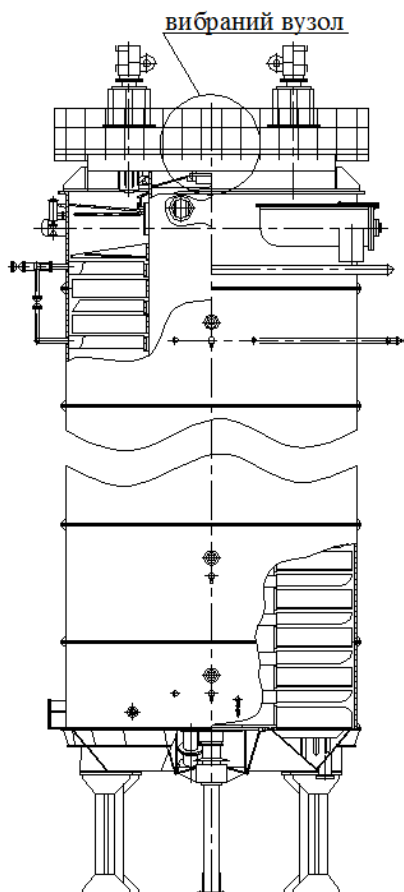


Рис. 8.1 Колонний дифузійний апарат

Відповідальна організація	Технічне узгодження Олішевський В. В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Коваленко Н. В.	Назва, додаткова назва Технологія машинобудування	210750.MP.05.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/7

Табл. 8.1

Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей
1	Опора	1
2	Стакан	1
3	Підшипник 42629/530	1
4	Підшипник 2007972А	1
5	Втулка	1
6	Кільце	1
7	Трубовал	1
8	Труба	1
9	Манжета 270х320	1
10	Кришка манжети	1
11	Кільце труби	1
12	Болт М6х20	16
13	Шайба 6	16
14	Болт М30х140	14
15	Шайба 30	14
16	Гайка М30	16
17	Болт М10х40	6
18	Шайба 10	6
19	Нижня кришка	1
20	Кришка прокладки	1
21	Прокладка	1
22	Прокладка	1
23	Трубовал	1

З аналізу конструкції даного вузла необхідно виділити складальні одиниці 1-го порядку, а саме:

- Ск.1 – трубовал;
 Ск.2 – стакан;
 Ск.3 – нижня кришка;
 Ск.4 – труба.

А також окремі стандартні деталі – підшипники 3, 4, манжети 9, болти 12, 14, 17, шайби 13, 15, 18, гайки 16 і прокладки 21, 22.

8.2 Розроблення технологічного маршруту складання обраного вузла.

Технологічна схема складання вузла показана на листі формату А1.

Технологічний маршрут складання представлений в табл. 8.2

Табл. 8.2

№ операції	№ переходу, зміст переходу
1	2
10. Складання трубовалу (Ск. 1)	10.1. Установити трубовал на складальному стенді й закріпити його
	10.2. Очистити різьбові отвори від стружки
	10.3. Встановити манжету 270х320
	10.4. Встановити кришку манжети
	10.(5-8). Встановити шайби на місце з'єднання
	10.(9-12). Закрутити болти М6×20
	10.13. Встановити складальний вузол «трубовал Ск. 1» в трубовал
	10.(14-19). Встановити шайби на місце з'єднання
	10.(20-25). Закрутити болти М30×140
20. Складання нижньої кришки (Ск. 3)	20.1. Установити нижню кришку на складальному стенді і закріпити її
	20.2. Очистити різьбові отвори від стружки

	20.3. Встановити прокладку
	20.4. Встановити кришку прокладки
	20.(5-8). Встановити шайби на місце з'єднання
	20.(9-12). Закрутити болти М6×20
30. Складання стакану (Ск. 2)	30.1. Установити стакан на складальному стенді і закріпити його
	30.2. Очистити різьбові отвори від стружки
	30.3. Встановити підшипник 2007972А
	30.5. Встановити кільце
	30.6. Встановити втулку
	30.7. Встановити підшипник 42629/530
	30.8. Встановити прокладку
	30.6. Встановити складальний вузол «нижня кришка Ск. 3» в «стакан Ск. 2».
	30.(7-12). Встановити шайби на на місце з'єднання
	30.(13-18). Закрутити болти М6×20
	30.19. Встановити складальний вузол «нижня кришка Ск. 3» в «стакан Ск. 2»
	30.20. Встановити складальний вузол «стакан Ск. 2» в опору
	30.(21-26). Встановити болти М30×140 в отвори
	30.(27-32). Встановити шайби на болти
	30.(33-38). Закрутити по 2 гайки М30 на болт
40. Складання труби (Ск. 4)	40.1. Установити трубу на складальному стенді і закріпити її
	40.2. Приварити кільце труби
	40.3. Встановити складальний вузол «труба Ск. 4» в «стакан Ск. 2»

	40.(4-9). Встановити шайби на місце з'єднання
	40.(10-15). Закрутити болти М6×20
50. Додаткова	50.1. Залити в стакан рідке мастило
60. Контрольна	60.1. Проконтролювати роботу механізму

8.3 Розрахунок розмірного ланцюга складальної одиниці (рис. 8.2)

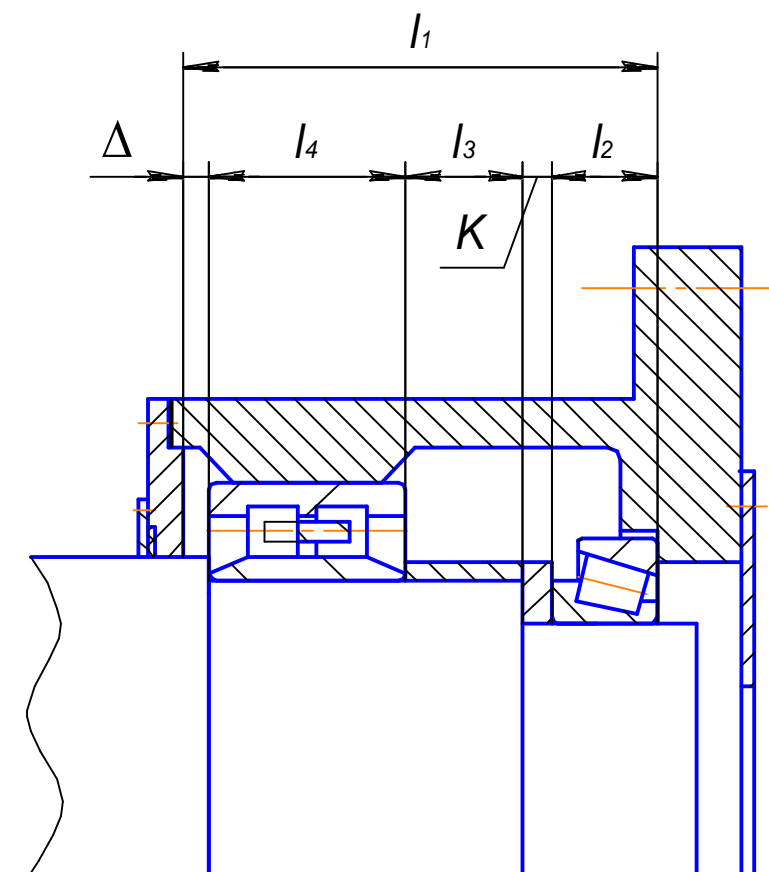


Рис. 8.2 Схема складання вузла

При складанні окремих вузлів машин, як правило, має місце похибка розміру замикаючої ланки відповідної складальної одиниці. Це обумовлено похибками у розмірах складових деталей та їх розташуванням у складальній одиниці. Дійсні значення складових ланок розмірних ланцюгів утворюються тільки в процесі складання машини. Вони виявляються в момент здійснення контакту деталей, що з'єднуються.

При великій кількості ланок розмірного ланцюга і малого допуску замикаючої ланки (зазору або натягу), що необхідна для повної взаємозамінності, точність виготовлення деталей може в значній мірі ускладнити виробництво й перевищити економічно доцільну точність. У таких випадках доводиться або відмовитися від повної взаємозамінності, допускаючи підгонку деталей по місцю, або вводити в конструкцію складальної одиниці компенсатори, які дозволяють регулювати допуск замикаючої ланки.

Компенсатор – це набір регульовальних шайб (прокладок) заданої товщини.

За допомогою компенсаторів витримуються встановлені межі точності в розмірному ланцюзі. Встановлення того чи іншого компенсатора залежить від комплектації вузла деталями з їх дійсними розмірами.

В якості прикладу розглянемо вузол, що має компенсатор у вигляді кільця. З врахуванням умов роботи такої складальної одиниці зазор між підшипником і кришкою приймаємо у: $\Delta = 1$ мм.

З врахуванням допусків на розміри деталей, що входять в розмірний ланцюг визначимо розміри всіх деталей (рис. 5.2):

Допуски: $d_1 = +0,78$; $d_2 = -0,58$; $d_3 = -0,58$; $d_4 = -0,61$; $d_{\Delta} = -0,2$

Розміри: $l_1 = 338^{+0,78}$; $l_2 = 76_{-0,58}$; $l_3 = 84_{-0,58}$; $l_4 = 140_{-0,61}$; $K = 20_{-0,2}$

Розмір компенсатора необхідно скорегувати на величину значення компенсації, яке визначається за формулою:

$$d_k = \left[\sum_{i=1}^{m-1} d_i \right] - d_{\Delta}, \quad (8.1)$$

де d_i - величина допуску 1-ої складової ланки; m - кількість ланок розмірного ланцюга, враховуючи замикаючий ланцюг (зазор); d_{Δ} - розмір замикаючої ланки.

Тоді максимальна величина значення компенсації визначається:

$$d_k = (d_1 + d_2 + d_3 + d_4) - d_{\Delta}; \quad (8.2)$$

$$d_k = (0,78 + 0,58 + 0,58 + 0,61 + 0,2) - 1 = 1,75 \text{ мм.}$$

У межах визначеної величини $d_k = 1,75 \text{ мм}$ знаходимо кількість та розміри комплекту компенсаторів, що необхідні для забезпечення нормальної експлуатації вузла з врахуванням прийнятого зазору $d_\Delta = 1 \text{ мм}$:

$$n = \frac{d_k}{d_\Delta} + 1 = \frac{1,75}{1} + 1 \approx 3.$$

Для комплекту з трьох компенсаторів приймаємо їх розміри :

$$K_1 = 20,58_{-0,2}; K_2 = 21,16_{-0,2}; K_3 = 21,74_{-0,2}.$$

9. ПРАВИЛА МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ ОБЛАДНАННЯ

9.1. Опис виконання дій по установку і сполучення компонентів преса

Перш ніж взятися за установку необхідно підготувати засоби підйому придатної вантажопідйомності, по можливості, постійно готові до експлуатації.

Дотримуватися точності виконання процедур під час здійснення операцій підйому та переміщення.

Установка повинна проводитись досвідченим та кваліфікованим персоналом. Необхідно слідувати процедур, викладених у цьому розділі. Вищезгаданий персонал повинен діяти зі увагою та бути пильним, з метою уникнення непередбачуваних подій.

Приміщення, в якому встановлюється прес, вибирається таким чином, щоб довкола машини залишався вільний простір; при оцінці цього аспекту необхідно мати на увазі необхідні засоби доступу до машини.

На наступному малюнку вказано мінімальну відстань, потрібну для установки; вільний простір навколо преса повинен відповідати зазначеному простору, або бути великим.

Для виконання операцій з монтажу та техобслуговування передбачаються засоби доступу до пресу.

Виконуючи роботи на висоті понад 2 м., повинні застосовуватися по ходу дій роботи, відповідні містки та підмостки або відповідні тимчасові структури та, у будь-якому випадку, заходи безпеки з метою запобігання травматизму під час падіння людей або важких предметів.

Настили, службові та перехідні містки, трапи, розташовані на висоті

Відповідальна організація	Технічне узгодження Олішевський В. В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Коваленко Н. В.	Назва, додаткова назва Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання	210750.MP.05.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/9

понад 2 м. оснащуватися з усіх боків порожнього простору, надійними поручнями. Поруччя повинні обладнатися одним або більше рядами з паралельних дерев'яних дощок, верхній край яких повинен розташовуватися на відстані не менше 1 метра від ділянок, призначених для проходу, а також дошкою, висотою не менше 20 см із кріпленням для ніг, що прилягає до дощатого настилу.

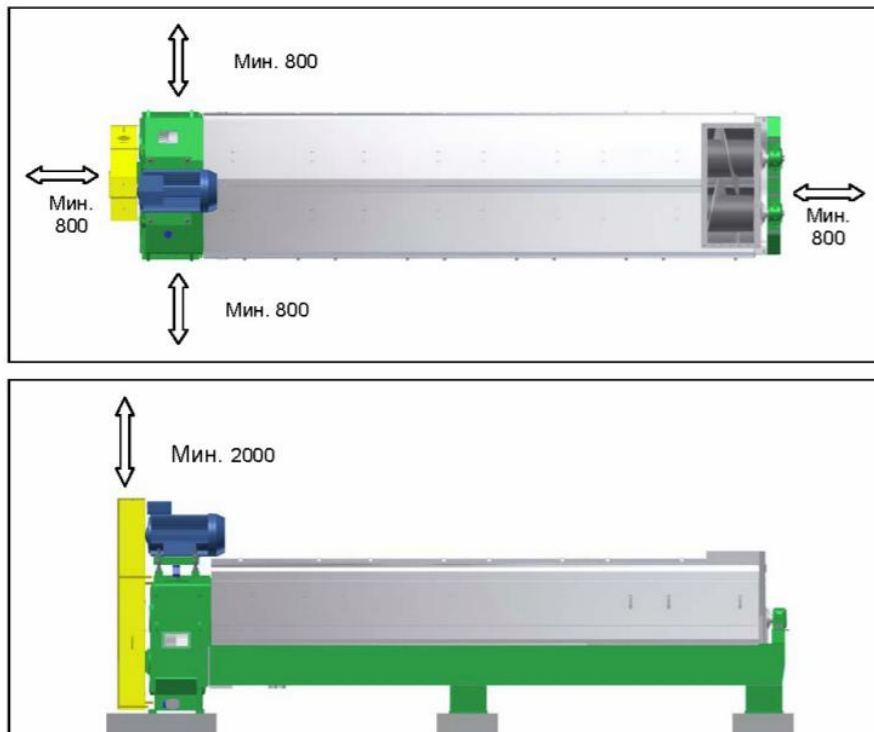


Рис.9.1 Схема ділянок для прохода

При проведенні висотних робіт або операцій з небезпекою падіння є обов'язковим

застосування страхувальних строп із карабінами. Для забезпечення більш якісної системи безпеки, необхідно передбачити відповідні точки кріплення.

Монтаж та розбирання тимчасових структур повинні виконуватись під наглядом відповідального за роботу.

Над службовими мостами та на монтажних лісах заборонено будь-який тип складування деталей, за винятком тимчасового залишення матеріалів або інструментів, необхідних для виконання робіт.

Вага матеріалу та операторів, завжди повинна бути нижчою за допустиму вагу вантажотривалістю містків. Потрібно, щоб на поверхні, зайнятій деталями, можна було легко пересуватися та виконувати всі дії для якісного виконання робіт.

9.2 Установка редуктора

Редуктор повинен встановлюватися для кріплення на бетонній основі або на міцній металевій структурі, в стані виносити навантаження, викликане редуктором, не піддаючись деформації.

У разі металевої структури система кріплення повинна виконуватися з урахуванням перешкоди осьових рухів.

На бетонній основі повинні передбачатися металеві плити вздовж анкерних болтів.

Редуктор має регульовальні гвинти, що дозволяють відрегулювати його. Ця операція повинна старанно виконуватися, оскільки будь-яка помилка вирівнювання та компланарності у затяжці болтів, що тягне за собою неспіввісність між зубами, погіршення експлуатаційних якостей і збільшення навантаження на зосереджених ділянках.

Можливі поверхневі нерівності повинні усуватися за допомогою установки металевих прокладок якомога ближче до анкерних болтів. Опорна ділянка кожуха редуктора має бути як можна ширшим.

Затягнути до упору фундаментні болти, переконавшись, що на жодний орган не виявляється вплив. Знову перевірити вирівнювання валів та їхнє вільне обертання всередині гнізд.

Вирівнювання здійснюється сотеним рівнем.

Редуктор повинен вирівнюватися за пресом, а його розташування – гарантувати вищезгадану компланарність.

На кожусі редуктора забороняється виконувати зварювальні роботи, які можуть пошкодити деякі деталі редуктора, наприклад підшипники.

Для встановлення та демонтажу муфт шківів необхідно скористатися різьбовим отвором, яке спеціально виконано на торці валу, за допомогою інструменту вилучення шківів уникаючи використання молотків тощо.

9.3.Встановлення преса

Як правило, прес відправляється з нашого підприємства вже з попередньо виконаним складанням, тому, на місці установки необхідно передбачити відповідне підйомне обладнання.

При необхідності збирання преса на місці призначення, відповідні умови обговорюватимуться окремо.

Гвинти кріплення:

- фланця редуктора;
- стяжних хомутів;
- опор;
- розпирних кронштейнів,

повинні затягуватися динамометричним ключем.

1. Встановити на землю всі компоненти, з яких складається прес, приділяючи особливу увагу тому, щоб оброблені деталі не були пошкоджені, їх слід встановити на відповідні опори (наприклад, дерев'яні балки).

2. Наблизити обидві половини рами.

3. Вставити 4 штифти, перевіряючи, щоб дві половини були оптимально вирівняні.

4. Вставити сполучні гвинти каркаса та сполучної тяги та затягнути їх.

5. Встановити каркас на опорні ніжки та закріпити його.

6. По краях, з боку органу управління, під направляючими планками каркаса вставити, з кожної сторони по 1 домкрату вантажівивалістю в 40 тонн, щоб уникнути можливих згинів.

7. Приварити ванну рами вздовж центрального з'єднання зварювальним прутком з нержавіючої сталі типу 309.

8. Встановити центральні штанги, закручуючи їх до упору.
9. Встановити 4 фільтруючі листи.
10. Встановити бічні штанги, закручуючи їх до упору.
11. Перевірити та вирівняти прес.
12. Встановити жомові шнеки, дотримуючись позначень:
 - з боку органу управління: розміщені на фланці та на шнеку,
 - з протилежного боку від органу управління: розміщені на втулці, на опорі протилежної органу управління та на підкладній балці опор (дивитись наступну схему).

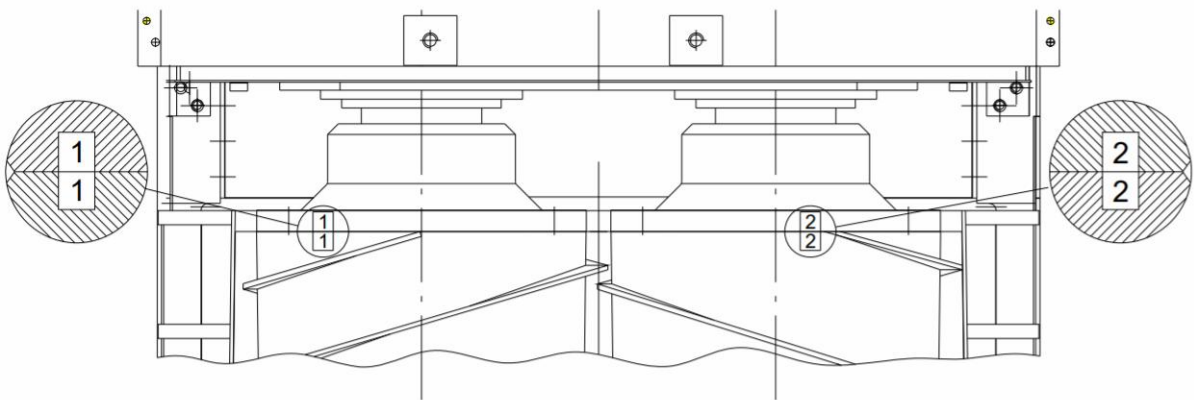


Рис. 9.2. Встановлення шнеків з боку органу управління

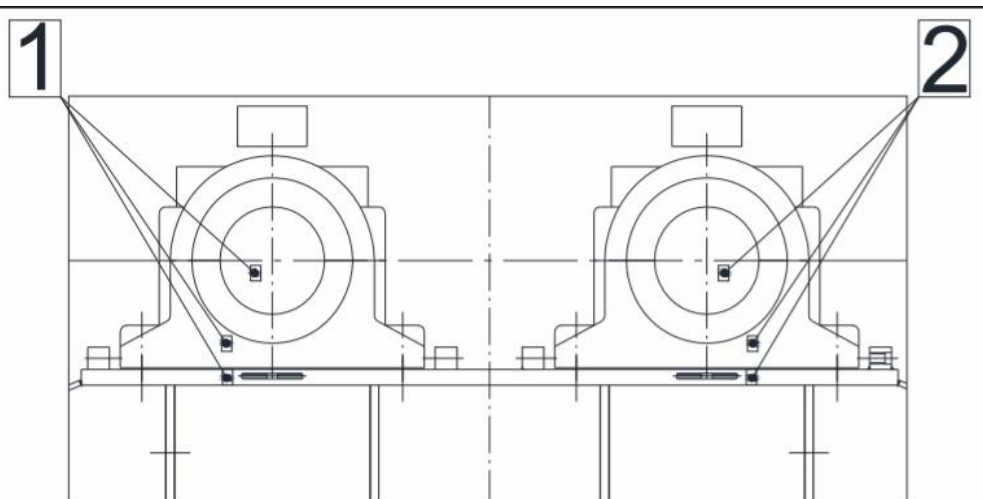


Рис. 9.3 Розташування позначень із протилежної сторони від органу управління

13. Встановити завантажувальний бункер, зовнішню запірну пластину та компоненти, що становлять

спеціальні ущільнення.

14. Встановити перше верхнє сито з боку бункера

15. Почати монтаж інших верхніх сит.

16. Затягнути сполучні гвинти фільтруючого вузла та зафіксувати гвинти стяжних хомутів. Змащувати головки гвинтів та початкову частину різьблення та встановити спеціальні пластичні ковпачки, поставлені із пресом. Затягнути сполучні гвинти бічних штанг.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Після закінчення регулювання рівня, перевірити затискач болтів і вставити контргайку.

Після цього необхідно зварити пунктиром розпірки, у разі їх наявності, вставлені у фундамент плити. Ця операція є необхідною в уникнення ослаблення клинових планок, викликаного вібраціями.

18. Через кілька днів роботи є сенс перевірити, що всі гвинти стяжних хомутів добре затягнуті.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Ретельно затягнути болти розпірних кронштейнів закріплених на редукторі і міцно-міцно зафіксувати контргайки до кронштейнів, щоб уникнути ослаблення гвинтів.

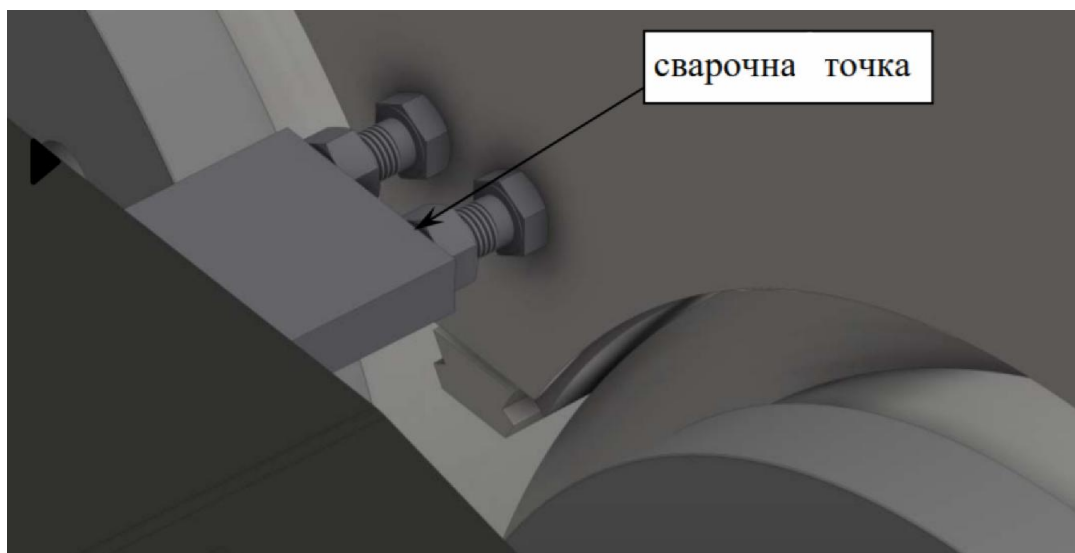


Рис. 9.4 Схема затягування гвинтів

19. Встановити систему промивання фільтруючого.

20. Встановити нижню частину капота починаючи з боку бункера. Усі

компоненти капота мають позначки, що спрощують складання. Під час виконання всіх операцій з монтажу капота та бункера необхідно з увагою закладати силіконом усі шви.

21. Встановити колонки з боку завантажувального бункера і з боку редуктора та труби для кріплення верхньої частини.

22. Встановити верхню частину капота починаючи з боку завантаження та дотримуючись позначок.

23. Зафіксувати запірну пластину капота з боку редуктора.

24. Встановити ручки на дверцятах/люках.

25. Встановити бічні дверцята/люки, починаючи з боку завантажувального бункера. Рекомендується, у разі переміщення вручну бічних люків викликати достатню кількість робочих (мінімум 2) на кожен люк. Застосовувати, як захоплення люків, встановлені ними ручки.

26. Встановити верхні дверцята/люки, починаючи з боку завантажувального бункера. Рекомендується, у разі переміщення вручну верхніх люків, викликати достатньо робочих (мінімум 2) на кожен люк. Застосовувати, як захоплення люків, встановлені ними ручки.

27. Встановити систему промивання валів.

28. Встановити вузол керування, що складається з балансиру двигуна, шківів, ременів та захисного

кожуха (див. параграф 3.6.2).

29. зараз, необхідно виконати ретельне мастило підшипників валів та спеціальних

ущільнень, дотримуючись наших інструкцій.

30. залити наповнювальне масло редуктора відповідно до схеми мастильних речовин і відрегулювати компоненти системи мастила (див. посібник, що додається).

31. Виконати виконання всіх необхідних електричних з'єднань (промив валів, промив фільтруючого вузла, приводний двигун та двигун масляного

насоса).

32. У разі присутності бетонних фундаментів Бабіні радить вставити хімічний цемент всередині отворів для анкерних болтів. Рекомендується використовувати продукт, що має високі швидкості затвердіння, що підходить для витримування статичних і динамічних навантажень, зазначених у кресленні фундаментів, і має низьку або зовсім ніяку зміну обсягу протягом процесу затвердіння.

33. Підфарбувати фарбою, що постачається в комплекті з пресом, частини, які пошкодилися під час перевезення та складання.

Після завершення всіх вищезгаданих операцій виконайте холосту пробу преса.

9.3. Труба для виходу пари

Протягом циклу переробки, усередині преса утворюється водяна пара.

Така пара полягає всередині преса зариваючим кожухом з нержавіючої сталі, який має трубу з боку розвантаження матеріалу.

Прес проводиться на заводі розвантажувальною трубою, закритою фланцем.

Клієнт має можливість з'єднати, або не з'єднати, розвантажувальну трубу із системою заводу, щоб направити водяну пару зовні кожуха.

За особливих умов роботи, з'єднання труби може поліпшити вміст сухої речовини, та також може запобігти прокладки редуктора, які можуть бути в контакті з парами всередині кожуха.

Кількість сформованих парів змінюється в залежності від продукту та методу переробки.

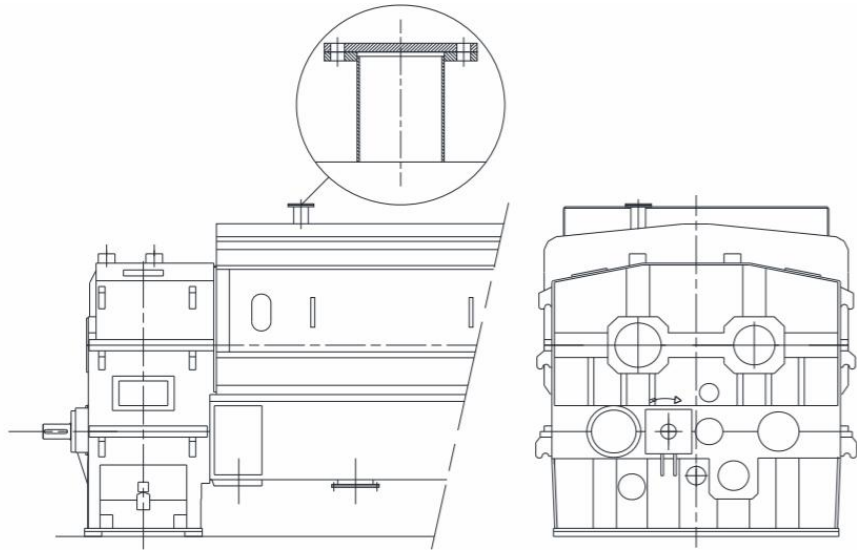


Рис. 9.5 Схема труби парів

10. АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ

10.1. Панель управління, світлові індикатори та кнопки

Нижченаведена панель керування постачається компанією Vabbini S.p.A. для включення системи промивання внутрішньої порожнини перфорованих валів.

Підключення панелі керування до електромережі виконується замовником.

Нижче наведені основні стандартні панелі та відповідні електричні схеми.

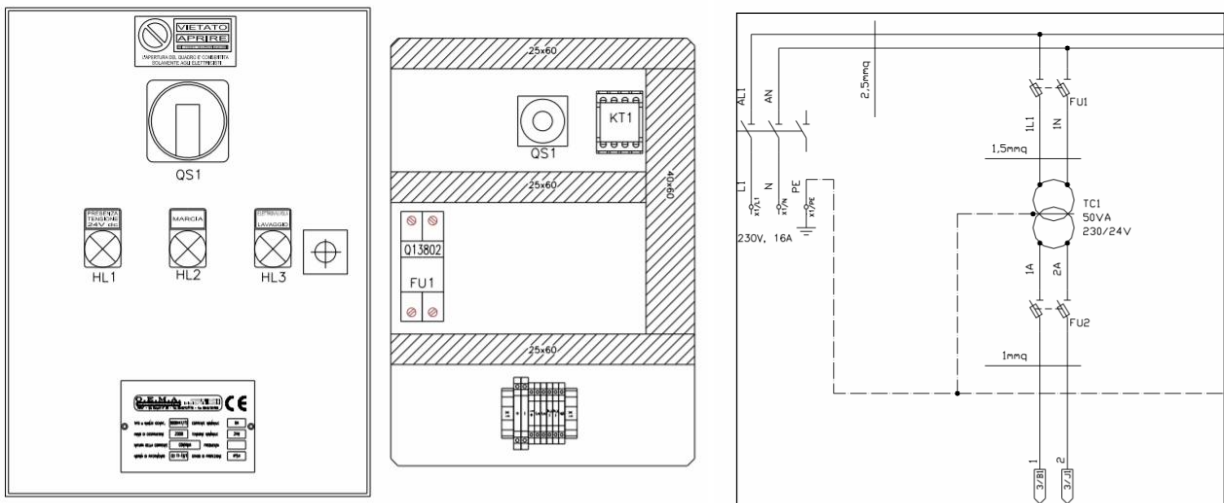


Рис. 10.1. Електрична схема панелі управління системи промивання валів 24В постійного струму-24В постійного струму

QS1 - Вимикач-роз'єднувач блокування дверцята 3x16A

FU1 - Роз'єднувач блоку запобіжників 20,3x38 із запобіжниками 6A Gg

KT1 - Таймер часу роботи ev2

HL1 - Світловий індикатор наявності напруги 24В

HL2 - Світловий індикатор запуску циклу в роботу

Відповідальна організація	Технічне узгодження Олішевський В. В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Коваленко Н. В.	Назва, додаткова назва Автоматичний контроль та управління об'єктом проектування	210750.MP.05.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/4

HL3 - Світловий індикатор ev2 увімкнено

EV2 - Електроклапан промивання валів

X1 - Клемна коробка панелі

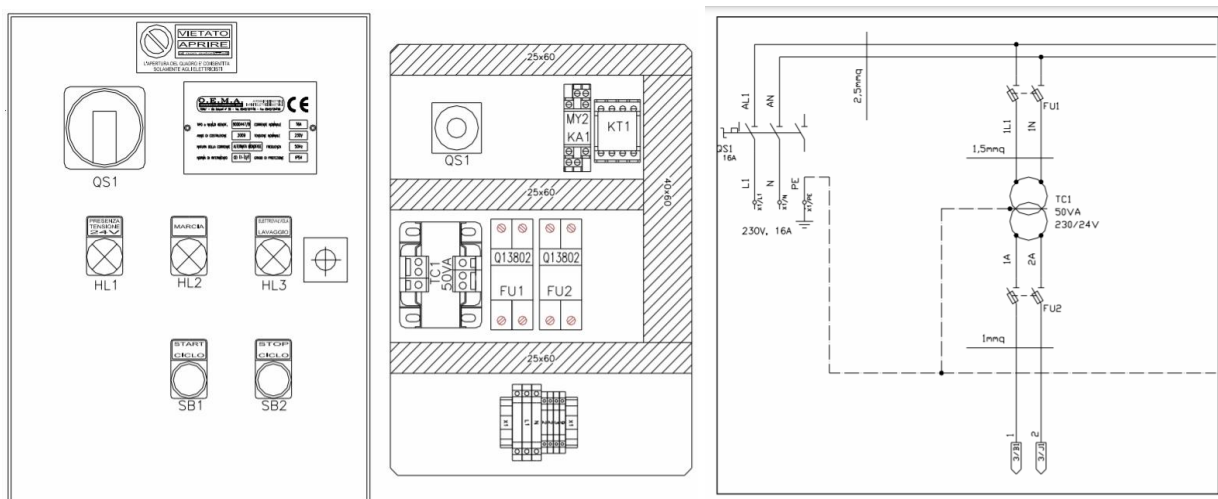


Рис. 10.2 Електрична схема панелі управління системи промивання валів 24В змінного струму-230В змінного струму

QS1 - Вимикач-роз'єднувач блокування дверцята 3x16А

FU1 - Роз'єднувач блоку запобіжників 10,3x38 із запобіжниками 2А Gg

FU2 - Роз'єднувач блоку запобіжників 10,3x38 із запобіжниками 2А Gg

TC1 - Контурний трансформатор 24В перемінного току 5.2

ІНДИКАТОРИ

На панелях управління наведених попередньо встановлені наступні світлові індикатори:

- **HL1** Сигнальний індикатор наявності напруги 24В
- **HL2** Світловий індикатор пуску циклу в роботу
- **HL3** Світловий індикатор електроклапану увімкнено

- **SB1** Кнопка пуску циклу
- **SB2** Кнопка зупинки циклу

Положення даних індикаторів зазначено у розмічальних схемах попередньо.

ВИБІР РЕЖИМІВ РОБОТИ

Панель управління системи промивання валів може працювати в автоматичному або напівавтоматичний режим.

- автоматичний режим: після підключення панелі керування до електромережі повернути вимикач-роз'єднувач **QS1** у положення 1. Цикл запущено. Зупинка циклу виконується повертанням вимикача-роз'єднувача **QS1** у положення 0.
- напівавтоматичний режим: після підключення панелі керування до електромережі, повернути вимикач-роз'єднувач **QS1** у положення 1 і натиснути кнопку **SB1**. Цикл запущено. Зупинка циклу виконується натисканням кнопки **SB2**.

Панель управління системи промивання валів 24В постійного струму – 24В постійного струму

Панель керування, що працює від 24V DC, виконує дії в автоматичному режимі.

Запуск циклу внутрішнього промивання валів має співпадати із запуском роботи завантаженого преса.

Наявність напруги підтверджується увімкненням індикатора HL1; пуск у роботу циклу

підтверджується включенням індикатора HL1; пуск у роботу електрочлапану підтверджується

увімкненням індикатора HL3. Зупинка циклу підтверджується вимкненням індикатора HL2.

10.2 Панель управління системи промивання валів 24В змінного струму – 230В/400В змінного струму

Панель управління працює від 230V/400V AC виконує дії у напівавтоматичному режимі.

Запуск циклу внутрішнього промивання валів має співпадати із запуском роботи завантаженого преса.

Наявність напруги підтверджується увімкненням індикатора **HL1**; пуск у роботу циклу підтверджується включенням індикатора **HL1** та кнопкою **SB1**; пуск у роботу електроклапану підтверджується увімкненням індикатора **HL3**. Зупинка циклу підтверджується включенням кнопки **SB2** та вимкненням індикатора **HL2**.

KA1 - Допоміжне реле команд управління циклом

KT1 - Таймер часу роботи ev2

SB1 - Кнопка пуску циклу

SB2 - Кнопка зупинки циклу

HL1 - Світловий індикатор наявності напруги 24В

HL2 - Світловий індикатор запуску циклу в роботу

HL3 - Світловий індикатор ev2 увімкнено

EV2 - Електроклапан промивання валів

X1 - Клемна коробка панелі

11. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

11.1. Загальні вимоги охорони праці

1.1. До роботи на пресах допускаються особи старше 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці, навчені безпечним методам роботи та перевірили знання в атестаційній комісії.

1.2. Працівники зобов'язані щокварталу проходити повторний інструктаж з охорони праці за професією та видами виконуваної роботи, чергову перевірку знань – щорічно.

1.3. Робітники забезпечуються спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту, відповідно до чинних норм (костюм бавовняний, окуляри захисні, черевики шкіряні з металевим носком, рукавиці комбіновані).

1.4. У процесі виконання робіт на пресах на працівника можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- ураження електричним струмом;
- Знижена освітленість на робочому місці;
- шум та вібрація;
- Підвищена запиленість повітря робочої зони;
- Підвищена температура повітря робочої зони;
- Пожежонебезпека;
- елементи обладнання, що обертаються;
- задирки, стружка, що розлітається, гострі кромки матеріалу;
- Падіння інструменту, пристроїв, механізмів преса, деталей, що ВИГОТОВЛЯЮТЬСЯ.

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський В. В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Коваленко Н. В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи з охорони праці	210750.MP.05.001 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6	

1.5. Робітники повинні дотримуватися норм підйому та переміщення вантажу вручну. Разова норма маси вантажу, що піднімається і переміщується, вручну до двох разів на годину при чергуванні з іншою роботою становить:

- Для чоловіків - до 30 кг;
- Для жінок - до 10 кг;

1.6. Механізми обладнання, що становлять небезпеку для працівників, повинні бути огорожені знімними відкидними або розсувними огорожами (кожухами) з блокуючими пристроями, що забезпечують зупинку обладнання під час знімання або відкривання огорожі та неможливість пуску при відкритій огорожі.

1.7. Частина обладнання, що обертаються, розташовані на висоті нижче 2,5 м від рівня підлоги або робочих майданчиків, повинні бути обладнані суцільними або сітчастими огорожами.

1.8. Усі пускові пристрої повинні мати написи, що вказують на їх призначення.

1.9. На маховиках мають бути стрілки – вказівники напрямку обертання.

1.10. Механізми дворучного керування повинні бути огорожені або розташовані так, щоб унеможлилювалася їх випадкове натискання, важелі керування повинні мати фіксатори, а ножні педалі керування — огорожені з трьох сторін.

1.11. Електроустаткування, що має відкриті струмопровідні частини, повинно бути розміщене всередині шаф з дверима, що замикаються, або закриті захисними заземленими кожухами при розміщенні в доступних для людей місцях.

1.12. Дворучне керування обладнання має забезпечувати включення ходу лише при одночасному натисканні механізмів керування (пускові кнопки, важелі тощо) з неузгодженістю не більше 0,5 с.

1.13. Струмopрoвідні частини обладнання, що є джерелом небезпеки, повинні бути надійно ізольовані або захищені або перебувати в недоступних для людей місцях.

1.14. Преси повинні бути обладнані з'єднувальними пристроями, що замикаються, для відключення електродвигуна під час простою або перерви в роботі.

1.15. Інструмент повинен перебувати в спеціальних інструментальних шафах, столиках, розташованих поруч із обладнанням або всередині його, якщо це є зручним, безпечним і передбачається конструкцією.

1.16. Працівники зобов'язані дотримуватися Правил внутрішнього трудового розпорядку та заходів пожежної безпеки. Забороняється на території підприємства розпивання спиртних напоїв та перебування у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння. Курити дозволяється лише у суворо відведених місцях.

1.17. При нещасному випадку негайно надати першу допомогу потерпілому і за необхідності організувати доставку їх у лікувальний заклад, зберегти обстановку якою була на момент події на початок розслідування нещасного випадку, якщо це загрожує життю та здоров'ю оточуючих працівників і створює аварійної ситуації.

1.18. Порухення вимог даної інструкції та інших інструкцій з охорони праці, спричиняє застосування заходів дисциплінарного впливу. При порушеннях, що тягнуть за собою нещасні випадки з людьми або інші тяжкі наслідки, порушники можуть бути притягнуті до адміністративної, матеріальної або кримінальної відповідальності відповідно до законодавства.

11.2. Вимоги охорони праці перед початком роботи

2.1. Отримати від керівника робіт завдання та інструктаж про безпечні методи виконання дорученої роботи.

2.2. Одягти спецодяг, спецвзуття та ЗІЗ, застебнути, волосся прибрати під головний убір.

2.3. Оглянути робоче місце, проходи, переконалися у відсутності сторонніх предметів.

2.4. Перевірити наявність та справність обладнання, механізмів керування, інструменту, пристроїв, захисних пристроїв, захисних огорож, заземлення, блокувальних пристроїв.

2.5. Перевірити достатність освітлення на робочому місці, при цьому світло не повинне зліпити.

2.6. Про всі виявлені недоліки негайно повідомити майстра і до усунення порушень роботи не приступати.

11.3. Вимоги охорони праці під час роботи

3.1. За виконання робіт на пресах працівник зобов'язаний здійснювати регулярний контроль надійності кріплення штампів.

3.2. При встановленні оснащення обладнання працівник зобов'язаний вимкнути прес і вжити запобіжних заходів проти мимовільного опускання повзуна.

3.3. У процесі роботи робітник повинен ознайомитися з станом елементів кріплення оснащення (клинів, шпонок, опорних поверхонь підштампових плит).

3.4. Застрягли штампування у верхній або нижній вставці видаляти лише за допомогою зубила, не зміцненого термообробкою, та молотка. При цьому руки повинні бути поза небезпечною зоною.

3.5. Перед установкою, оснащення робітник повинен оглянути її на відсутність дефектів (тріщин, сколів).

3.6. Забороняється заклинювати кнопку дворучного керування та виконувати роботи на пресі з однією кнопкою (важелем).

3.7. Забороняється виконувати будь-які роботи при знятому з преса захисному огороженні, а також працювати на несправному обладнанні.

3.8. При штампуванні деталей на пресі користуватися пінцетом та захисними окулярами.

3.9. Забороняється виконувати роботи на пресі без спецодягу та ЗІЗ.

3.10. Забороняється працювати в режимі одночасної роботи педалі та кнопками дворучного увімкнення.

3.11. Встановлення та знімання оснастки та пристроїв, прибирання, змащування, чищення обладнання, зміна інструменту, регулювання упорів, притисків, запобіжних та захисних пристроїв та інші роботи повинні проводитися тільки при відключеному електродвигуні установки та після повного зупинки обертових та рухомих частин обладнання.

3.12. Оглянути силову електропроводку, проводи захисного заземлення, переконається в їхній справності. Відрегулювати місцеве освітлення так, щоб робоча зона була добре освітлена, і світло не зліпило очі. Лампи місцевого освітлення повинні живитися напругою струмом до 42 В.

3.13. Усі операції з металом проводити тільки у справних рукавицях.

3.14. Забороняється вводити руки в простір між пуансоном і матрицею, а також проводити штампування матеріалу більшою завтовшки, ніж дозволено паспортом обладнання.

11.4. Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях

4.1. Негайно припинити роботу у разі ситуацій, які можуть призвести до аварії або нещасних випадків, відключити використовуване обладнання.

4.2. При виникненні пожежі, загоряння необхідно негайно повідомити пожежну охорону за телефоном 101, повідомити керівництво та приступити до гасіння вогнища пожежі наявними засобами пожежогасіння.

4.3. У разі нещасного випадку працівник повинен надати першу медичну допомогу потерпілому, викликати швидку медичну допомогу за

телефоном 103, повідомити адміністрацію про нещасний випадок, наскільки можна зберегти обстановку до розслідування причин того, що сталося, якщо це не призведе до аварії або травмування інших людей.

11.5. Вимоги охорони праці по кінці робіт

5.1. Вимкнути обладнання.

5.2. Упорядкувати робоче місце.

5.3. Інструменти та спецодяг упорядкувати та прибрати в місця зберігання.

5.4. Повідомити майстра про виконання роботи, а також про виявлені зауваження, помічені у процесі роботи з обладнанням.

5.5. Вимити руки із милом.

12. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

До питань охорони навколишнього середовища у проектах виробництва цукру відносяться в першу чергу наступні:

- Тверді відходи та побічні продукти
- Стічні води
- Викиди в атмосферу

Тверді відходи та побічні продукти

У процесі виробництва у цукровій промисловості утворюється велика кількість органічних твердих відходів та побічних продуктів (наприклад, листя тростини або бурякового бадилля, меляси при кінцевій кристалізації, фільтр-пресного осаду або дефекату, волокон багаси очерету, бруду та ґрунту, що потрапляє на завод разом з сировиною, і твердих частинок вапна від освітлення сиропу). Отримувані, головним чином, при первинній обробці сировини, ці відходи створюють також ризик у зв'язку з можливою присутністю в них залишків пестицидів. Кількість відходів, що утворюються, залежить від якості самої сировини та від її первинної очистки в поле.

Утворення відходів високої якості дозволяє здійснити вторинну переробку сировини, яка, як правило, викидається, у комерційно цінні побічні продукти (наприклад, шляхом виробництва паперу та виготовлення деревностружкових плит). До інших твердих відходів процесу виробництва цукру відноситься відпрацьований фільтруючий матеріал (наприклад, активоване вугілля, відпрацьовані іонообмінні смоли, кислоти від хімічного очищення обладнання, барда або відпрацьовані промивні води від перегонки ферментованої суміші меляси з цукровим сиропом, а також зола з агрегату парового казана).

Рекомендовані методи попередження та регулювання утворення

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський В. В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Коваленко Н. В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Охорона довкілля	210750.MP.05.001 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6	

твердих відходів під час виробництва бурякового цукру включають таке:

- Не допускати спалювання листя очерету в полі перед збирання врожаю. Обрізки цукрової тростини слід розкидати по полю для їх подальшого біологічного розкладання.

- Багасу (відходи волокон) очерету слід використовувати як паливо для отримання пари та електроенергії. Залежно від виробничих потужностей та використовуваних обсягів сировини застосування багаси як паливо може покрити потреби заводу в енергії і навіть дати надлишок електроенергії на продаж.

- Меласу можна з успіхом використовувати як вихідної сировини у таких областях:

Ферментація та виробництво органічних хімікатів

Виробництво лимонної кислоти та дріжджів

Спиртова промисловість

Виробництво органічних речовин (наприклад, етилового спирту).

- Бадилля і коренеплоди буряків (які надходять на підприємство у складі сировини та накопичуються в процесі промивання) слід використовувати як багатого енергією корму (наприклад, для жуйних тварин).

- Відходи (наприклад, головки бурякового кореня, що залишилися після процесу промивання) слід використовувати як побічні продукти і корми для тварин.

- Буряковий жом слід використовувати як корми (наприклад, для великої рогатої худоби). У сезон переробки його можна повертати на ферму вантажівками, що доставили буряки на завод.

- У процесі промивання камені необхідно відокремлювати від буряків і повторно використовувати для інших виробничих призначень (наприклад, для будівництва доріг та в будівельній промисловості).

- Очищати буряк від ґрунту та землі необхідно вже в поле перед її транспортуванням, щоб виключити ризик поширення залишків пестицидів

- Органічні речовини з промивної води та відпрацьованої при перегонці води слід використовуватиме виробництво біогазу.

- Фільтри, що залишилися від процесу освітлення сиропу та сухе вапно слід використовувати як добавки для покращення фізичних властивостей ґрунту оброблюваних земель.

- З твердих органічних речовин фільтр-пресний бруду (від промивання тростини) можна приготувати компост, з якого виходять високоякісні органічні добрива для сільськогосподарського виробництва.

Обробка та видалення осаду Рекомендовані методи обробки осаду стічних вод включають таке:

- Аеробна стабілізація або анаеробне розкладання. Аеробна стабілізація підвищує придатність осаду для використання у сільському господарстві;

- Відстоювання;

- Зневоднення осаду на шарі осушувача для малих підприємств та зневоднення за допомогою пресфільтрів та декантуючих центрифуг для середніх та великих підприємств;

- Використання осаду від концентрованого цукрового сиропу до випарювання та кристалізації (відомого як дефекат, або фільтр-пресний осад) для виробництва органічних добрив та поліпшення ґрунтів у сільському господарстві.

Стічні води

Стічні води технологічного процесу У стічних водах, що утворюються під час виробництва цукру, міститься велика кількість органічних речовин, та

тому для них характерний високий рівень біохімічного споживання кисню (БПК)₂, особливо в зв'язку з присутністю цукрів та органічних речовин, що надходять із буряка або тростини. Ті, що утворюються при промиванні сировини, що надходить, стічні води можуть також утримувати сільськогосподарських шкідників, залишки пестицидів та патогенні мікроорганізми.

Рекомендовані методи керування стічними водами включають такі заходи профілактики:

- Відділення забруднених потоків стічних вод від незабруднених потоків.
- Зниження органічного навантаження на стічні води з за допомогою заходів, що перешкоджають попаданню в потік стічних вод твердих відходів та концентрованих рідин шляхом:

Проведення попереднього сухого очищення сировини, обладнання та виробничих ділянок перед промиванням або вологим прибиранням.

Сушіння буряків, по можливості, на полях і зниження відсотка пошкоджень коренеплодів при борі та транспортуванні завдяки використанню гумових матів та фанерованих контейнерів. Використання методів сухий розвантаження буряків.

Установки та використання зливів у підлозі та збірних каналів з сітками та ситами або пастками, щоб зменшити кількість потрапляючих у стічні води твердих речовин (наприклад, иматочків буряків).

Запобігання прямому стоку у водоводи, особливо переливу резервуарів.

Очищення технологічних стічних вод

Методики очищення технологічних стічних вод галузі включають попереднє фільтрування з метою відділення фільтрованих твердих частинок, управління обсягами забруднених стоків шляхом регулювання витрати, зменшення кількості завислих твердих речовин шляхом відстоювання з використанням апаратів для освітлення, біологічну обробку, передбачає, як правило, анаеробне очищення з подальшою аеробною обробкою для зменшення кількості розчинних органічних речовин (БПК), видалення біогенних речовин для зниження вмісту азоту та фосфору, хлорування стоків, якщо потрібно дезінфекція, зневоднення та видалення осаду, деяких випадках можливе компостування або внесення в ґрунт у прийнятних кількостях осаду від очищення стічних вод. Для боротьби з неприємним запахом можуть знадобитися додаткові технічні заходи.

Методи видалення та очищення промислових стічних вод та приклади підходів до такої очистки розглядаються в Загальне керівництво з ОСЗТ. Завдяки використанню таких технологій та передової практики в галузі видалення та очищення стічних вод підприємства можуть досягти нормативних показників щодо скидання стічних вод для цієї галузі промисловості.

Викиди в атмосферу

Викиди в атмосферу при виробництві цукру в першу чергу пов'язані з частинками, що утворюються в парових котлах, що працюють на спалюванні жому (багаси), пилом з під'їзних доріг та ділянок без дорожнього покриття та операціями сушіння чи упаковки цукру. Крім того, при переробки буряків та його зберігання у складських приміщеннях утворюється своєрідний запах. Освітлення бурякового заводського сиропу супроводжується солодким запахом, який може викликати роздратування. Недостатня очищення сировини може призводити до ферментування сиропу, у своїй також утворюється неприємний запах.

Частинки та пил

Рекомендовані методи придушення чи контролю виділення частинок включають таке:

- Для досягнення нормативних показників щодо викидів в атмосферу, що відповідають значенням для спалювання твердих палив, наведених у Загальному посібнику з ОСЗТ, слід використовувати парові котли, що працюють на спалюванні жому (багаси).

Стандартні методи контролю включають модифікацію котла або впровадження додаткових пристроїв контролю (наприклад, циклонів для відхідних газів, тканинних фільтрів або електростатичних пиловловлювачів, мокрих скрубєрів та місцевих систем рециркуляції) уловлювання золи та рециркуляції води з метою попередження викидів часток з:

- Використання мокрих скрубєрів для видалення пилу у процесі сушіння та охолодження цукру.

- Зменшення кількості пилу, що здувається з доріг і ділянок за допомогою очищення та підтримки достатнього ступеня зволоження.
- Встановлення систем вентиляції з фільтрами на засобах транспортування сухого цукру та на обладнанні для пакування цукру.

Вихлопні гази

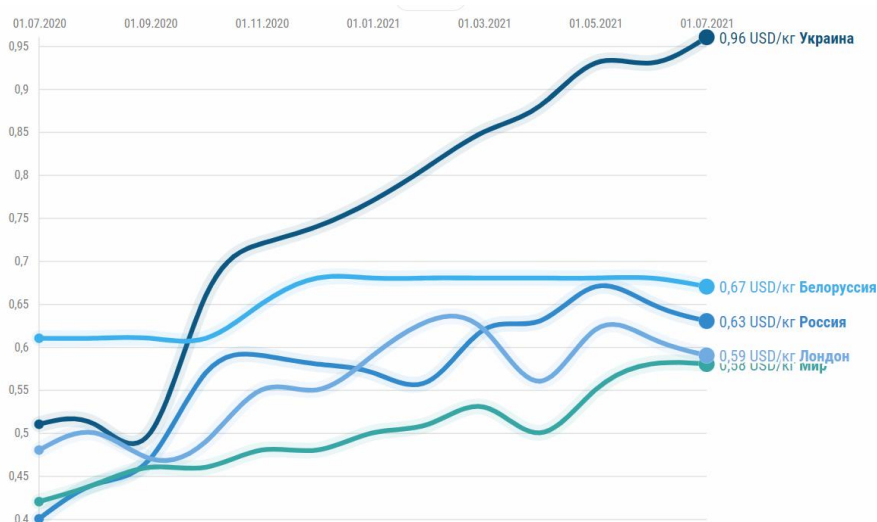
При виробництві цукру основним джерелом викидів у атмосферу є викиди вихлопних газів, органічних речовин, що утворюються при спалюванні в котлах для виробництва електроенергії та тепла. При виборі та закупівлі будь-якого обладнання необхідно враховувати його технічні характеристики, що відносяться до викидів у атмосферу.

Вказівки щодо боротьби з викидами в атмосферу від малих джерел спалювання з тепловою потужністю до 50 МВтч тепл., включаючи стандарти для викидів в атмосферу вихлопних газів, наведені в Загальному посібнику ОСЗТ. Інформація про викиди в атмосферу від джерел спалювання потужності понад 50 МВтг тепл. див. у Загальному посібнику з ОСЗТ для теплових електростанцій.

13. МАРКЕТИНГОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Протягом останнього маркетингового року почалося різке зростання цін на вітчизняний цукор. Як основна причина зростання цін виробники вказують зниження врожайності цукрових буряків на 7,8% та скорочення відповідної посівної площі на 2,7%.

Насправді, зниження врожайності могло призвести до зростання цін на цукор, але насправді цей продукт подорожчав на 70-90%, тому не виключено, що виробники цукру маніпулюють цінами.



13.1. Ціни на цукор в Україні, Росії, Білорусії, Лондоні та у світі., дол/кг.

За даними Мінфіну, індекс споживчих цін на цукор у серпні 2021 року становив 103,85%. Порівняно із липнем середні ціни зросли на 3,85%. А у липні цього року цей показник становив 107,96% порівняно з червнем.

Звичайно, таке різке і необгрунтоване підвищення цін на цукор негативно позначається на суміжних галузях. І, як наслідок, виробники кондитерської, хлібопекарської, молочної та консервної промисловості готові перенести свій бізнес до інших країн, де ціни на сировину більш вигідні та ринковий.

Відповідальна організація	Технічне узгодження Олішевський В. В.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа	Розробник документа Коваленко Н. В.	Назва, додаткова назва Маркетингове обгрунтування проекту	210750.MP.05.001 ПЗ				
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/3	

Невдала спроба вирішити ситуацію

Ситуація стала настільки критичною, що 5 квітня 2021 року Антимонопольний комітет України (АМКУ) порушив справу проти найбільших виробників цукру – групи компаній «Астарта», яка збільшила свій прибуток у першому півріччі 2021 року у 12 разів (у порівнянні з першим півріччям 2020 року) та ТОВ «Радехівський цукор» за ознаками антиконкурентних узгоджених дій на ринку первинної реалізації білого (бурякового) цукру. В АМКУ стверджують, що з вересня 2020 року компанії такими діями підвищили оптові ціни. А за вересень-листопад минулого року вартість цукру в Україні збільшилась у середньому на 48%.

Конкуренція та втрата експорту

Поточна ситуація є такою, що українські компанії, які використовують цукор для виробництва своєї продукції, не можуть купувати його на внутрішньому ринку. А купівля цього товару на зовнішніх ринках робить таку покупку економічно недоцільною через завищені ставки мит (50% від вартості) та недостатні імпорتنі квоти.

На сьогоднішній день кабальні умови закупівлі цукру вдарили насамперед по виробниках згущеного молока. У структурі собівартості згущеного молока близько 50% посідає цукор.

За такого стану справ виробники молочних консервів змушені як підвищувати ціни споживачів, а й скорочувати кількість робочих місць, і навіть знижувати собівартість продукції. В результаті українські підприємства стають неконкурентоспроможними на світових ринках, що призводить до скорочення експорту. Тим часом цукрові заводи підраховують прибуток, українські виробники кондитерських виробів йдуть з міжнародних ринків, поступаючись місцем компаніям з Росії та Білорусії.

Вихід є – заходи регулювання

Цукровоорієнтовані галузі можуть урятувати лише адекватні комплексні заходи з боку держави, а саме: перегляд політики щодо імпорту цукру в частині мит на створення ринкових умов закупівлі цукру; встановлення тимчасової нульової квоти на імпорт цукру до України; більш продуктивна робота АМКУ, спрямована на з'ясування причин та якнайшвидше вирівнювання цін; встановлення тимчасового регулювання ціни цукор вручну.

Якщо не вжити термінових заходів регулювання, критична ситуація на ринку цукру може вдарити у всій економіці України. Уся галузь перебуває під загрозою зникнення.

ВИСНОВКИ

Проведено дослідження підвищення ефективності вилучення цукрози з бурякової стружки шляхом удосконалення дифузійно-пресової технології екстрагування сахарози та процесу пресування свіжого жому.

Проведена модернізація передбачає розробку пристрою для підвищення ступеня зневоднення свіжого жому в вертикальній завантажувальній шахті двохшнекового горизонтального преса глибокого віджиму та повернення отриманої жомопресової води в дифузійний апарат.

На основі моделювання процесу видалення вологи зі свіжого жому через перфоровану вставку отримані залежності визначення основних закономірностей та параметрів, які дозволяють визначити осьове зусилля і тиск на жомову масу, що розвивається під шаром стовпа жому та живий переріз перфорованої вставки в завантажувальній шахті преса, її пропускну здатність та швидкість перебігу рідкої фракції через отвори вставки.

Встановлено покращення структурно-механічних властивостей свіжого жому, в результаті чого зберігається цілісність структури під час пресування, зменшується перехід нецукрів в жомопресову воду, підвищується якість екстрагенту, дифузійного та очищеного соку, що, зрештою, гарантує скорочення енерговитрат на технологічні потреби виробництва.

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський В. В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Коваленко Н. В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	210750.MP.05.001 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1	

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підруч. для студентів ВНЗ / Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та ін. Вінниця : Нова книга, 2007. 648с.

2. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. Вінниця: Нова книга, 2004. 288с.

3. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум: навч. посіб. / за ред. В.Г. Мирончука. К : НУХТ, 2017. 162с.

4. Заплетніков І.М., Мирончук В.Г., Кудрявцев В.М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв : навч. посіб. Київ : «Кафедра», «Центр учбової літератури», 2012. 344 с.

5. Чепелюк О.О., Єщенко О.А., Доломакін Ю.Ю. Гігієнічні вимоги до проектування обладнання харчових виробництв: підруч. Київ : НУХТ, 2017. 311 с.

6. Сухенко Ю.Г., Литвиненко О.А., Сухенко В.Ю. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв : підруч. для студентів ВНЗ Київ : НУХТ, 2010. 547 с.

7. Загальні технології харчових виробництв: підручник / В.А.Домарецький, П.Л.Шиян, М.М.Калакура, Л.Ф. Романенко; Київ : НУХТ, 2010. 814 с.

8. Справочник механика пищевой промышленности / А.И. Соколенко иа ін. ; Арт Эк. Київ, 2004. 304 с.

9. Ткаченко С. Й., Співак О. Ю. Сушильні процеси та установки: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2007. 76 с.

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський В. В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Коваленко Н. В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаних джерел	210750.MP.05.001 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3	

10. Чагин О. В., Кокина Н. Р., Пастин В. В. Оборудование для сушки пищевых продуктов. Иваново : Иван. хим.-технол. ун-т; 2007. 138 с.

11. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посібник / П.С.Берник, З.А.Стоцько, І.П.Паламарчук, В.В.Яськов. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. – 336 с.

12. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств: учебник для вузов : в 2-х кн. / под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. Москва : Высшая школа, 2001. 1383 с.

13. Огляд методів сушки плодоовочевої сировини / В. С.Калина та ін. *Праці ТДАТУ*. 2019. Випуск VI. С.68с.

14. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD. Київ : Каравелла, 2006. 334 с.

15. Інтенсифікація тепло- масообмінних процесів в харчових технологіях / А.І.Соколенко та ін. ; Фенікс. Київ, 2011. 536 с.

16. Валентас К.Дж., Ротштейн Є., Сингх Р.П. Пищевая инженерия : справочник с примерами расчетов. Москва : ДеЛи принт, 2004. 848 с.

17. Теплообмінні процеси та обладнання переробного та харчового виробництва: навчальний посібник / І.П.Паламарчук та ін. ; Бескид Біт. Львів, 2006. 368 с.

18. Ганин, Н. Проектирование в системе КОМПАС–3D. Санкт-Петербург: Питер, 2008. 448 с.

19. Хомяков А. П. Процессы и аппаратное оформление производств для получения порошкообразных химических веществ : автореф. дис. ...канд. техн. наук : 05.17.08. Екатеринбург, 2007. 49 с.

21. Остриков А.Н., Абрамов О.В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств: учебник Санкт-Петербург : ГИОРД, 2003. 352 с.

22. Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Частина 2. Вимоги щодо гігієни: ДСТУ EN 1672–2–2001. [Чинний від 2003–01– 01]. Київ : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. 32 с. (Національний стандарт України).

23. EHEDG Document No.8, Second Edition. Hygienic equipment design criteria. / G. Hauser, G.J. Curiel, H.-W. Bellin at al. 2004. 14 p.

24. Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги : ДСТУ 4161 – 2003. – [Чинний від 2003-07-01.]. Київ : PELTA.ORG, 2003. 13 с. (Національний стандарт України)

25. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга : ДСТУ ISO 22000:2007. – [Чинний від 2007–08–01.]. Київ : PELTA.ORG, 2007. 30 с. (Національний стандарт України).

26. Кодекс Алиментариус. Гигиена пищевых продуктов [Пер. с англ.]. Москва : Весь Мир, 2007. 123 с.

27. Hygiene in food processing / H.L.M. Lelieveld, M.A. Mostert, J. Holah, V.White at al. Boston: CRC Press, 2003. 389 p.

28. Оформлення бібліографічних посилань у наукових роботах : методичний poradnik / автори-укладачі: І. Костина, В. Каленська, О. Олабоді ; ред. Н. Левченко. – Київ : Науково-технічна бібліотека Національного університету харчових технологій, 2017. – 31 с.

29. Методичні рекомендації до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізації «Обладнання переробних і харчових виробництв» ден. та заоч. форм навчання [Електронний ресурс] / Уклад. В.Г. Мирончук, С.Ю.Лементар, О.А.Єщенко – К.: НУХТ, 2018. – 41 с.