

**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)

« ___ » _____ 20__ р.

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

« ___ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ 133 «Галузеве машинобудування»
освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв
на тему Модернізація вертикального жомового пресу А2-ППВ з метою
збільшення ступеня зневоднення жому

Виконав: здобувач IV курсу, групи ОХ-4-8ск

_____ **Ковтун Радіон Вадимович**
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник: Якобчук Роман Леонідович
(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 – 2022р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП
проф. Якимчук М.В.

“ ____ ” _____ 2022 року

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

Ковтун Радіон Вадимович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація вертикального жомового пресу А2-ППВ з метою збільшення ступеня зневоднення жому

керівник проекту (роботи) Якобчук Роман Леонідович, доц., кандидат тех. наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» березня 2022 р. № 167-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «01» червня 2022р.

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

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

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

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

Загальний вигляд обладнання – 1...2 аркуші; Складальні одиниці обладнання, вузли – 2...3 аркуші; Технологія машинобудування – 1 аркуш.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: «31» 03. 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	04.04.2022р.	
2	<i>Вступ</i>	08.04.2022р.	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	15.04.2022р.	
4	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	22.04.2022р.	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	22.04.2022р.	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	29.04.2022р.	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	06.05.2022р.	
8	<i>Розрахункова частина</i>	13.05.2022р.	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	13.05.2022р.	
10	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	20.05.2022р.	
11	<i>Опис системи управління</i>	20.05.2022р.	
12	<i>Заходи з охорони праці</i>	27.05.2022р.	
13	<i>Висновки</i>	27.05.2022р.	
14	<i>Список використаних літературних джерел</i>	27.05.2022р.	
15	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А1</i>	27.05.2022р.	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.06.2022р.	

Здобувач _____
(підпис)

Радіон КОВТУН
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Роман ЯКОБЧУК
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

У представленій кваліфікаційній роботі розглянуто напрями модернізації вертикального жомового пресу А2-ППВ для забезпечення збільшення ступеня зневоднення жому.

У роботі розглянуто та проведено аналіз обладнання аналогічного призначення, проведені розрахунки основних конструктивних елементів та технологічного процесу, представлено технологічний маршрут виготовлення деталі пресу та висвітлено основні кроки при монтажі, ремонті і експлуатації жомового пресу та дотримання техніки безпеки та охорони праці.

Розрахунки, шляхи модернізації, що висвітлені в кваліфікаційній роботі представлені у пояснювальній записці до неї, а конструкція пресу та його елементи – на креслениках графічної частини.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кодтун Р.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	200377.КР.14.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

SUMMARY

In the presented qualification work the directions of modernization of the vertical pulp press A2-PPV for ensuring increase of degree of dehydration of pulp are considered.

The paper considers and analyzes the equipment for similar purposes, calculates the main structural elements and technological process, presents the technological route of production of press parts and highlights the main steps in installation, repair and operation of pulp presses and safety and health.

Calculations, ways of modernization, covered in the qualification work are presented in the explanatory note to it, and the design of the press and its elements - in the drawings of the graphic part.

ЗМІСТ

	стор.
Анотація.....	3
Вступ.....	6
1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі.....	9
2. Техніко-економічне обґрунтування.....	21
3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту.....	23
4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання.....	27
5. Вибір конструкційних матеріалів.....	32
6. Розрахункова частина.....	33
7. Технологічний маршрут виготовлення деталі.....	48
8. Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту.....	61
9. Опис системи управління.....	70
10. Заходи з охорони праці.....	72
Висновки.....	78
Список використаних літературних джерел.....	79
Специфікації.....	81

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кодтун Р.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	200377.КР.14.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук В.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

ВСТУП

В Україні виробничий сезон переробки цукрових буряків врожаю 2020 року розпочали 33 цукрових заводи, як і минулого року. Але роботу розпочали на 3 тижні пізніше, в порівнянні з минулим роком. Причиною цього стала посуха в більшості регіонів України, що ускладнювала процес збирання врожаю.

Серед характерних ознак сезону можна відзначити зниження цукристості (16,14% проти 17,90% минулого року) та врожайності до 42,5 т/га (46,1 т/га в 2019 році) через несприятливі погодно-кліматичні умови протягом вегетаційного періоду. Враховуючи цей фактор, плюс скорочення посівних площ під цукровими буряками (216 тис. га в поточному році проти 222 тис. га в 2019) виробництво цукру в 2020/2021 МР зменшилося на 22,3% і становить 1,150 млн т.

Цукровий ринок носить циклічний характер і це абсолютно звичайна ситуація для ринку, коли декількарічний профіцит змінюється дефіцитом і так по колу. Чотири роки тому вітчизняні виробники успішно скористались світовим дефіцитом і вийшли на міжнародну арену, як потужний гравець. Потім ситуація в світі, відповідно в Україні, змінилась і виробники уже підлаштовувались під нові умови. Ринок постійно змінюється, враховуючи коливання валютного ринку, а тепер ще й пандемію, стан в бурякоцукровій галузі на сьогоднішній день доволі напружений.

Останні три роки спостерігається скорочення посівних площ під цукровими буряками, кількість працюючих заводів також скорочується. У результаті маємо і скорочення виробництва та експортного потенціалу: в 2018/2019 МР українські виробники експортували 409,8 тис. т цукру, 2019/2020 МР – 103,6 тис. т.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Якимчук Р.Л.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Кобтун Р.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	200377.КР.14.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

Враховуючи світові тенденції і прогнозований дефіцит цукру можемо спрогнозувати, що виробники захочуть відновити позиції на міжнародній арені і спробують наростити виробництво цукру, але про збільшення посівних площ говорити ще рано і більш точні прогнози можна отримати перед стартом весняно-польових робіт.

Головні фактори, на які звертають аграрії, приймаючи рішення щодо сівби цукрових буряків, у першу чергу — вартість цукру на ринку, вартість насінневого матеріалу, добрив, засобів захисту рослин, а також вартість паливно-мастильних матеріалів.

За 2020 рік українські виробники експортували 104 тис. т цукру, що на 56% менше, в порівнянні з попереднім роком. Як уже говорив, для того, щоб посилити присутність на міжнародній арені, потрібно наростити виробництво цукру, а для цього необхідні відповідні ринкові умови, підтримка держави та якісна продукція. Над всім цим активно працюють виробники та Асоціація.

Останні три роки були нелегкими для виробників цукру, адже підприємства працювали практично на межі збитковості: в той час, коли світові ціни на цукор стабільно падали, ціни на супутні матеріали для виробництва цукру (газ, електроенергія, вапно, вартість сировини та модернізація підприємств) стабільно росли. Це призвело до скорочення посівних площ і виробництва цукру в цілому.

Знову ж таки, враховуючи прогнозований світовий дефіцит цукру і суттєве скорочення виробництва цукру в Україні, досить природньо прогнозувати підвищення цін на цукор. За нашими оцінками, можливе здорожчання від 4 до 6%.

У кожного підприємства буде своя собівартість виробництва, яка вираховується і від витрат на супутні матеріали, логістики і самих затрат на

виробництво. Проте, з впевненістю можна сказати, що в цьому році майже всі виробники відчували брак сировини і виробничий сезон скоротився на 30 днів. Це також збільшує собівартість.

Станом 5 лютого оптово-відпускні ціни на цукор знаходяться на рівні 19,30-21,00 грн/кг.

За даними Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства, баланс 2020/2021 МР оцінюється, як критично напружений, а об'єм внутрішнього ринку становить 1,2 млн т цукру.

Враховуючи геополітичну ситуацію в країні, світові тенденції «правильного харчування», споживання цукру населенням із кожним роком падає: 38 кг/особу в 2010 році і 28,8-28,5 кг/особу в 2020/2021 МР.

На сьогодні галузь потребує державної підтримки. Абсолютно всі заводи потребують оновлення, щоб забезпечувати і внутрішній, і зовнішній ринок якісною продукцією. Для цього ми неодноразово наголошували на необхідності відміни мита на імпорт обладнання для цукрового виробництва. Така програма дозволить підприємствам цукрової галузі збільшити ефективність роботи, підняти інвестиційну привабливість та не допустить зниження конкурентної спроможності вітчизняної продукції.

У першу чергу зниження ставки ПДВ до 14% зменшить податкове навантаження на виробників цукросировини, що дозволить зменшити вартість сировини на суму зниження ПДВ для виробників цукру.

Прибутковість вирощування цукрових буряків, їх продажі та доходи бюджету залишаться без змін. Проте цукрові заводи зможуть заощадити 6% витрат під час закупівлі сировини за рахунок менших податкових зобов'язань виробника.

Преси в цукровій промисловості застосовуються для віджиму і пресування сирого жому, брикетування жому і отримання цукру-рафінаду.

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

1.1 Машинно-апаратурна схема відділення або дільниці

На рисунку 1.1.1 наведена апаратурно-технологічна схема, транспортування та очищення буряку із застосуванням найбільш поширеною на заводах кулачкової бурякомийки.

При великій забрудненості буряка і достатньої довжини естакадного гідротранспортера на ньому розміщують ще одну очисну станцію, яка складається з пульсуючого шибера 1, соломогичковловлювача 2, і каменевловлювача 3.

Перед потраплянням в бурякомийку 6, буряководяна суміш проходить водовідділювач 5, на якому від буряка відокремлюється транспортерна вода, хвостики і куски буряку, а також пісок і камення. З бурякомийки буряк потрапляє на другий водовідділювач 13, де ополіскується хлорованою водою з форсунок 9. Вода в форсунки подається насосом з дозуючої установки 7. Після водовідділювача буряк елеватором 12 направляється на контрольний транспортер 10 з злектромагнітним сепаратором для уловлення феромагнітних домішок і далі на автоматичні ваги 11 перед бурякорізками. Вловлення в бурякомийці пісок і камені транспортером 19, видаляються з заводу. На цей же транспортер надходять домішки, затриманого в каменевловлювачі 3

Транспортерна вода з хвостиками і шматками буряку з водовідділювача 5 зливається у хвостиковловлювач 4, звідки вода потрапляє в жолоб 14, яким вона направляється в збірник 3.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р.Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковтун Р.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	200377.КР.14.001 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/12

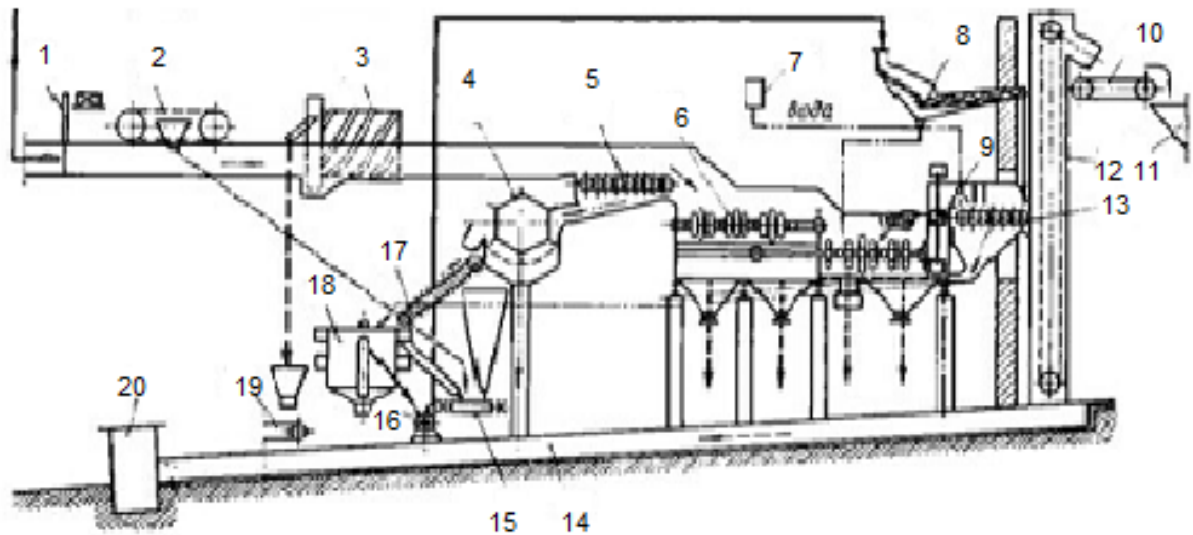


Рисунок 1.1.1 Апаратурно-технологічна схема бурякопереробного відділення

З хвостовловлювача хвостики і домішки надходять на сортувальний пристрій - класифікатор 17. З нього хвостики скочуються в мийку 18 (сюди ж надходить вода з водовідліювача 13), а домішки на транспортер 15, на який направляють також плаваючі домішки з мийки для хвостиків і бурякомийки. З мийки 18, хвостики з водою насосом 16 подають в шнековий водовідвід 8, де від хвостиків відділяється вода, яку повертають у бурякомийку. Хвостики з елеватора 12, прямують разом з буряком на ваги 11. Залежно від конкретних умов заводу схема транспортування та очищення буряка може мати ті чи інші особливості.

1.2 Характеристика обладнання відділення

Прес призначений для віджимання жому, що надходить з дифузійних установок, до змісту сухих речовин 18-21%. Прес типу А2-ППВ (рис. 1.2.1.) складається з наступних основних вузлів: шнека, розвантажувального пристрою, бункера, кожуха, шахти, ситового пояса, колектора, приводу, маслонасосні установки та електрообладнання.

Вузли преса монтуються на литій прямокутній фундамента́ній плиті, яка має центральний отвір для проходу шнека і отвори під фундамента́льні болти для кріплення на міжповерхове перекриття. На плиті встановлений бункер 3, у верхній частині якого є маточина для кріплення опори шнека і приводу 4.

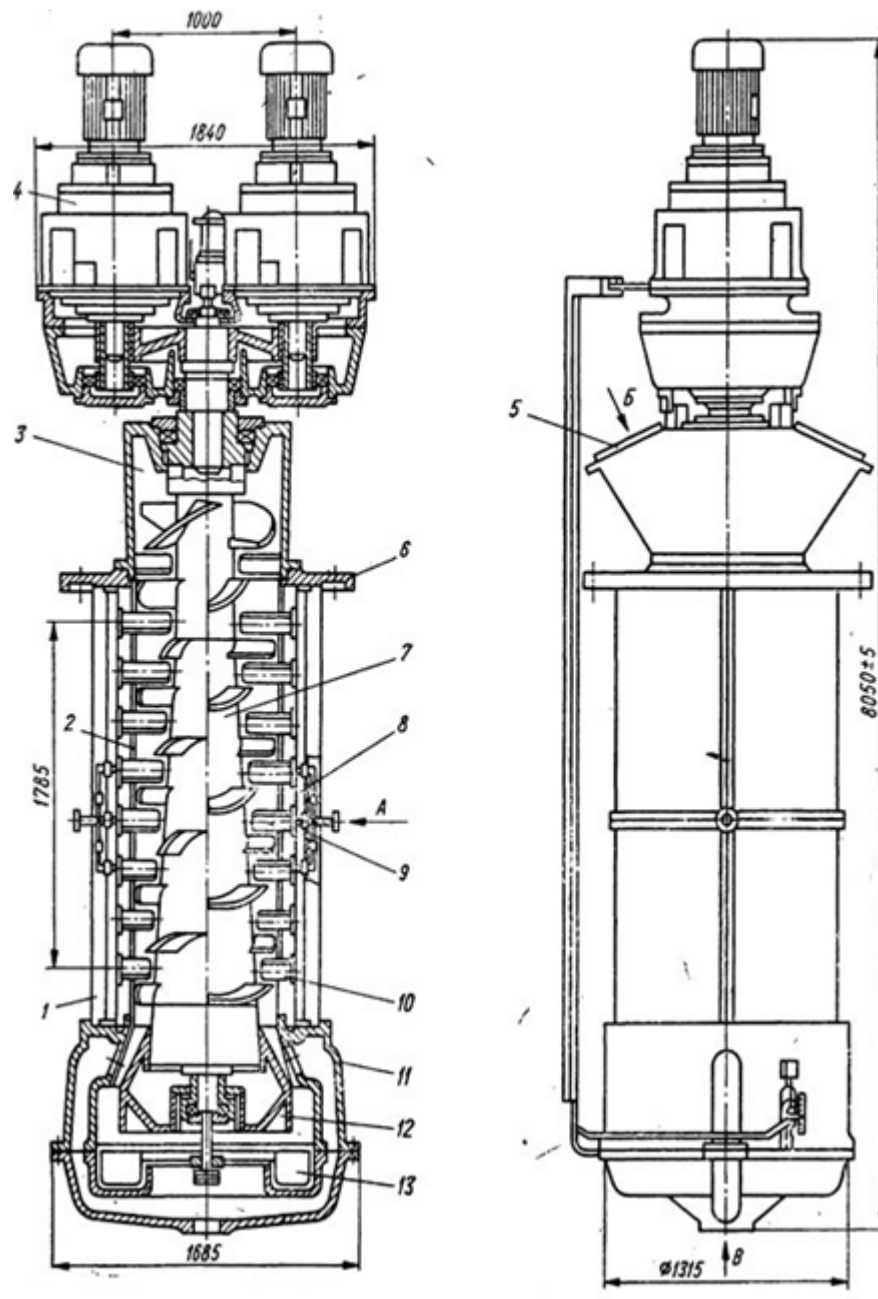


Рисунок 1.2.1. Вертикальний жомовий прес А2-ППВ

Циліндричне сито 2 і кожух 1 верхніми фланцями кріпляться до фундаментної плити, нижніми - до корпусу розвантажувального пристрою, яке з'єднане з фундаментною плитою за допомогою двох стяжок 8.

Ситовий пояс складається з двох циліндричних перфорованих сит з вирізами для проходу контр лап. Вузол розвантаження складається з корпусу 7, рухомого регулюючого конуса 12, нижнього колектора жомопресової води і згрібаючого механізму жому 13. Шнек 7 є конусний порожнистий решітчастий вал, відлитий з чавуну разом з трьохзаходними витками. У проміжках між витками гвинта закріплені сита. Витки по висоті мають прорізи. Для проходу дев'яти пар радіально розташованих контрлап 10. У середні три ряди контр лап підводиться пар з колектора 9 для підігріву холодного жому. На нижній цапфі шнека закріплений рухомий регулюючий конус. За допомогою гідросистеми конус може переміщатися у вертикальному напрямку.

Сирий жом, який містить близько 6,5% сухих речовин, по двох шахтах 5, розташованим діаметрально протилежно, надходить в приймальний бункер і захоплюється витками шнека. Переміщаючись вниз, жом віджимається, жомопресова вода проходить крізь ситовий пояс в закожушне простір і всередину порожнистого валу. Далі жомопресова вода стікає в нижній колектор і по трубопроводу направляється у пульповловлювач. Ступінь віджимання жому регулюється положенням рухомого регулюючого конуса, який залежить від тиску в гідросистемі та кількості що надходить жому у прес.

Відпресований жом потрапляє в розвантажувальній пристрій колектора розвантаження, захоплюється лопатками вивантажувального механізму, транспортується по кільцевому пазу і вивантажується в нижній отвір в дні кільцевого паза. Розвантажувальний механізм закріплений на валу шнека і обертається разом з ним.

Технічна характеристика преса типу А2 - ППВ

Продуктивність, т / добу	550-700
Вміст сухих речовин у відтисненому жомі,%.....	8-21
Мотор-редуктор.....	МП02-26ВК-66, 5-17 / 22
Електродвигун:	
тип	А02-62 -4
потужність, кВт	17
кількість електродвигунів, шт	2
Зовнішній діаметр шнека преса, мм	800
Частота обертання шнека, хв-1	0,073
Підтримання заданого ступіню віджиму.....	Автоматичне
Максимальний тиск в гідросистемі, МПа.....	10
Ступінь нерівномірності подачі невіджатого жому,%.....	25
Габаритні розміри, мм:	
довжина	2000
ширина	1600
висота	6050
Маса, кг	9000

Прес призначений для віджимання жому, що надходить із дифузійних установок, до вмісту сухих речовин 20-25%.

Прес А4-ПВЖ-Б (Рисунок 1.2.2.) встановлюється на балках міжповерхового перекриття за допомогою двох лап корпусу 7, що є звареною конструкцією. На корпусі встановлюється приймальна шахта 8 і привід шнека, що здійснюється від двох вертикальних синхронно працюючих моторів-редукторів 9, що передають обертання через муфти 17 і шестерні приводні 15 на зубчасте колесо 14 шнека.

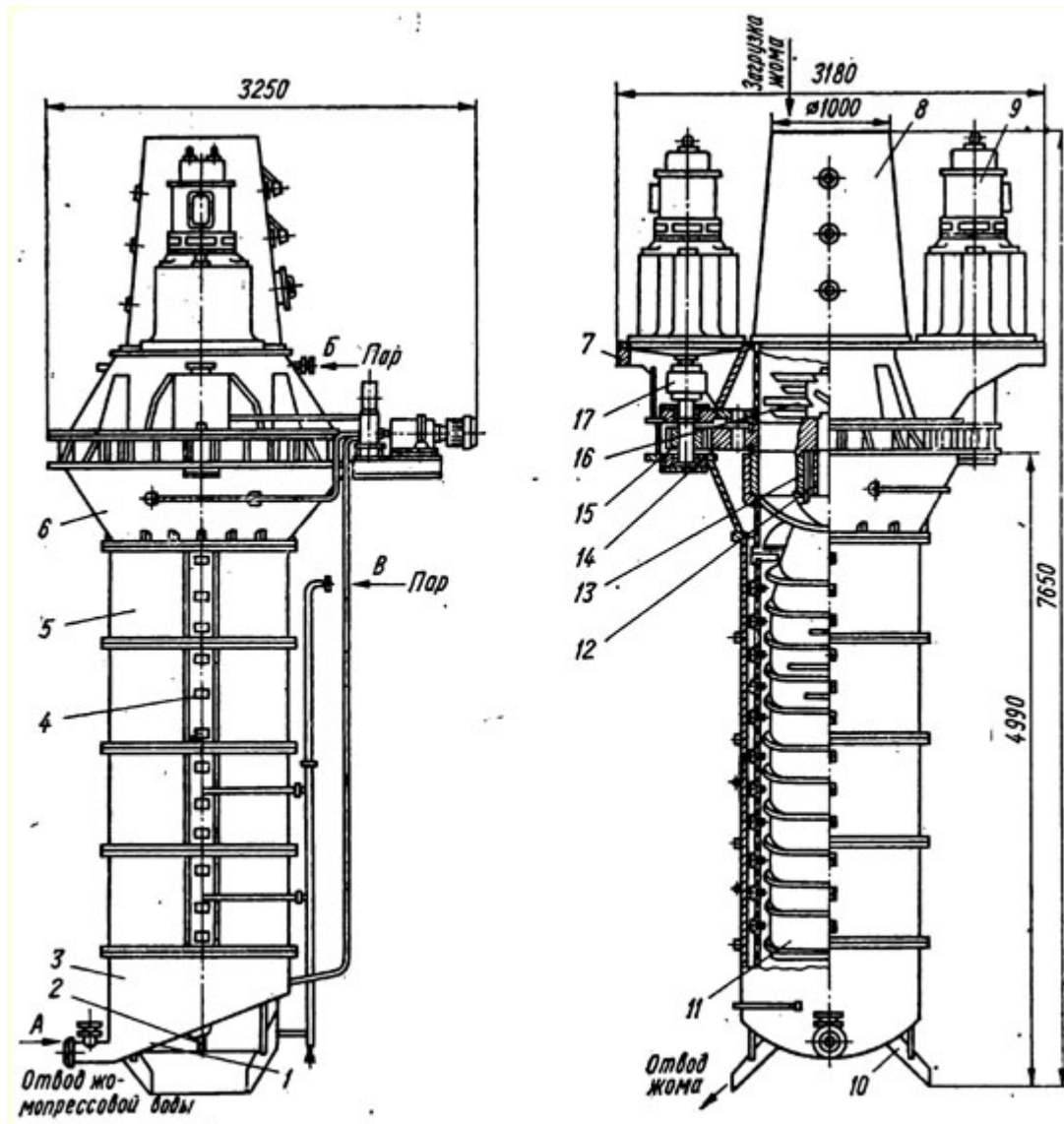


Рисунок 1.2.2. Прес вертикальний жомовий типу А4-ПВЖ-Б

Шнек I є зварною конструкцією, що складається з перфорованого порожнистого корпусу з навареними на ньому витками. На верхній цапфі шнека розташоване зубчасте колесо зі спицями для попереднього віджимання жому. На зубчастому колесі встановлена крильчатка 16, яка служить для попереднього видалення води з жому, а також живильник шнека. Нижня цапфа шнека обертається у чавунній втулці нижньої опори. Між витками шнека до корпусу кріпляться сита з отворами різних діаметрів залежно від ступеня відтискання жому.

Верхня опора 6 складається з корпусу та литої чавунної хрестовини 13, закріпленої в корпусі. У хрестовину запресована чавунна втулка, в якій

обертається верхня цапфа 12 шнека, а також вмонтовані два упорні шарикопідшипники. Чавунна хрестовина має шість лопатей, розташованих під кутом 45° до горизонтальної площини. Лопаті призначені для попереднього ущільнення жому перед шнеком.

Між верхньою та нижньою опорами розташовані царги 5, що складаються з перфорованих обіцянок. По всій висоті шнека в царгах встановлені контрножі 4 для усунення можливості повертання жому разом зі шнеком. У нижній опорі 3 вмонтовано пристрій 2 для підйому шнека, що складається з гвинта, на кінці якого встановлена чавунна тарілка, при обертанні гвинта, що упирається в нижню цапфу шнека.

Сирий жом надходить у приймальну шахту преса і, проходячи послідовно крильчатку, зубчасте колесо і чавунну хрестовину, потрапляє у простір між шнеком та циліндричним ситом. Проходячи вниз по кільцевому зазору, що звужується, жом віджимається, причому жомопресова вода йде через циліндричне сито і через сито порожнього вала шнека.

У нижній частині преса є патрубок 1 видалення жомопресової води і прорізи 10, через які видаляється віджатий жом.

Технічна характеристика преса типу А4-ПВЖ-Б

Продуктивність, т/добу.....	400-1250
Вміст сухих речовин у віджатому жому, %.....	20-25
Частота обертання шнека, с*-1.....	0,02 - 0,07
Внутрішній діаметр сит, мм.....	1200
Мотор-редуктор.....	MP2-1600-40/32
Електродвигун:	
Тип.....	П-92

На чавунній плиті 3 преса, розташованої на швелерах (Рисунок 1.2.3.), встановлені кронштейни приводу, кожух 13 і підвісні болти 14. Порожнистий конічний вал 7, на поверхні якого закріплені шнекові лопаті, верхній і нижній шийками встановлений в спеціальних трас.

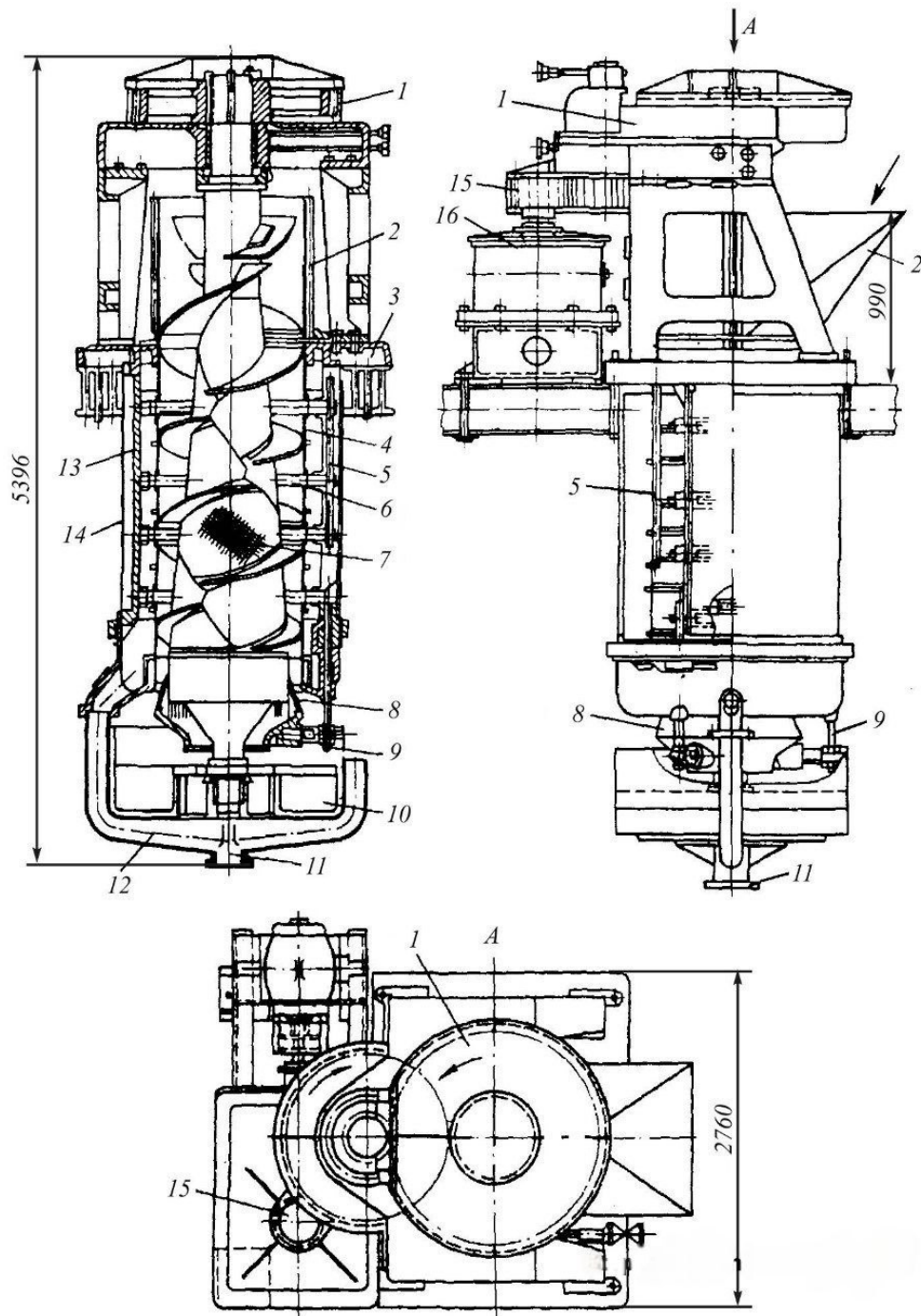


Рисунок 1.2.3. Вертикальний шнековий прес ПВЖ-60

Нижня траверса підвішена до плити за допомогою підвісних болтів 14. Над плитою розташована приймальна лійка 2, а під нею – циліндричне рознімне сито з конічними отворами розміром 3/5 мм.

На кожусі корпусу з двох протилежних сторін розташовані порожнисті контрапи 6. Вони входять у проміжки між окремими лопатями шнековими і

перешкоджають обертанню жому разом зі шнеком. У контрлапах виконані отвори, через які проходить пара, що підводиться трубопроводом 5.

У нижній частині циліндричного сита розташоване рухоме сітчасте сіто конічне 8, яке можна піднімати або опускати за допомогою болтів 9, для цього на них встановлені контргайки. Зміною відстані між конусом 8 та нижньою частиною циліндричного сита регулюється ступінь віджиму жому.

Вал преса приводиться у обертання від електродвигуна через редуктор 16 і дві пари зубчастих циліндричних передач 1 і 15.

Жом, що підлягає пресуванню, надходить у вирву 2 і верхніми лопатями шнека прямує вниз у простір з меншим поперечним перетином, де відбувається віджимання води з жому.

Одна частина відпресованої води виходить через отвори циліндричного сита, інша — через порожнистий вал. Відпресована вода каналом 12 і штуцеру 11 направляється в дифузійну установку.

Віджаний жом, що виходить через щілину, утворену конічним 8 і циліндричним ситом 4, відводиться з скребками преса 10. Для нормальної роботи преса зазор між циліндричним ситом і лопатями шнековими повинен бути не більше 2 мм. Окрім пресів ПВЖ-60 на вітчизняних цукрових заводах працює багато пресів типу ПВЖ-57 та ПВЖ-59. По пристрої вони подібні між собою і відрізняються один від одного конструкцією пресуючого шнека, пристроєм вузла для регулювання віджимання жому, пристроєм приводу та конструкцією сит.

Промисловість випускає преси типу ППВ, які віджимають жом до вмісту сухих речовин 18...21%. Це дозволяє знизити втрати цукру в жому, зменшити витрати свіжої води на дифузійну установку і скоротити витрати пального на сушіння жому.

Прес типу ППВ відрізняється від преса ПВЖ-60 удосконаленою конструкцією окремих з вузлів. Шнековий вал у ньому обертається від двох одночасно працюючих мотор-редукторів потужністю по 17 кВт кожен.

Провідні шестерні мотор-редукторів передають обертання на шестерню, з'єднану із шнековим валом преса. Така схема дозволяє передавати на вал пресу велику потужність в порівнянні з приводом преса ПВЖ-60.

Ступінь віджиму жому в пресі регулюється переміщенням за допомогою трьох гідроциліндрів сітчастого конуса. Діаметр циліндричного сита преса 800 мм.

Технічна характеристика преса типу ПВЖ-60

Діаметр сита, мм.....1000

Довжина сита, мм.....2050

Частота обертання шнека, мін.....3,96

Продуктивність з буряків, т/сут.....500

Зміст сухих речовин у жому, % 16...18

Потрібна потужність електродвигуна, кВт 28 40

Прес призначений для віджимання сирого жому, що надходить із дифузійних установок, до вмісту 14-15% сухих речовин.

Основними вузлами преса (Рисунок 1.2.4.) є: верхня та нижня станини, опорна плита, привід, кожух, циліндричне сито, шнек, контрапи, корпус з відповідною трубою, регулювальний конус, механізм підйому регулювального конуса. Опорою преса є 8 плита з отвором, через яке проходить шнек преса 9.

До опорної плити кріпляться: нижня станина 7, завантажувальний жолоб 4, циліндричне вертикальне сито 10, кожух 11. Через отвори в плиті проходять чотири тяги, до яких кріпиться корпус нижньої частини преса.

Верхня станина 5 являє собою чавунне виливок з фланцем, на якому встановлені вертикальний мотор-редуктор і бобишка. Верхня станина кріпиться до нижніх болтів. Нижня станина - це чавунний вилив з ребрами жорсткості і двома боби з центральними отворами. Кожух виконаний із листової сталі (чотирьох частин, з'єднаних болтами). Сито є перфорованим циліндром, що складається з двох частин. Верхній фланець сита кріпиться до опорної плити, нижній – до корпусу.

У нижній частині преса знаходиться регулювальний конус 1 з прорізами, закритими латунними ситами, через які з жому йде частина води в приймач корпусу і далі відвідну трубу. Ступінь віджимання жому регулюється конусом, який переміщується у вертикальному напрямку вручну за допомогою пристрою з черв'ячною передачею.

Привід преса здійснюється від електродвигуна через 6 редуктор і дві пари циліндричних зубчастих коліс із загальним передавальним числом 7,6. Сирий жом, що містить 6,3-8% сухих речовин, через завантажувальний жолоб надходить у кільцевий простір між шнеком і циліндричним ситом. При обертанні конусного віджимного шнека пересувається жом уздовж шнека. Оскільки кільцевий переріз для проходження жому поступово зменшується, то жом спресовується до вмісту 14-15% сухих речовин.

Вода з жому через сито на шнеку, потім циліндричне сито і частково через сито на конусі для регулювання зазору йде в приймач корпусу та відвідну трубу і далі - в комунікацію.

Віджаний жом видаляється з преса через кільцеву щілину бункер 12 і потім по транспортеру направляється на жомосушарку. Ступінь віджимання жому регулюється зміною величини зазору між циліндричною частиною шнека та ситом регулювального конуса.

Технічна характеристика преса типу ПВЖ-57

Продуктивність, т / добу	500
Вміст сухих речовин у відтисненому жомі, %.....	14-15
Редуктор.....	ВД-У11-М32-1500
Електродвигун:	
тип	АО2-71 -4
потужність, кВт	21
Частота обертання шнека, хв-1	0,07
Габаритні розміри, мм:	
довжина	2060
ширина	1860
висота	6950
Маса, кг	11090

2.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Перспективними завданнями, що є в харчовій промисловості – використання прогресивних і енергозберігаючих технологій виготовлення продукції.

На цукрових заводах застосовують різні конструкції пресів для віджимання жому, що дозволяють збільшити ступінь віджимання жому для зменшення втрат цукру.

В даній роботі розглядається модернізація вертикального жомового пресу А2-ППВ для збільшення ступеня зневоднення жому. Суть полягає в удосконаленні конструкції шнеку преса.

Комплекс всіх заходів в результаті дасть такі переваги:

- збільшення ступеня зневоднення жому;
- зменшення втрат цукру;
- зменшення собівартості цукру.

Крім того, в модернізованому обладнанні будуть застосовані стандартні вироби та уніфіковані деталі за ДСТУ, покупні вироби, що випускаються машинобудівними заводами України, що дозволить зменшення вартості модернізації.

В основі удосконалення преса лежить завдання з покращення структурно-механічних властивостей свіжої екстрагованої стружки цукрового буряка, що дозволить збереження структурної цілісності під час пресування; зниження перетворення нецукрів у пресовану воду під час пресування. Що в кінцевому підсумку гарантує зниження енергоспоживання, необхідного технологією виробництва.

Техніко-економічний результатом даної роботи є забезпечення цукрової галузі в удосконалених конструкціях обладнань, що дозволяють

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кодтун Р.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко-економічне обґрунтування	200377.КР.14.002 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

підвищувати їх продуктивність та надійність роботи. Тому, модернізація жомового пресу А2-ППВ є економічно вигідною та має технічні перспективи, що підтверджується подальшими розрахунками.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКТУ

Жом - екстрагована січка цукрових буряків, кормовий відхід цукробурякового виробництва.

Жом використовують для годівлі тварин *свіжим, кислим* (силосованим) та *сушеним*.

- *Свіжий жом* містить 90—93 % води; суха речовина складається переважно з вуглеводів, добре перетравлюється. На повітрі швидко псується.
- *Кислий жом* одержують силосуванням свіжого. Він багатший, ніж свіжий, на протеїн, його краще поїдають тварини.
- *Сушений жом* - висушений свіжий або кислий жом. При зберіганні свіжого і кислого жому втрачається близько 40 % поживних речовин, тому свіжий жом часто сушать. Заводи випускають сушений жом у вигляді брикетів або розсипом.

Жом — вуглеводистий корм і не замінює концентровані корми. У ньому мало азотистих речовин, немає *каротину*, є багато кальцію, тому в раціон з жому включають білкові корми і багаті на фосфор *мінеральні підгодівлі*.

У 100 кг свіжого жому 11,8 кормових одиниць і 0,6 кг перетравного протеїну, кислого відповідно — 8,7 і 0,8, сушеного — 8,4 і 3,8.

Відгодівельній худобі згодують на добу 50—65 кг свіжого або кислого жому, молочним коровам — не більш як 40 кг. Сушений жом згодують коровам до 4 кг, попередньо розмочивши його водою (1 : 3).

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якимчук Р. Л.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Кодтун Р.В.	Назва, додаткова назва Характеристика вихідної сировини і готового продукту	200377.КР.14.003 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.					

Цукор – практично чиста сахароза (C12 H22 O11), солодкого смаку, легко і повністю засвоюється організмом, сприяє швидкому відновленню витраченої енергії. Сахароза - це дисахарид, який під дією кислоти або фермента розщеплюється на глюкозу і фруктозу (інвертний цукор). Сахароза може знаходитися в двох станах: кристалічному і аморфному. За хімічною природою цукор є слабкою багатоосновною кислотою, що дає сполуки з оксидами лужних і лужноземельних металів - сахарат.

Інвертний цукор завдяки фруктозі гігроскопічний. Він запобігає зацукровуванню під час варіння, уповільнює процес черствіння хліба, оберігає від висихання кондитерські вироби (мармелад, пастилу, зефір, помадку та ін.)

Сахароза добре розчиняється у воді, при підвищенні температури її розчинність зростає. У розчинах сахароза є сильним дегідратором. Вона легко утворює пересичені розчини, кристалізація в яких починається тільки при наявності центрів кристалізації. Швидкість цього процесу залежить від температури, в'язкості розчину і коефіцієнта пересичення.

Початковою сировиною для отримання цукру є цукровий буряк і цукровий очерет. Завдяки більш високій врожайності цукрового очерету по порівняно з цукровим буряком з кожного гектара його посівів отримують цукру приблизно в 2 рази більше, хоча вміст сахарози в стеблах цукрової тростини дещо менше, ніж в цукровому буряку.

Цукрова промисловість випускає наступні види продукту:

- *цукор-пісок* - сипкий харчовий продукт білого кольору (без грудок), який має солодкий смак без сторонніх присмаків і запахів (з вмістом вологи не більше 0,14%, сахарози не менш 99,75%, металодомішок не більше 3 мг на 1 кг цукру, з розмірами на більше 0,3 мм);

- *цукор рідкий* - рідкий харчовий продукт світло-жовтого кольору, солодкий на смак, без сторонніх присмаків і запахів (з вмістом сахарози

не менш 99,80% для вищої категорії і не менше 99,5% для першої категорії, з вмістом сухих речовин не менше 64%);

- *цукор-рафінад* - кусковий пресований цукор, рафінадний цукор-пісок і рафінадна пудра білого кольору, солодкі на смак, без сторонніх присмаків і запахів (з вмістом сахарози не менше 99,9%, редукуючих речовин не більше 0,03%, вологи не більше 0,2%).

Особливості виробництва і споживання готової продукції.

На всіх цукрових заводах діє типова схема отримання цукру - піску з цукрового буряка з безперервним відділенням цукру із бурякової стружки, пресуванням жому та поверненням пресової води в дифузійну установку, вапняно- вуглекислотним очищенням дифузійного соку, трьома кристалізаціями і аффінацією жовтого цукру III кристалізацією.

У коренеплодах цукрових буряків міститься 20 .. 25% сухих речовин, з них вміст сахарози коливається від 14 до 18%. Сахарозу витягують з буряка дифузійним способом. Отриманий дифузійний сік містить 15 ... 16% сухих речовин, з них 14 ... 15% цукрози і близько 2% нецукрів. Очищення дифузійного соку від нецукрів здійснюють вапном (дефекація) подальшим видаленням її надлишку діоксидом вуглецю (сатурація). Для зниження кольоровості і лужності фільтрований сік II сатурації обробляють діоксидом сірки (сульфітація). Згущення соку проводять в два етапи: спочатку його згущують на випарній установці до вмісту сухих речовин 55 ... 65% (при цьому цукроза ще не кристалізується), а потім після додаткового очищення в'язкий сироп на вакуум-апараті згущують до вмісту сухих речовин 92,5 ... 93,5% і отримують утфель. Готовий утфель I кристалізації центрифугують, отримуючи кристали цукру. Цукор-пісок вивантажують з центрифуги з вмістом вологи 0,8 ... 1% і висушують гарячим повітрям температурою 105 ... 110 ° С до 0,14% (при безтартному зберіганні масова частка вологи у цукрі- піску повинна бути 0,03 ... 0,04%).

Норма споживання сахарози становить 75 г на день, включаючи цукор, що знаходиться в інших харчових продуктах.

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

Продуктивність сектору переробки цукрових буряків цукрового заводу значною мірою залежить від технології виробництва дифузійного соку та його подальшого очищення. Сучасна і вітчизняна технологія виробництва цукру та рівень процесу є недостатніми для вилучення сахарози з цукрових буряків, ефективного очищення від вапна-СО₂ та комплексної переробки вторинної продукції (жому, патоки), що призводить до зниження ресурсної та енергоефективності. Вирішення цих проблем полягає у вдосконаленні існуючих технологій переробки цукрових буряків та створенні інноваційних технологій.

Аналіз літератури показує, що найважливішими факторами, що впливають на процес пресування жому, є початкова вологість, тиск пресування, тривалість виробу під цим тиском і температура пресованого матеріалу.

В основі модернізації лежить завдання покращення структурно-механічних властивостей свіжої екстрагованої січки цукрового буряка, що призведе до збереження структурної цілісності під час пресування; зниження перетворення нецукрів у пресовану воду під час пресування; гарантування наявності екстрагентів, дифузорів та очищені соки. Що в кінцевому підсумку гарантує зниження енергоспоживання, необхідного технологією виробництва.

Ця проблема вирішується тим, що метод вилучення сахарози з бурякової стружки дифузійним пресуванням у вертикальному обладнанні передбачає екстрагування сахарози із бурякової стружки протиточною дифузиею, потім пресування частково знецукреної бурякової стружки і повернення у воду жому.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кодтун Р.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання	200377.КР.14.004 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/5	

Запропонована модернізація полягає в розробці пристрою для підвищення ступеня зневоднення свіжого жому у вертикальному завантажувальному шнекові вертикального преса та повернення отриманої пульпової води в дифузійний пристрій.

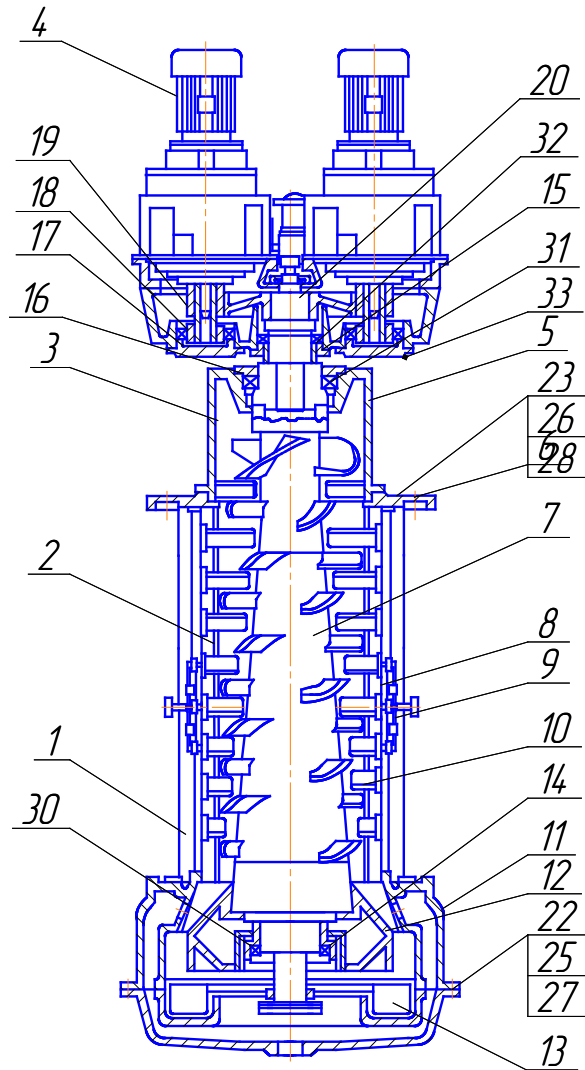
Крім того, додаткове зневоднення бурякової стружки збільшує вміст сухої речовини в ній, тим самим підвищуючи ефективність процесу пресування. Тому найбільш зневоднений жом після пресування направляється на сушіння, де обробляється термічними реагентами та ефективно сушиться з мінімальними витратами енергії.

Технічним результатом використання цього методу є покращення структури та механічних властивостей бурякової стружки, зменшення втрат сахарози та жому, зменшення тривалості процесу екстрагування та пресування, підвищення ступеня пресування відходів бурякової тирси та дифузійного соку хорошої якості.

Енергоефективність цього методу полягає у зниженні енергоспоживання під час викачування дифузійного соку, віджиму та сушці жому, а також зменшенні використання водних ресурсів за рахунок збільшення ступеня варіння в процесі пресування, тим самим покращуючи кількість та жомопресової води. Таким чином зменшується економічна вартість та збільшується екологічність заводу.

Прес-призначений для віджиму жому, який надходить з дифузійних установок, до вмісту сухих речовин 18-21%.

Прес типу А2-ППВ складається з наступних основних вузлів: шнека, розвантажувального пристрою, бункера, шахти, ситового пояса, колектора, привода, масло насосної установки і електрообладнання.



1-кожух; 2-циліндричне сито; 3-бункер; 4-двигун; 5-шахта; 6-фундаментна плита; 7-шнек; 8-зтяжка; 9-колектор; 10-контрлапи; 11-корпус; 12-регулюючий конус; 13-згрібаючий пристрій; 14-втулка; 15-втулка; 16-кришка; 17-кришка; 18-втулка; 19-втулка; 20-вал; 22-болт; 23-болт; 25-шайба; 26-шайба; 27-гайка; 28-гайка; 30-підшипник; 31-підшипник; 32-підшипник 2шт; 33-кришка.

Рисунок 4.1 Прес типу А2-ППВ для віджиму жому

Вузли преса монтуються на литій прямокутній фундаментній плиті 6, яка має центральний отвір для проходу шнека і отвір під фундаментні болти

для кріплення на міжповерховому перекритті. На плиті встановлений бункер 3, у верхній частині якого знаходиться ступиця для кріплення опори шнека і привода 4.

Циліндричне сито 2 і кожух 1 верхніми фланцями прикріплюються до фундаментної плити, нижніми - до корпусу розвантажувального пристрою, який з'єднаний з фундаментною плитою за допомогою двох зтяжок 8.

Ситовий пояс складається з двох циліндричних перфорованих сит з вирізами для проходу контрлап. Вузол розвантаження складається із корпуса 11, рухомого регулюючого конуса 12, нижнього колектора жомопресової води і згрібаючого пристрою жому 13. Шнек 7 являє собою конусний полий решітчастий вал, вилитий із чавуна разом з трьохзахідними витками. В проміжках між витками гвинта закріплені сита. Витки по висоті мають проміжки для проходу дев'яти пар радіально розташованих контрлап 10. Всередину трьох рядів контрлап підводиться пара з колектора 9 для підігріву холодного жому. На нижній цапфі шнека закріплений рухомий регулюючий конус. За допомогою гідросистеми конус може переміщуватись у вертикальному напрямі.

Сирий жом містить близько 6.5% сухих речовин, по двох шахтах 5, розташованих радіально протилежно, поступає у приймальний бункер і захоплюється витками шнека. Рухаючись вниз, жом віджимається, жомопресова вода проходить крізь ситовий пояс в закожухний простір і всередину пустотілого валу. Далі вся жомопресова вода стікає в нижній колектор і по трубопроводу направляється на пульповушку. Степінь віджиму жому регулюється положенням рухомого регулюючого конуса, яке залежить від тиску в гідросистемі і кількості надійшовшого жому в прес.

Якщо зусилля тиску жому на рухомий конус більше зусилля, яке створюється гідроциліндром, то тиск в гідросистемі зростає, масло із циліндрів витікає через напірний золотник і конус опускається вниз, збільшуючи ширину щілини для проходу жому. Таким чином, зусилля тиску

жому зменшується. Рухомий конус зупиняється, коли зусилля тиску жому зрівноважується зусиллям, яке створене гідроциліндром.

При зменшенні зусилля тиску жому на конус гідроциліндр буде переміщати конус вгору внаслідок підкачки масла насосом, зменшуючи щільність до тих пір, поки зусилля тиску жому і яке створюється гідроциліндром зрівноважаться. Відпресований жом попадає у вивантажувальний пристрій колектора вивантаження, захоплюється лопатками розвантажувального механізму, транспортується по кільцевому пазу і вивантажується в нижній отвір в дні кільцевого пазу. Вивантажувальний механізм закріплений на валу шнека і обертається разом з ним.

5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Матеріали, що використовуються в машинобудуванні мають дуже широкий спектр. Його основні групи:

- Чорні метали;
- Сплави кольорових матеріалів.

Більша частина машинобудівних матеріалів стандартизована. Найрозповсюдженими (за масою 85-90%) є чорні метали – сталі і чавуни.

При виборі конструкційних матеріалів для обладнання харчової промисловості враховується якість та безпечність матеріалу при взаємодії з сировиною.

Правильний підбір конструкційних матеріалів впливає не тільки на якість функціонування установки, а і на технологічність виробництва деталей машин. Це в свою чергу має вплив на економічну вигідність виробництва обладнання відповідно.

Конструктивні елементи (шнек, корпус, лопаті та інші елементи) пресу для віджимання жому виготовляються з таких основних матеріалів як корозієстійка сталь 12X18H10T (AISI 321) ДСТУ 4738:007, сталі 20 і 45 ДСТУ 2651:2005 та звичайної вуглецевої сталі Ст3 ДСТУ 2651:2005.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кодтун Р.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вибір конструкційних матеріалів	200377.КР.14.005 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

6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

6.1 Розрахунок проектуємого шнека

1 Зовнішній діаметр шнека приймаємо $D = 0,5$ м, а крок

$$t = 0,8 D = 0,4 \text{ м.}$$

2. Максимальний діаметр шнека визначимо за формулою:

$$d = \frac{t}{\pi} \operatorname{tg} \varphi = \frac{t}{\pi} f', \quad (6.1)$$

де $f' = 0,3$ – коефіцієнт внутрішнього тертя продукту. Тоді

$$d = \frac{0,4}{3,14} \cdot 0,3 = 0,04 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр вала з запасом $d = 0,05$ м.

3. Кут підйому гвинтових ліній на зовнішній кромці шнека і біля вала визначаємо за формулами:

$$\alpha_D = \operatorname{arctg} \frac{t}{\pi D}, \alpha_d = \operatorname{arctg} \frac{t}{\pi d} \quad (6.2)$$

$$\alpha_D = \operatorname{arctg} \frac{0,4}{3,14 \cdot 0,5} = \operatorname{arctg} 0,255 = 14^\circ;$$

$$\alpha_d = \operatorname{arctg} \frac{0,4}{3,14 \cdot 0,05} = \operatorname{arctg} 2,5477 = 76^\circ;$$

Середнє значення кута підйому гвинтових ліній шнека:

$$\alpha_{\text{сер}} = 0,5(\alpha_D + \alpha_d) = 0,5(14^\circ + 76^\circ) = 45^\circ \quad (6.3)$$

Крім того:

$$\cos^2 45^\circ = 0,5;$$

$$\operatorname{tg} 45^\circ = 1;$$

$$\sin 45^\circ = 0,6.$$

4. Коефіцієнт відставання частинок матеріалу в напрямку осі шнека визначаємо з рівняння:

$$k_v = 1 - (\cos^2 \alpha_{\text{сер}} - 0,5 \cdot f \cdot \sin \alpha_{\text{сер}}), \quad (6.4)$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якобчук Р. Л.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Кодтун Р.В.	Назва, додаткова назва Розрахункова частина	200377.КР.14.006 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/15

$$k_6 = 1 - (0,5 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,67) = 0,59.$$

5. Згинаючий момент у витку шнека по внутрішньому контуру біля вала визначаємо із формули:

$$M_3 = \frac{p_{\max} D^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7a^{-4} - 1,2a^{-2} - 5,2 \ln a}{1,3 + 0,7a^{-2}}, \quad (6.5)$$

$$M_3 = \frac{0,15 \cdot 10^6 \cdot 0,5^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,73^{-4} - 1,23^{-2} - 5,2 \ln 3}{1,3 + 0,73^{-2}} = -450 \text{ Н/м}$$

6. Витки шнека виготовляються із сталі, для якої межа напруженість при згинанні приймається рівною напруженості при розтягу, тобто

$$\sigma_3 = 1300 \cdot 10^5 \text{ Н/м.}$$

Товщину витків шнека визначаємо за формулою:

$$\delta = \sqrt{\frac{6M_3}{\sigma_3}}, \quad (6.6)$$

$$\delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 450}{1300 \cdot 10^5}} = 0,0045 \text{ м}$$

Приймаємо із запасом $\delta = 5 \text{ мм}$.

7. Площа внутрішньої циліндричної поверхні корпусу по довжині одного кроку визначаємо з рівняння:

$$F_6 = \pi D(t - \delta), \quad (6.7)$$

$$F_6 = 3,14 \cdot 0,5 \cdot (0,4 - 0,0045) = 0,5573 \text{ м}^2$$

8. Розгортки гвинтових ліній розраховуємо з рівнянь:

$$l = \sqrt{t^2 + (\pi d)^2}; \quad L = \sqrt{t^2 + (\pi D)^2}, \quad (6.8)$$

$$l = \sqrt{0,4^2 + (3,14 \cdot 0,05)^2} = 0,43 \text{ м}$$

$$L = \sqrt{0,4^2 + (3,14 \cdot 0,5)^2} = 1,62 \text{ м}$$

9. Площу поверхні витка шнека на довжині одного кроку визначаємо з рівняння:

$$F_u = \frac{1}{4\pi} \left(\pi DL - \pi dl + t^2 \ln \frac{D+2L}{d+2l} \right), \quad (6.9)$$

$$F_u = \frac{1}{4 \cdot 3,14} \left(3,14 \cdot 0,5 \cdot 1,62 - 3,14 \cdot 0,05 \cdot 0,43 + 0,4^2 \ln \frac{0,5 + 2 \cdot 1,62}{0,05 + 2 \cdot 0,43} \right) = 0,215 \text{ м}^2.$$

Це задовольняє умови роботи шнека.

10. Крутний момент при двох робочих витках шнека визначаємо з рівняння:

$$M_{кр} = 0,131 \cdot n P_{\max} (D^3 - d^3) \cdot \text{tg } \alpha_{сеп}, \quad (6.10)$$

$$M_{кр} = 0,131 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 10^6 \cdot (0,5^3 - 0,05^3) \cdot 1 = 4716 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

11. Осьове зусилля визначаємо з рівняння:

$$S = 0,393 \cdot n P_{\max} (D^2 - d^2),$$

$$S = 0,393 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 10^6 \cdot (0,5^2 - 0,05^2) = 29180,2 \text{ Н}$$

12. Нормальну і дотичну напруженості вала визначаємо з рівнянь:

$$\sigma_{cm} = -\frac{S}{F}, \quad (6.11)$$

$$\sigma_{cm} = -\frac{29180,2}{0,05 \cdot 0,785} = -14 \cdot 10^2 \text{ Н} / \text{м}^2$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p}, \quad (6.12)$$

$$\tau = \frac{4716 \cdot 16}{3,14 \cdot 0,05^3} = 1,92 \cdot 10^2 \text{ Н} / \text{м}^2$$

13. Еквівалентну напруженість визначаємо з рівняння:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_{cm}^2 + 4\tau^2}, \quad (6.13)$$

$$\sigma_e = \sqrt{(14^2 + 4 \cdot 1,92^2)} \cdot 10^{10} = 15 \cdot 10^5 \text{ Н} / \text{м}^2$$

Отримана напруженість знаходиться в межах допустимої для матеріалу вала шнека із сталі Ст.5.

14. Приймаючи коефіцієнт заповнення $\varphi = 1$, отримаємо:

$$\omega = \frac{G}{0,127(D^2 - d^2)(t - \delta)(1 - k)\rho\varphi}, \quad (6.14)$$

$$\omega = \frac{19,68}{0,127(0,5^2 - 0,05^2)(0,4 - 0,0045)(1 - 0,59) \cdot 900 \cdot 1} = 4,29 \text{ рад/с},$$

тобто $n = 40$ об/хв.

15. Визначаємо розміри заготовок витків шнека та їх кількість, для чого приймаємо довжину шнека $L_{ш} = 6t = 6 \cdot 0,4 = 2,4$ м, ширину витків шнека визначаємо з рівняння:

$$b = 0,5(D - d) = 0,5 \cdot (0,5 - 0,05) = 0,225 \text{ м.} \quad (6.15)$$

16. Кут вирізки витка в заготовці:

$$\alpha_0 = 2\pi - \frac{L-l}{b}, \quad (6.16)$$

$$\alpha_0 = 2 \cdot 3,14 - \frac{1,62 - 0,43}{0,05} = 0,99 \text{ рад}$$

17. Діаметри заготовки для виготовлення витків шнека:

$$d_0 = \frac{2l}{2\pi - \alpha_0} = \frac{2 \cdot 0,43}{2 \cdot 3,14 - 0,99} = 0,16 \text{ м}; \quad (6.17)$$

$$D_0 = \frac{2L}{2\pi - \alpha_0} = \frac{2 \cdot 1,62}{2 \cdot 3,14 - 0,99} = 0,61 \text{ м}$$

6.2 Час перебування жому в пресі

Процес віджиму води із жому виконується в деякому об'ємі, корисна величина якого, пропорційна об'ємній витраті віджатого жому і часу перебування жому в даному об'ємі :

$$V_{\text{пр}} = Q \cdot \tau \quad (6.18)$$

де : $V_{\text{пр}}$ – об'єм, в якому виконується пресування жому, м^3 ;

Q – об'ємні витрати віджатого жому, $\text{м}^3/\text{хв.}$;

τ - час перебування жому в пресі, хв. ;

$$\tau = V_{\text{пр}}/Q; \quad (6.19)$$

$Q = Q_{\text{ож}} = 640 [\text{т/добу}] = 640 \cdot 1/\rho [\text{м}^3/\text{доб}] = 640/(1 \cdot 24 \cdot 60) = 0,44 \text{ м}^3/\text{хв.}$;

На приведена схема до визначення об'єму пресування модернізованого пресу:

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{к}} - V_{\text{ш}}; \quad (6.20)$$

де : $V_{\text{к}}$ – об'єм, який займає корпус;

$V_{ш}$ - об'єм, який займає шнек.

$$V_k = \pi/3 \cdot Ld \cdot (R_1^2 + R_2^2 + R_1 \cdot R_2) = 3.14/3 \cdot 7.910 \cdot (0.64^2 + 0.5^2 + 0.64 \cdot 0.5) = 8.11$$

м³;

$$V_{ш} = \pi/3 \cdot Ld \cdot (r_1^2 + r_2^2 + r_1 \cdot r_2) = 3.14/3 \cdot 7.910 \cdot (0.425^2 + 0.27^2 + 0.425 \cdot 0.27) = 3.049$$

м³;

Підставив значення V_k і $V_{ш}$ у вираз отримаємо:

$$V_{пр} = 8.11 - 3.049 = 5.061 \text{ м}^3 ;$$

Час перебування жому в пресі

$$\tau = (5.061 \cdot 2 \cdot 0.9) / 0.444 = 20.5 \text{ хв.};$$

де : 2 – число камер пресування (шнеків);

0.9 – коефіцієнт перекриття витків шнеків.

Визначення трубопроводів відвода жомопресової води.

Щоб розрахувати трубопроводи необхідно знати продуктивність преса і склад сухих речовин в жомі на вході на виході і виході з преса. У відповідності з технічним завданням склад сухих речовин у жомі складає : на вході в прес 8%, на виході з преса – 25%.

Склад сухих речовин в жомі і продуктивність преса на вході і виході з преса зв'язані відношенням:

$$CB_1 / CB_2 = G_2 / G_1 ;$$

де : CB_1, CB_2 – склад сухих речовин в жомі на вході і виході з преса;

G_1, G_2 – продуктивність преса відповідно на вході і виході з преса.

При розрахунку трубопроводів коефіцієнт повертання жому k_2 прийmemo рівним 0. Це необхідно, щоб забезпечити стабільне відведення жомопресової води при коливаннях продуктивність преса, зв'язаних із зміненням умов пресування жому. Крім того, для спрощення розрахунків при визначенні продуктивності у формулі вираз (S_i -b) прийmemo рівним S_i .

Тоді формула прийме вигляд :

$$G_2 = \pi/4 \cdot (D_2^2 - d_2^2) \cdot S_2 \cdot n \cdot 24 \cdot 60 \cdot 2 \cdot k_1 \cdot k_3 \cdot \rho_2 ;$$

У виразі частоту обертання шнеків приймаємо максимальні: $n=4$ об/хв.; $a_{k3}=1$;

$$G_2=3,14/4 \cdot (1^2-0,85^2) \cdot 0,42 \cdot 4 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 1=948,6 \text{ т/добу};$$

Продуктивність преса на вході в прес:

$$G_1=(G_2 \cdot CB_2)/CB_1=(94,6 \cdot 25)/8=2964,4 \text{ т/добу};$$

Загальна кількість жомопресової води :

$$G_{жв}=G_1-G_2=2964,4-948,6=2015,6 \text{ т/добу} =84 \text{ т/год.}$$

Долю води, яка відводиться через перфорації шнека при розрахунках приймемо пропорційній площі поверхні вала шнека ($F_{ш}$):

$$G_{жв}^{ш}=G_{жв} \cdot F_{ш}/(F_{ш}-F_{к}); \quad (6.21)$$

де : $F_{ш}$ – площа поверхні вала шнека;

$F_{к}$ – площа поверхні корпусу преса;

$$F_{ш}=\pi \cdot \sqrt{L^2 d + (r_2 - r_1)^2} \cdot (r_2 + r_1) = 3,14 \cdot \sqrt{7,91^2 + (0,425 - 0,27)^2} \cdot (0,425 + 0,27) = 17,262 \text{ м}^2;$$

$$F_{к}=\pi \cdot \sqrt{L^2 d + (R_1 - R_2)^2} \cdot (R_1 + R_2) = 3,14 \cdot \sqrt{7,91^2 + (0,64 - 0,5)^2} \cdot (0,64 + 0,5) = 28,315 \text{ м}^2;$$

$$\text{тоді : } G_{жв}^{ш}=2015,6 \cdot 17,262/(17,262+28,315)=763,4 \text{ т/добу};$$

Через патрубков корпусу відводиться вся жомопресова вода.

Діаметр патрубків і трубопроводів відвода жомопресової води визначаємо з загального рівняння витрати:

$$Gv_1=F \cdot v; \quad (6.22)$$

де :

Gv_1 – об'ємні витрати речовини, $\text{м}^3/\text{сек.}$;

F – площа перерізу трубопроводів, м^2 ;

v – швидкість потоку в трубопроводі, м/с.

Прийmemo $v_2=0,7 \text{ м/с.}$

$$Gv_1=(\pi \cdot d_1^2)/4 \cdot v; \quad d_1=\sqrt{\frac{4 \cdot G \cdot V_1}{\pi \cdot V}} = 1,35 \cdot \sqrt{G \cdot V_1}; \quad (6.23)$$

Діаметр патрубка, відводячого воду з шнека:

$$d_{ш} = 1,35 \cdot \sqrt{0,00884} = 0,127 \text{ м};$$

Прийmemo : $d_{ш}=159 \times 7$;

Діаметр патрубкa, відводячого воду з корпусу:

$$d_k = 1,35 \cdot \sqrt{0,02333} = 0,206 \text{ м};$$

Прийmemo $d_k = 273 \times 8$;

6.3 Визначаемо розміри вхідної горловини прийомного бункеру.

Розміри вхідної горловини визначаемо з умови, що площа прохідного перерізу преса в головній частині рівна площі горловини прийомного бункеру:

$$\pi/4 \cdot (D_1^2 - d_1^2) \cdot 2 \cdot k_1 = (A + D_1) \cdot a; \quad (6.24)$$

де : a – ширина горловини;

$$\text{звідки : } a = \frac{\pi \cdot (\ddot{A}_1^2 - d_1^2) \cdot 2 \cdot k_1}{4 \cdot (A + \ddot{A}_1)} = \frac{3,14 \cdot (1,28^2 - 0,54^2) \cdot 2 \cdot 0,9}{4 \cdot (0,935 + 1,28)} = 0,859 \text{ м};$$

Так як швидкість переміщення жому у вертикальній шахті преса буде значно вищою швидкість переміщення жому витками шнеків прийmemo $d = 550$ мм.

6.4 Визначення осьових зусиль, діючих на шнеки.

Тиск у зоні останнього витка прийmemo 0.8 МПа (8 кг/см²); на кожному рядку витків виникає підвищення тиску на $0.471 \cdot 10^5$ Па. Виходячи з цього речення осьове зусилля, діючі на шнек визначаемо з виразу:

$$P_{\text{ош}} = \sum_{i=1}^n q \cdot S_i; \quad (6.25)$$

де : $i = 1.2 \dots 10 \dots 17$; $q = 0.471 \cdot 10^5 \text{ Па} = 0.471 \text{ кг/см}^2$;

S_i – площа проекції відповідного ряду витків на площині, перпендикулярній вісі шнека.

Тоді :

$$P_{\text{ош}} = F_{\text{ср}} \cdot S_{\text{ср}}; \quad (6.26)$$

де : $F_{\text{ср}} = 8/2 = 4 \text{ кг/см}^2$ – середній тиск пресування;

$S_{\text{ср}}$ – середня площа проекції витків на площину, перпендикулярну вісі шнека;

Тоді:

$$P_{\text{ош}} = (F_{\text{ср}} \cdot \pi) / 8 \cdot [(D_1^2 - d_1^2) + (D_2^2 - d_2^2)] = 4 \cdot 3.14 / 8 \cdot [(128^2 - 54^2) + (100^2 - 85^2)] = 27440 \text{ кг};$$

Приймаємо $P_{\text{ош}}=28000$ кг.

Підвищення тиску в зоні перекриття витків складає $1.5...2$ кг/см².
Якщо перерозподілити цей тиск по півпериметру вала шнека, то це складатиме $0.75...1$ кг/см².

виходячи з цього :

$$F=P \cdot S; \quad (6.27)$$

де : $P=0.75...1$ кг/см² – тиск, діючий на шнеки;

S – площа продольного перерізу валів шнеків.

$$S=(d_1+d_2)/2 \cdot L; \quad (6.28)$$

де : d_1 – діаметр вала шнека в головній частині преса;

d_2 - діаметр вала шнека в хвостовій частині преса;

L – довжина активної зони преса;

$$d_1=540\text{мм}=54\text{см};$$

$$d_2=850\text{мм}=85\text{см};$$

$$L=7910\text{мм}=791.0\text{см};$$

$$S=(54+85)/2 \cdot 791=54974.5\text{см}^2;$$

$$F=1 \cdot 54974.5=54974.5=55000\text{кг};$$

Зусилля, діючи на кожну опору шнека:

$$P_{\text{оп}}=F/2=55000/2=27500\text{кг};$$

Оскільки зусилля F прикладено асиметрично опор, то умовно прийmemo, що на опору в хвостовій частині шнека діє радіальне зусилля в 30000 кг, а в головній частині – 25000 кг.

Передаточні числа приводу.

$$U_{\text{пр}}=1475/4=368.7;$$

$$U_{\text{п}}=U_{\text{пр}}/U_{\text{р}}=368.7/362.5=1.02; U_{\text{р}}=362.5;$$

$$U_1=4.286; U_2=1; U_3=3.941; U_4=3.045; U_5=1;$$

$$U_6=2.571; \quad U_{6/7}=2.765;$$

Визначення кількості обертів, потужності та крутних моментів передач:

$$n_1 = n_{дв} = 1475 \text{ об/хв.};$$

$$n_2 = n_1 / U_1 = 1475 / 4.286 = 344.14 \text{ об/хв.};$$

$$n_3 = n_2 / U_2 = 344.14 / 1 = 344.14 \text{ об/хв.};$$

$$n_4 = n_3 / U_3 = 344.14 / 3.941 = 87.32 \text{ об/хв.};$$

$$n_5 = n_4 / U_4 = 87.32 / 3.045 = 28.68 \text{ об/хв.};$$

$$n_6 = n_5 / U_5 = 28.68 / 1 = 28.68 \text{ об/хв.};$$

$$n_{6/7} = n_6 / U_6 = 28.68 / 2.571 = 11.16 \text{ об/хв.};$$

$$n_{вих} = n_{6/7} / U_{6/7} = 11.16 / 2.765 = 4.04 \text{ об/хв.};$$

$$N_1 = N_{дв} = 124.6 \text{ кВт};$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_m = 124.6 \cdot 0.94 = 123.4 \text{ кВт};$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{шп} \cdot \eta_{шп} = 123.4 \cdot 0.99 \cdot 0.995 = 121.6 \text{ кВт};$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_{шп} \cdot \eta_{шп} = 121.6 \cdot 0.99 \cdot 0.995 = 119.8 \text{ кВт};$$

$$N_5 = N_4 \cdot \eta_{шп} \cdot \eta_{шп} = 119.8 \cdot 0.99 \cdot 0.995 = 118 \text{ кВт};$$

$$N_6 = N_5 \cdot \eta_{шп} \cdot \eta_{шп} = 118 \cdot 0.99 \cdot 0.995 = 116.2 \text{ кВт};$$

$$N_{6/7} = N_6 \cdot \eta_{шп} \cdot \eta_{шп} = 116.2 \cdot 0.99 \cdot 0.995 = 114.5 \text{ кВт};$$

$$N_{вих} = N_{6/7} \cdot \eta_{шп} = 114.5 \cdot 0.975 \cdot 0.97 = 110.5 \text{ кВт};$$

$$T_1 = N_1 / n_1 \cdot 9550 = 124.6 / 1475 \cdot 9550 = 806.7 \text{ (Н·м)};$$

$$T_2 = 123.4 / 344.14 \cdot 9550 = 3424.4 \text{ (Н·м)};$$

$$T_3 = 121.6 / 344.14 \cdot 9550 = 3374.4 \text{ (Н·м)};$$

$$T_4 = 119.8 / 87.32 \cdot 9550 = 13102.3 \text{ (Н·м)};$$

$$T_5 = 118 / 28.68 \cdot 9550 = 39292.2 \text{ (Н·м)};$$

$$T_6 = 116.2 / 28.68 \cdot 9550 = 38692.8 \text{ (Н·м)};$$

$$T_{6/7} = 114.5 / 11.16 \cdot 9550 = 97981.6 \text{ (Н·м)};$$

$$T_{вих} = 110.5 / 4.04 \cdot 9550 = 261206.7 \text{ (Н·м)};$$

Таблиця значення потужності, кількості обертів та крутних моментів приводу.

№	N, кВт	n, об/хв	T, Н·м
1	124.6	1475	806.7
2	123.4	344.14	3424.4
3	121.6	344.14	3374.4
4	119.8	87.32	13102.3
5	118	28.68	39292.2
6	116.2	28.68	38692.8
6/7	114.5	11.16	97981.6
8	110.5	4.04	261206.7

6.5 Розрахунки елементів такелажних пристроїв для монтажу та ремонту обладнання

Під такелажними роботами розуміють горизонтальні і вертикальні переміщення обладнання і деталей за допомогою спеціальних вантажопідйомних механізмів і пристроїв. Залежно від виду обладнання такелажні роботи складають від 30 до 60% об'єму монтажних робіт. Тому механізація робіт такелажів є найважливішою умовою підвищення продуктивності праці при ремонті і монтажі, скорочення витрати робочої сили, значного прискорення робіт і зниження їх вартості.

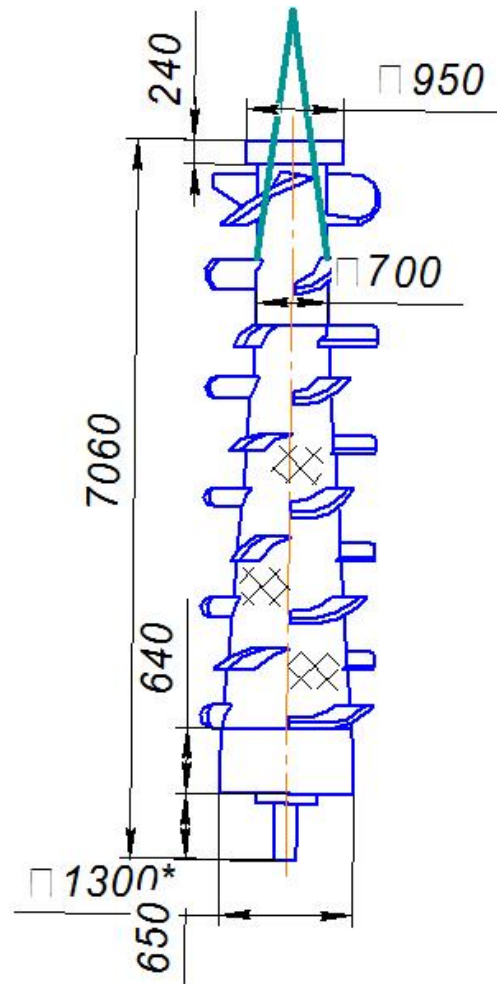


Рисунок 6.5.1 Схема строповки шнека жомовіджимного пресу

Для розрахунку такелажного оснащення необхідно вказати кількість строп графічно або аналітично, визначити максимальні зусилля, які діють в елементах такелажного оснащення.

До такелажного оснащення відносяться крани всіх видів, лебідки, талі, домкрати, блоки, крюки та ін.

Для піднімання жомопреса використовують канати з границею міцності на розтяг 140- 180 МПа.

Одною із основних характеристик каната є розривне зусилля, тобто зусилля при якому канат розривається. Канати вибираються з урахуванням коефіцієнту запасу міцності. Коефіцієнту запасу міцності стропа для піднімання обладнання при монтажі $k = 6$.

Довжина строп визначається за формулою:

$$l = \frac{A}{2 \cdot \cos \alpha / 2} \text{ мм} \quad (6.29)$$

де $A=460\text{мм}$ – відстань між точками строповки жомопреса, мм

$\alpha = 16^\circ$ – кут між стропами.

$$l = \frac{460}{2 \cdot \sin 16 / 2} = \frac{460}{2 \cdot 0,139} = 1652,6 \text{ мм}$$

Приймаємо довжину стропи $l = 2000\text{мм}$

Визначаємо розривне зусилля в одній стропі по формулі:

$$S = \frac{Q}{4 \cdot \cos \alpha / 2}, \text{ кН} \quad (6.30)$$

де $Q = 6100\text{кг} = 61 \text{ кН}$ – маса шнеку жомопреса

Тоді:

$$S = \frac{61}{4 \cdot \cos \alpha / 2} = \frac{61}{4 \cdot \cos 16^\circ / 2} = 15,39 \text{ кН}$$

Звідси: розривне зусилля з урахуванням коефіцієнту запасу міцності

$$F_{\delta\zeta\delta} \geq S \cdot k \quad (6.31)$$

де $k = 6$, коефіцієнт запасу міцності

$$F_{\text{розр}} \geq 15,39 \cdot 6 = 95,4 \text{ кН}$$

По таблиці канатів обираємо канат $\phi = 15,0\text{мм}$ по ГОСТ 2688-80, в якого розривне зусилля $F_{\delta\zeta\delta} = 118000 \text{ Н} = 118 \text{ кН}$ маркувальна група 140 МПа

6.6 Розрахунки балок, колон та фундаментів для монтажу обладнання

Розраховуємо балку для встановлення жомопреса. Маса преса складає $m=9000\text{кг}$. Вага преса $Q=m \cdot g=9000 \cdot 10=9000\text{Н}=900\text{кН}$. (6.32)

Визначаємо інтенсивність рівномірно розподіленого навантаження:

$$q=Q/2l=900/2 \cdot 1,6=72\text{кН/м} \quad (6.33)$$

Розрахункова схема встановлення жоморпеса

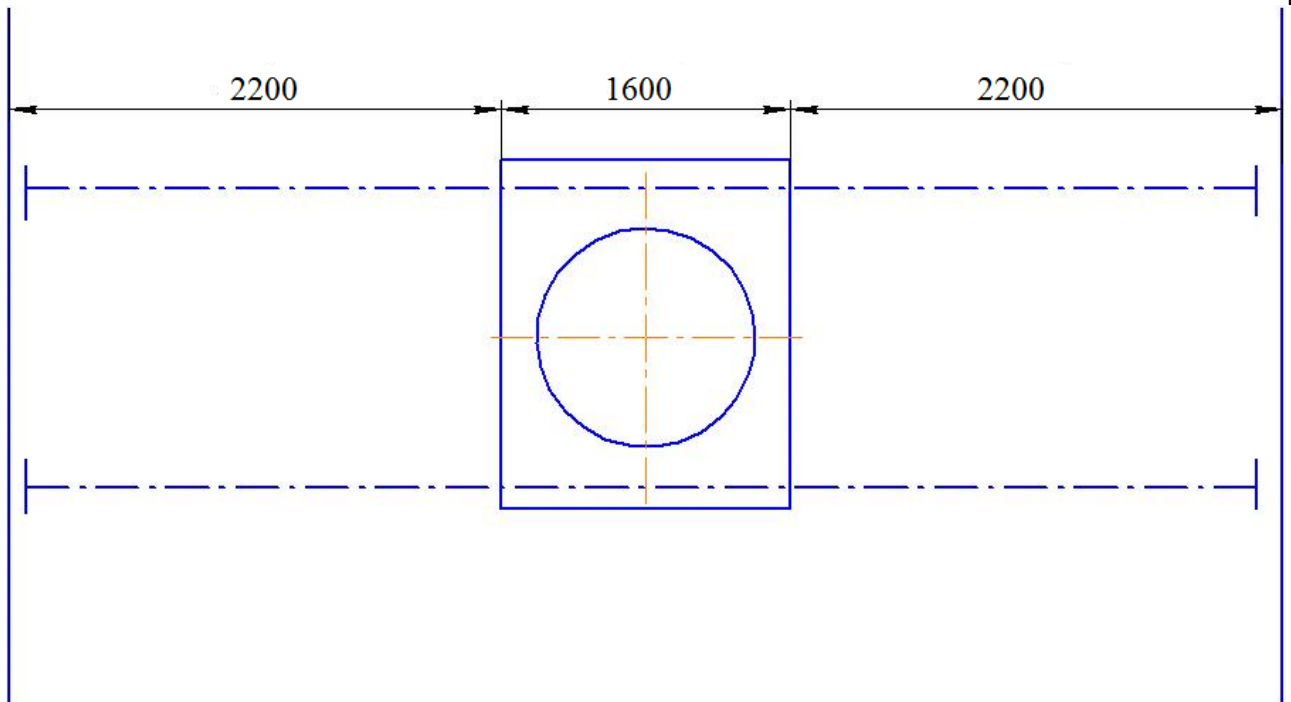


Рисунок 6.6.2 Схема встановлення жомовіджимного пресу А2 -ППВ

Опорні реакції:

$$R_a = R_b = \frac{q \cdot 1,2}{2} = \frac{72 \cdot 1,6}{2} = 57,6\text{кН} \quad (6.34)$$

Будуємо епюри поперечних сил:

$$Q_c = Q_a = R_a = 57,6\text{кН} \quad (6.35)$$

$$Q_d = R_a - q \cdot 1,2 = 57,6 - 72 \cdot 1,6 = -57,6\text{кН} \quad (6.36)$$

Будуємо епюри згинальних моментів:

$$M_A = M_B = 0 \quad (6.37)$$

$$M_C = R_A \cdot 2,4 = 57,6 \cdot 2,2 = 126,75 \text{кН} \quad (6.38)$$

$$M_K = R_A \cdot 3 - q \cdot 0,6 \cdot 0,3 = 57,6 \cdot 3,8 - 72 \cdot 0,8 \cdot 0,4 = 195,84 \text{кН} \cdot \text{м} \quad (6.39)$$

$$M_D = R_B \cdot 2,4 = 57,6 \cdot 2,2 = 126,75 \text{кН} \cdot \text{м} \quad (6.40)$$

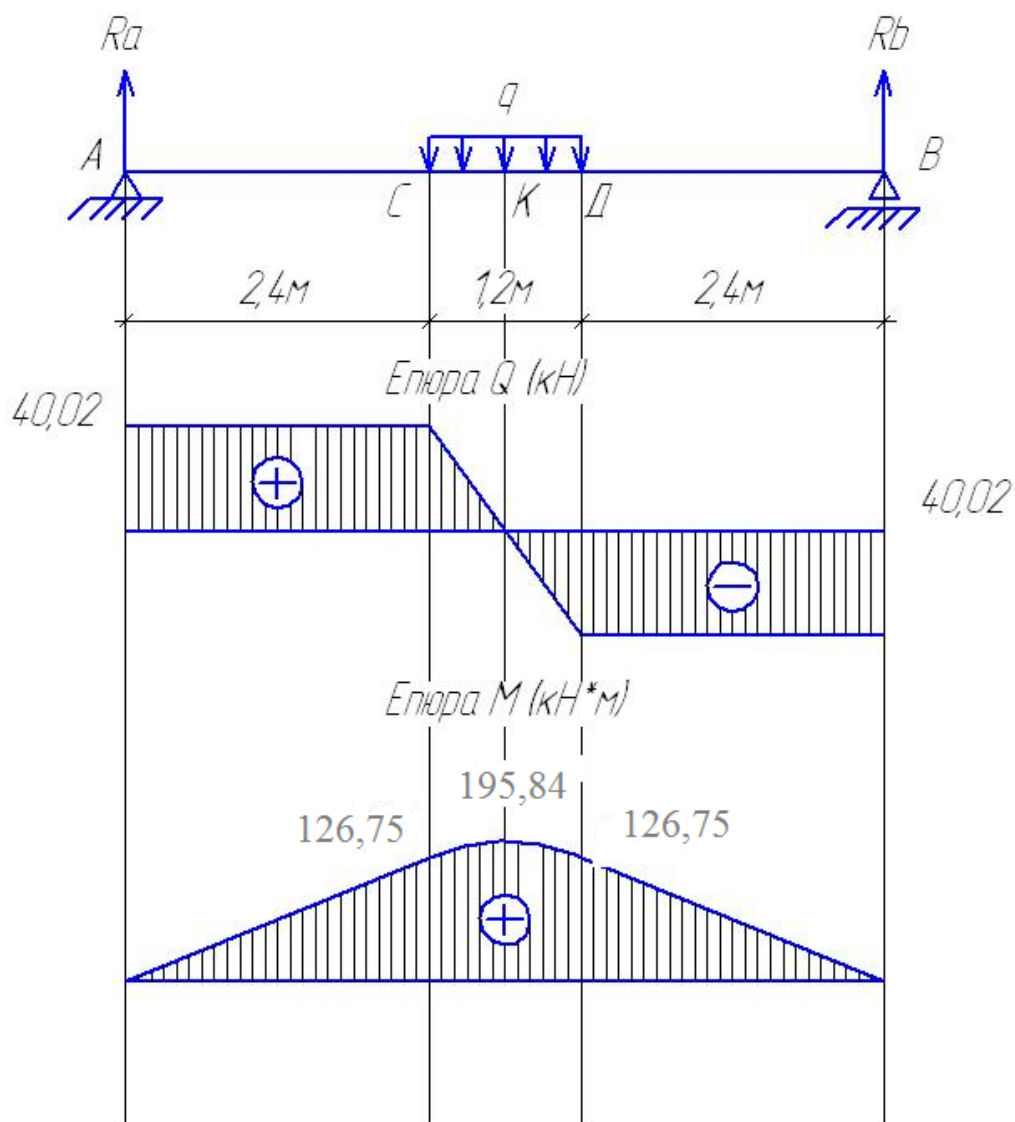


Рисунок 6.6.3 Епюри поперечних сил та згинаючих моментів

Необхідний осьовий момент поперечного перетину балки:

$$W_x = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{195,84 \cdot 10^6}{160} = 1224 \cdot 10^6 \text{ мм}^3 = 660 \text{ см}^3 \quad (6.41)$$

За ГОСТ 9239-72 підбираємо двотавр № 36, для якого $W_x=743 \text{ см}^3$

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

7.1 Службове призначення деталі

Деталь «Накривка» являє собою тіло обертання у вигляді циліндра з габаритними розмірами $\varnothing 450 \times 90$, який має глухий отвір $\varnothing 270$ і 4 отвори $\varnothing 20$ Н14 під кріпильні деталі. Виконується накривка із точністю до 9 квалітету.

Основне службове призначення накривок полягає в захисті механізмів та деталей вузла від зовнішніх впливів

Накривка виготовляється з матеріалу Сталь 20 ГОСТ 1050-88.

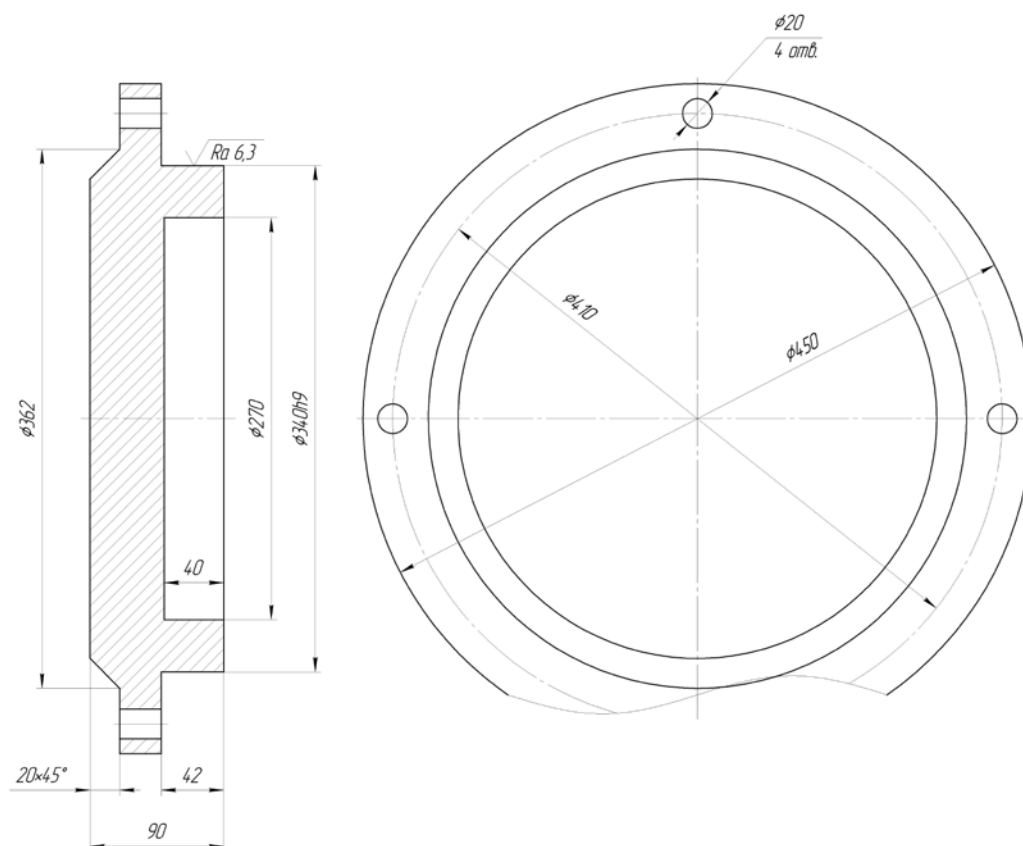


Рисунок 7.1 – Ескіз накривки

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якобчук Р. Л.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Кодтун Р.В.	Назва, додаткова назва Технологічний маршрут виготовлення деталі	200377.КР.14.007 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/13

7.2 Вибір заготовки

Згідно з конструктивними особливостями накривки та особливостями його виготовлення, в якості вихідного матеріалу використовуємо Сталь 20 ГОСТ 1050-88.

Визначаємо припуски на обробку заготовки.

Загальні припуски та номінальні розміри заготовки призначаються табличним методом (ГОСТ 7505-89). Припуски на обробку заготовок залежать від маси, точності виготовлення, групи сталі, ступені складності заготовки і шорсткості поверхонь деталі.

Матеріал деталі – Сталь 20 ГОСТ 1045-88. Отже група сталі М1.

Ступінь складності поковки визначається за формулою:

$$C = \frac{m_3}{m_\phi},$$

де m_3 – маса заготовки, кг;

m_ϕ – маса простої фігури, в яку вписується заготовка, кг

Орієнтовна маса заготовки визначається за формулою:

$$m_3 = m_0 K_p, \text{ кг}$$

де $m_0 = 60,8$ кг – маса деталі;

$K_p = 1,3 \div 1,7$ – розрахунковий коефіцієнт .

Тоді

$$m_3 = 60,8 \cdot 1,5 = 91,2 \text{ кг}$$

Маса простої фігури розраховується за формулою:

$$m_\phi = \frac{\pi D_{\max}^2}{4} l_{\max} \cdot \rho, \text{ кг}$$

де D_{\max} – максимальний діаметр заготовки, м;

l_{\max} – максимальна довжина, м;

$\rho = 7,85 \cdot 10^3$ – густина сталі, кг/м³.

Максимальний діаметр заготовки:

$$D_{\max. \text{ заг}} = D_{\max. \text{ д.}} \cdot 1,05, \text{ м}$$

де $D_{\text{max. д.}}$ – максимальний діаметр деталі, м.

Тоді

$$D_{\text{max. заг}} = 0,45 \cdot 1,05 = 0,4725 \text{ м}$$

Максимальна довжина фігури визначається за формулою:

$$l_{\text{max. заг}} = l_{\text{max. д.}} \cdot 1,05, \text{ мм}$$

де $l_{\text{max. д.}}$ – максимальна довжина деталі, м

Тоді

$$l_{\text{max. заг}} = 0,09 \cdot 1,05 = 0,0945 \text{ м}$$

Таким чином,

$$m_{\phi} = \frac{\pi \cdot 0,4725^2 \cdot 0,0945}{4} \cdot 7,85 \cdot 10^3 = 130,1 \text{ кг}$$

Отже,

$$C = \frac{91,2}{130,1} = 0,7$$

Отриманий коефіцієнт відповідає степені складності С1.

$$C_{C2} = 1,0 \div 0,63.$$

При масі 91,2 кг, групі сталі М1, степені складності С1 та класу точності Т4 вихідний індекс – 15.

Отримані величини припусків, розраховані величини виконавчих розмірів заготовки на ці розмір заносимо до таблиці.

Таблиця 7.1 – Припуски на механічну обробку та розмір заготовки з допусками

Найменування поверхні	Квалітет точності	Параметр шорсткості R_a , мкм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки, мм
Діаметральні розміри				
Ø450	14	12,5	$2,6 \cdot 2 = 5,2$	Ø455,2
Лінійні розміри				
90	14	12,5	$1,9 \cdot 2 = 3,8$	93,8

В якості заготовки для деталі можна використати круглий сортовий прокат. Недоліком цього методу є те, що прокат такого діаметру (більше 330 мм) є малочисливим в ремонтному виробництві. Тому в якості заготовки для деталі обираємо отримання заготовки методом плазмової різки з листового матеріалу. Таким чином, ми отримуємо круглу заготовку діаметром $\varnothing 455,2$ мм.

Найбільше ближче значення товщини листового прокату становить 95 мм. Таким чином габаритні розміри заготовки становлять

$$\text{Лист } \frac{95 \text{ ГОСТ } 19903 - 74}{20 \text{ ГОСТ } 1577 - 93}, \varnothing 455,2 \text{ мм}$$

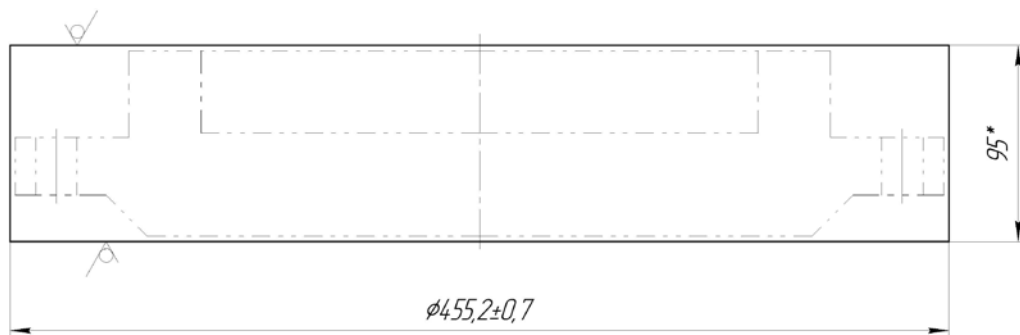


Рисунок 7.2 – Ескіз заготовки Лист $\frac{95 \text{ ГОСТ } 19903 - 74}{20 \text{ ГОСТ } 1577 - 93}, \varnothing 455,2 \text{ мм}$

7.3 Розробка плану операцій та опис технологічного процесу виготовлення деталі

Основою для проектування технологічних процесів (ТП) механічної обробки деталей та їх складання у вузли та вироби є виробнича програма, робочі креслення виробів і деталей та технічні умови на їх виготовлення.

Технологічний процес, який розробляється, повинен забезпечувати:

- підвищення продуктивності праці і якості виробу;
- скорочення трудових і матеріальних витрат;
- зменшення шкідливого техногенного впливу на навколишнє середовище;
- реалізацію значень базових показників технологічності конструкції даного виробу.

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

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

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

За документацією типового, групового чи одиничного ТП складають технологічний маршрут обробки, визначають послідовність технологічних операцій, номенклатуру обладнання і склад технологічного оснащення.

Важливим етапом є розробка технологічних операцій і розрахунок режимів обробки. На підставі документації типових групових чи одиничних

технологічних операцій і класифікатора операцій складають послідовність переходів, вибирають засоби технологічного оснащення (ЗТО), у тому числі засоби контролю і випробувань з урахуванням метрологічного забезпечення.

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

Таблиця 7.2 – Технологічний маршрут виготовлення деталі «Накривка»

Номер операції	Назва та зміст операції	Технологічне обладнання, пристрій, різальний та вимірювальний інструменти
005	<p>Токарно-гвинторізна <u>Установ А</u></p> <p>1.Підрізати торець в розмір 92,5 (технол.) 2.Точити поверхню Ø340 начорно 3. Точити поверхню Ø340h9 начисто 4.Точити поверхню Ø450 на L=30 (до кулачків) 5.Свердлити отвір Ø50 на L=40 (технол.) 6.Розточити отвір Ø270</p> <p><u>Установ Б</u></p> <p>7.Підрізати торець в розмір 90h14 8.Точити поверхню, витримуючи розміри Ø362; 20×45°</p>	<p>Токарно-гвинторізний верстат 16К20 Патрон трикулачковий 1.Різець підрізний Т5К10 2.Свердло спіральне Ø50 Р6М5 3Різець прохідний упорний Т15К6 4.Різець розточний Т5К10 5.Різець прохідний відігнутий Т5К10 Штангенциркуль ШЦ II-500-0,05 Калібр-скоба 340h9 ПР-НЕ</p>
010	<p>Вертикально-свердлильна Свердлити 4 отв. Ø20, витримуючи розмір Ø410±0,8</p>	<p>Вертикально-свердлильний верстат 2Н135 Стіл поворотний Патрон трикулачковий Свердло спіральне Ø20 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1</p>

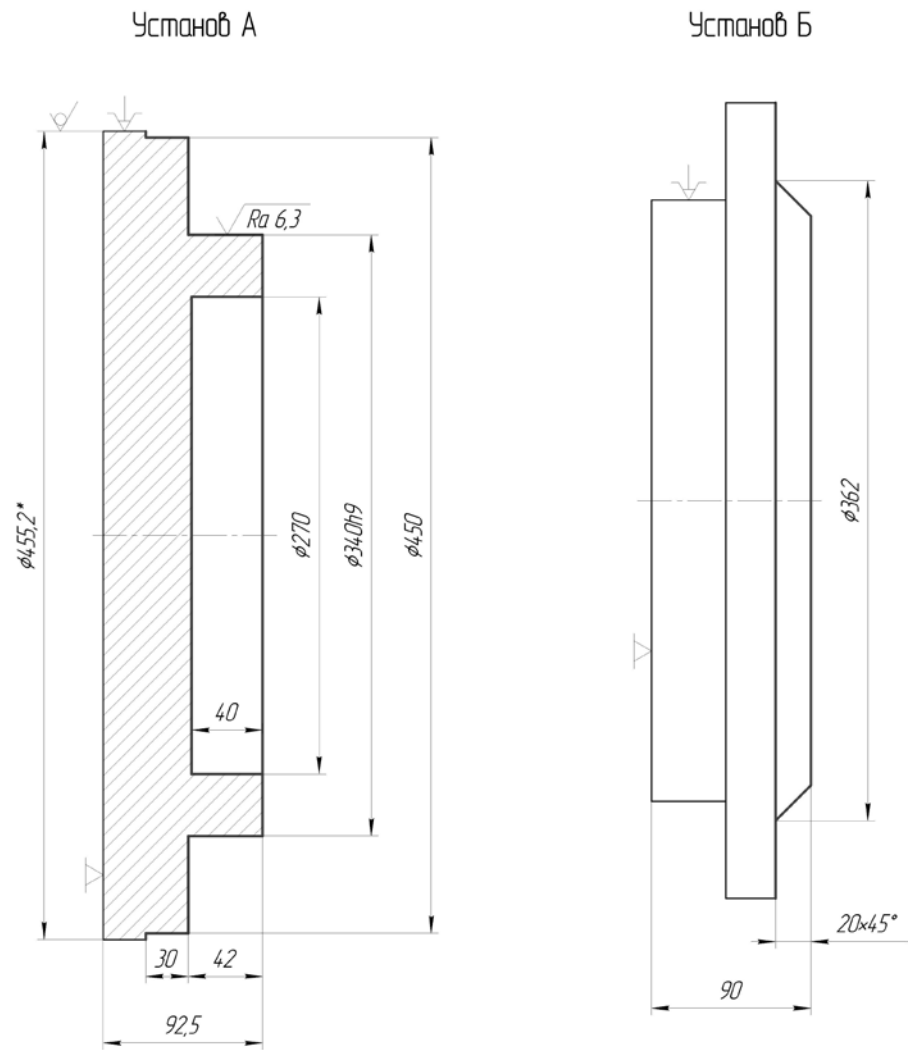


Рисунок 7.3 – Ескіз токарно-гвинторізної операції 005

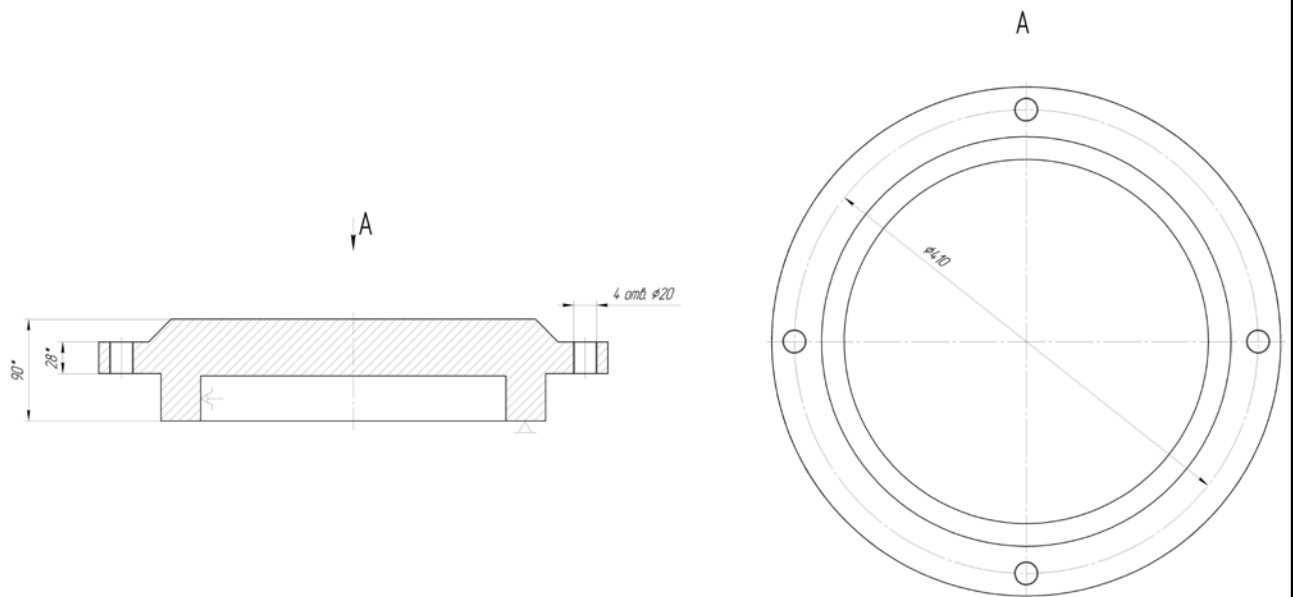


Рисунок 7.4 – Ескіз вертикально-свердлильної операції операції 010

7.4 Розрахунок операцій

Операція 010 Вертикально-свердлильна

Зміст операції

1. Встановити, вивірити і закріпити заготованку.
2. Встановити інструмент.
3. Свердлити послідовно 8 отворів $\varnothing 27$, витримуючи розмір $260 \pm 0,5$
4. Зняти деталь з верстату.
5. Перевірити отримані розміри.

Для обробки наскрізного отвору в сталі 20 $\sigma_s = 490$ МПа діаметром 20 мм довжиною 28 мм прийнято свердло спіральне з конічним хвостовиком з матеріалу Р6М5. Основні параметри: $D = 20$ мм; $L = 319$ мм; $l = 170$ мм. Геометричні параметри: $\alpha = 12^\circ$; $\gamma = 0$; $2\varphi = 118^\circ$ (форма заточки – нормальна); $\omega = 30^\circ$; $\psi = 55^\circ$.

Призначаємо режими різання.

Подача

$$S = 0,38 \div 0,43 \text{ мм/об}$$

За паспортом верстата 2Н135 приймаємо $S = 0,4$ мм/об.

Період стійкості свердла

$$T = 45 \text{ хв (т.30, с.279)}$$

Швидкість різання

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v,$$

де C_v – емпіричний коефіцієнт;

D – діаметр свердла;

S – подача;

T – період стійкості;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{Lv},$$

де K_{mv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблююмого матеріалу на швидкість різання (т.4, с.263);

$K_{iv} = 1,0$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання (т.5, с.263);

$K_{Lv} = 1,0$ при $L = 3D$ – поправочний коефіцієнт, що враховує довжину отвору (т.32, с.280).

$$C_v = 9,8; q = 0,4; y = 0,5; m = 0,2 \text{ (т.28, с.278)}$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_6} \right)^{n_v}, \quad (\text{т.1, стр.261})$$

де $\sigma_6 = 490$ МПа – межа міцності матеріалу заготовки.

$K_r = 1,0; n_v = 0,9$, отже

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{490} \right)^{0,9} = 1,47$$

$$K_v = 1,47 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,47$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 20^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 1,47 = 35,2 \text{ м/хв} = 0,59 \text{ м/с}$$

Частота обертання свердла

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 35,2}{3,14 \cdot 20} = 560 \text{ хв}^{-1}$$

Коректуємо розраховану частоту обертання по паспорту верстата 2Н135

$$n = 500 \text{ хв}^{-1}$$

Дійсна швидкість різання

$$V_\sigma = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 500}{1000} = 31,4 \text{ м/хв} = 0,52 \text{ м/с}$$

Визначаємо силу різання, крутячий момент та потужність різання.

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p,$$

де C_M, C_p – емпіричні коефіцієнти для визначення крутячого моменту та сили різання відповідно;

S – подача;

D – діаметр свердла;

K_p – поправочний коефіцієнт.

$$K_p = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^{n_p}, n_p = 0,75$$

$$K_p = \left(\frac{490}{750} \right)^{0,75} = 0,73$$

Для формули крутячого моменту $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ (т.32, с.281)

Для формули сили різання $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ (т.32, с.281)

Отже

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 20^{2,0} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,73 = 48,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 20^{1,0} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 0,73 = 5228 \text{ Н}$$

Потужність різання

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{48,4 \cdot 500}{9750} = 2,5 \text{ кВт}$$

Визначаємо потужність привода головного руху верстата

$$N_{ум} = N_{об} \eta = 4,5 \cdot 0,8 = 3,6 \text{ кВт}$$

де $\eta = 0,8$ – ККД верстата.

Розрахована потужність різання менша потужності на шпинделі верстата отже, обробка на розрахованих режимах можлива.

Визначаємо основний час

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{S n} i,$$

де $l = 28$ мм – довжина оброблююмого отвору;

$l_1 = 0,5D$ – величина врізання;

$l_2 = 3$ мм – величина перебігу;

$S = 0,4$ мм/об – подача;

$n = 500 \text{ хв}^{-1}$ – частота обертання шпинделя;

$i = 4$ – число проходів інструмента.

$$T_o = \frac{28 + 10 + 3}{0,4 \cdot 500} \cdot 4 = 0,82 \text{ хв}$$

Розраховуємо норми часу.

Визначаємо допоміжний час за формулою

$$T_\partial = t_{\text{уз\partial}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{кз}},$$

де $t_{\text{уз\partial}} = 0,45$ хв – час на установку-зняття деталі;

$t_{\text{пер}} = 0,32$ хв – час, пов'язаний з переходом;

$t_{\text{кз}} = 0,24$ хв – час на контрольні заміри.

$$T_\partial = 0,45 + 0,32 + 0,24 = 1,01 \text{ хв}$$

Оперативний час

$$T_{on} = T_o + T_\partial,$$

де T_o – основний час, хв.

$$T_{on} = 0,82 + 1,01 = 1,83 \text{ хв}$$

Визначаємо додатковий час

$$T_{\text{до\partial}} = T_v + T_{\text{обсл}},$$

де T_v – час на відпочинок та природні потреби робітника (3,5% від T_{on});

$T_{\text{обсл}}$ – час на обслуговування робочого місця (в межах 4% від T_{on}).

$$T_{\text{до\partial}} = 1,83 \cdot 0,035 + 1,83 \cdot 0,04 = 0,064 + 0,073 = 0,137 \approx 0,14 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час

$$T_{\text{шт}} = T_{on} + T_{\text{до\partial}} = 1,83 + 0,14 = 1,97 \text{ хв}$$

За нормативами визначаємо підготовчо-заклучний час $T_{n-3} = 25$ хв.

Розраховуємо штучно-калькуляційний час

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{n-3}}{n},$$

де $n = 1$ шт – розмір партії деталей.

$$T_{\text{шт-к}} = 1,97 + \frac{25}{1} = 26,97 \text{ хв}$$

На решту операцій розрахунок режимів різання та норм часу проводимо табличним методом, а результати зводимо до таблиць.

Таблиця 7.3 – Зведена таблиця режимів різання

№	Назва і зміст операції, переходу	t/i, мм	Розрахункові величини			Прийняті величини			T _о хв.
			S _p мм/об	V _p м/хв	n _p хв ⁻¹	S _д мм/об	V _д м/с	n _д хв ⁻¹	
005	Токарно-гвинторізна <u>Установ А</u>								
	1.Підрізати торець в розмір 92,5 (технол.)	2,5/1	0,5	100	70	0,5	1,5	63	7,32
	2.Точити поверхню Ø340 начорно	2,5/2 3	0,5	100	94	0,5	1,42	80	24,15
	3. Точити поверхню Ø340h9 начисто	0,25/ 1	0,25	150	140	0,25	1,78	100	1,68
	4.Точити поверхню Ø450 на L=30 (до кулачків)	2,6/1	0,5	100	70	0,5	1,5	63	0,95
	5.Свердлити отвір Ø50 на L=40 (технол.)	25/1	0,2	25	160	0,2	0,42	160	1,25
	6.Розточити отвір Ø270	2,5/4 4	0,35	90	106	0,35	1,41	100	50,3
	<u>Установ Б</u>								
7.Підрізати торець в розмір 90h14	2,5/1	0,5	100	70	0,5	1,5	63	7,32	
8.Точити поверхню, витримуючи розміри Ø362; 20×45°	2/22	0,5	100	88	0,5	1,52	80	11,0	

Продовження таблиці 7.3

№	Назва і зміст операції, переходу	t/i, мм	Розрахункові величини			Прийняті величини			T _о хв.
			S _p мм/об	V _p м/хв	n _p хв ⁻¹	S _д мм/об	V _д м/с	n _д хв ⁻¹	
010	Вертикально-свердлильна Свердлити 4 отв. Ø20, витримуючи розмір Ø410±0,8	10/4	0,43	35,2	560	0,4	0,52	500	0,82

Таблиця 7.4 – Зведена таблиця норм часу

Назва і номер операції	T _о , хв.	T _{доп} , хв.		T _{оп} , хв.	T _{обсл} , хв.	T _{відп} , хв.	T _{шт.} , хв.	T _{п.з.} , хв.	T _{шт.к} , хв.
		T _{д1}	T _{д2+} T _{д3}						
005 Токарно-гвинторізна	103,97	2,06	3,15	109,18	4,367	3,821	117,37	30	147,37
010 Вертикально-свердлильна	0,82	0,45	0,56	1,83	0,073	0,064	1,97	25	26,97

8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ

8.1 Технологічний процес монтажу обладнання

Перед початком монтажу вертикального жомового пресу А2-ППВ необхідно перевірити комплектність поставки у відповідності з специфікаціями. При тривалому зберіганні обладнання на складах всі законсервовані деталі і складанні одиниці жомового пресу А2-ППВ підлягають контрольному огляду, ревізії і розконсервації в терміни, передбачені технічними умовами на виготовлення, комплектування і поставку обладнання.

Під час перед монтажною ревізії запірно-регулюючої арматури слід впевнитись у всіх деталях. Відсутності тріщин і раковин у корпусах вентелів і фланців, погнутості шпинделя.

Жомовий прес А2-ППВ встановлюють відповідно до монтажних креслень зазвичай на другому поверсі на спеціально виготовлених балках на металевій рамі за допомогою вантажопід'ємного пристосування. Прес встановлюють строго вертикально. В опору вводять цапфу віджимного шнеку, утримуючи шнек тросом за монтажну проушину, закріплену болтами на торці верхньої цапфи. Установчі рами пресів кріплять болтами до балок. Розкріплюють знизу шнек, щоб звільнити трос. Звільнивши трос видаливши при цьому монтажну проушину, збирають підшипники у верхній опорі і монтують привідну шестерню. Коли шестерня встановлена, убирають кріплення шнека знизу. Збирають царги із ситами, починаючи від верхньої опорі, при цьому забезпечують щільність фланцевих з'єднань. По ярусам встановлюють контр ножі, згідно їх маркування, перевіряючи щоб вони не зачіпляли витків шнека. Для цього шнек прокручують вручну. Закривають царги кожухами збираючи їх на болти. Контр ножі встановлюють на гумових прокладках.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Якобчук Р.Л.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Кобтун Р.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту	200377.КР.14.008 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/9	

До нижньої царги прикріплюють нижню опору, заводять в неї опорну цапфу шнека.

Нижню частину преса – фланець – між останньою і передостанньою царгою розкріплюють за допомогою балок і накладок, з'єднаних з балками і фланцями на болтах по 6 – 8 мм із кожної сторони. Нижня опора повинна встановлюватися так, щоб патрубки для виходу жомопресової води знаходилися по фронту пресу.

На верхній опорі встановлюють корпус і заводять в нього, закріплюючи на ступиці зубчастого колеса, крильчатку, перевіряють, щоб не було заклинювання крильчатки і лопатей корпуса. В корпус встановлюють пропаровальну трубку, забезпечуючи герметичність її з'єднання з корпусом.

На корпусі монтують на гумовій прокладці завантажувальної шахти і встановлюють на ній оглядові вікна і оглядовий люк також на прокладках.

Заводять в зачеплення із зубчастим колесом малі привідні шестерні. Забезпечують точність зачеплення привідних шестерень і зубчастого колеса по поверхні контакту або за допомогою прокатки свинцевих пластин. Для огляду точності збирання в корпусі є спеціальні люки.

Встановлюють по чергово вертикальні мотор-редуктори, з'єднуючи їх вихідні вали муфтами з привідними шестернями, а потім збирають масло систему: лубрикатор, маслопроводи, запасний збірник мастильного матеріалу. Підводять трубопровід пару, виготовляють жолоба в завантажувальну шахту і на транспортер віджатою жому.

Стрічковий транспортер віджатою жому під пресами повинен бути зміщений відносно вертикальної осі пресів на відстані не менше 1,4 м, щоб можливо було розібрати один із пресів без зупинки інших. Мається на увазі при монтажі лінії видалення віджатою жому. Жолоби для відводу жому на транспортер повинен мати нахил по вертикалі не менше 50°.

На нижній опорі монтують пристосування для підтискання шнека, видалив попередню з дна рим болт.

Після закінчення монтажу виконують контрольні операції перед включенням жомового пресу А2 – ППВ в роботу. Перевіряють герметичність установки завантажувальної шахти, люків, оглядових вікон і масляної ванни. Переконаються у наявності підсвічування оглядових вікон завантажувальної шахти для контролю за рівнем свіжого жому в ній. Знімають на кожній царгі по два діаметрально розташованих контр ножа і щупом заміряють проміжки між витками шнека і ситом, які повинні складати 1,5 – 2 мм (не більше). Обтягують болтові з'єднання на фланцях царг і контр ножів. Заповнюють мастилом масло систему, перевіряють наявність мастила в редукторах, виконують пробну прокачку мастила.

Підключають електропровід, роблять пуск одного із електродвигунів на 5 – 8 с. і перевіряють напрямлення обертів шестернь. Зубчасте колесо повинно обертатися по годинникової стрілки, якщо дивитися на нього зверху. З'єднувальна муфта між редуктором і малою шестернею повинна обертатися проти годинникової стрілки.

Перед включенням мотор–редуктор потрібно увімкнути вентилятор двигуна і масляний насос редуктора, перевірити напрямлення вентилятора.

Випробовують прес на холостому ході протягом 16 год. Перед пуском переконаються у відсутності механічних несправностей і не допускають попадання в жомовий прес А2 – ППВ сторонніх предметів. Із-за особливості конструкції преса, в якому застосовані тонкі фільтруючі сита, особливу увагу звертають на запобігання попадання в нього металу. Перед розподільчим транспортером сирого жому потрібно ставити електромагнітний сепаратор.

Увімкнення пресу на холостому ході виконують після випробовування пускових пристроїв. Поступово доводять частоту

обертання шнеку до максимальної, переконуються у відсутності вібрації, стуків ударів в окремих вузлах.

Шнек пресу повинен обертатися плавно без поштовхів і зміщення в сторону.

Зупинивши жомовий прес А2 – ППВ, ще раз оглядають підшипники, зубчаті пари, маслосистему редуктори, усувають течі і нещільності. Переконуються в надійності роботі тристорного перетворювача і електрообладнання жомового пресу А2 – ППВ.

Вмикають в постійну роботу жомовий прес і при відкритому на одну третину завантажувального шибера над пресом і мінімальній частоті обертання. Перед подачею жому в прес вмикають пропарку і нагрівають прес, щоб пресування відбувалося при оптимальній температурі (58 – 60 °С). Після появи на нижньому термометрі віджатого жому підвищують навантаження жомового пресу А2 – ППВ і частоту його обертання.

8.2 Ремонт обладнання

Поточний ремонт жомового пресу А2 – ППВ:

Він проводиться за графіком, складеним заздалегідь для кожного обладнання. Виявлені при поточному ремонті жомового пресу А2 - ППВ дефекти враховують при підготовці його до капітального ремонту.

Основні роботи з поточного ремонту:

- Усунення дрібних дефектів обладнання;
- Заміна швидкозношуваних деталей;
- Зачистка поверхонь, що труться деталей з метою усунення забоїв та задирок;
- Підтяжка кріпильних деталей і пружин, регулювання зазорів;
- Перевірка і чистка підшипників, чистка мастильних пристроїв;
- Контроль і випробування запобіжних і блокуючих пристроїв контролюно-вимірювальних приборів;

- Перевірка і заміна зношених фрикційних гальмівних стрічок, тросів, ланцюгів, ременів;

- Заміна набивань сальників і прокладок в трубопроводах, промивка редукторів.

Поточний ремонт здійснюється на місці установки обладнання силами ремонтного і чергового персоналу цеху. Механік цеху керує ремонтом, а також відповідає за його якість і своєчасний ремонт.

Затверджую

Головний інженер _____

(підпис)

ГРАФІК

поточного ремонту обладнання _____

(найменування підприємства)

Найменування обладнання	Інв. № апарату	Місяці												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
Вертикальний жомовий прес А2-ППВ №1		10/16				16/16						10/16		

Рисунок 8.1 Графік поточного ремонту жомового пресу А2 - ППВ

Капітальний ремонт жомового пресу А2 – ППВ:

Проводиться в ремонтно-механічному цеху підприємства або безпосередню в цеху в терміни, передбачені графіком. При капітальному ремонті замінюють всі зношені вузли та деталі, реставрують базові деталі, відновлюють первинні параметри, і виконуються силами ремонтно-механічних майстерень і ремонтним персоналом виробничих цехів.

Основні роботи при капітальному ремонті:

- Повне розбирання всіх вузлів і деталей або їх реставрація, (шнек, контр ножі, шестерні, редуктори);

- Ретельна вивірка, центрування, балансування вузлів та машини, (шнек, вали);
- Вивірка станини (рами) машини, жомового пресу А2 – ППВ;
- Налагодження і регулювання всіх приладів автоматики і управління;
- Ремонт приводу і забарвлення обладнання, (відновлення шестернь);
- Випробування, приймання за технічними умовами і оформлення документації, (випробування проводиться на холостому ході протягом 16 год.).

Під час капітального ремонту може бути проведена модернізація обладнання. Ремонт обладнання повинен проводитися тільки при повному забезпеченні його матеріальними, запасними деталями і робочої силою.

Затверджую

Головний інженер _____

(підпис)

ГРАФІК

капітального ремонту обладнання _____
(найменування підприємства)

Найменування обладнання	Інв. № апарату	Місяці											
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Вертикальний жомовий прес А2-ППВ №1						10/5							

Рисунок 8.2 Графік капітального ремонту жомового пресу А2 – ППВ

Укрупнені норми часу на ремонт вертикального жомового пресу А2 – ППВ встановлюється в залежності від визначеного виду ремонту. Наприклад, поточний ремонт №1 вертикального жомового пресу А2 - ППВ включає в себе часткове розбирання жомового пресу; огляд завантажувальних шахт; трубопроводів для підведення пари; ремонт маслянок, сит, заміна прокладок;

прогонка і часткове відновлення різьби кріпильних деталей; складання жомового пресу; заміна та відновлення витків шнека, контрножів; випробовування на холостому ході.

Поточний ремонт №2 вертикального жомового пресу А2 – ППВ включає роботи ремонту №1 та додатково: заміну шпонок муфти та редуктора; заміна прокладок; заміна окремих деталей редуктора.

Поточний ремонт №3 жомового пресу А2 – ППВ включає роботи ремонтів №1, №2, та додатково: наплавлення витків шнеку; з наступною механічною обробкою, наплавлення вкладишів нижньої опори з розточуванням, відновлення шківів, заміна окремих деталей редуктора, заміна підшипників, контрножів, паропроводів, випробовування на холостому ходу (протягом 16 год.)

Норми часу на ремонт вертикального жомового пресу А2 - ППВ приймаються по збірнику (4). Норма часу на поточний ремонт № 1 - 80 люд./год.; ремонт №2 – 95,5 люд./год.; ремонт №3 – 120 люд./год.

8.3 Експлуатація обладнання

В період підготовки жомового пресу А2 - ППВ до введення в експлуатацію та в період постійної експлуатації необхідно зберігати вимоги правил технічної безпеки та правил технічної експлуатації електрообладнання.

До обслуговування жомового пресу допускаються люди які пройшли технічну підготовку по обслуговуванню машини, ознайомленні з загальними вимогами безпеки для виробничих підприємств з справжнім технічним описом.

Нормальна робота жомового пресу А2 - ППВ залежить від правильного дотримання режиму експлуатації та вимог надійності.

Монтаж та підключення жомового пресу до електромережі повинно бути виконано відповідно до вимог ПУЄ.

Всі види ремонтних робіт повинні проводитись тільки після відключення пакувальної машини від електромережі. В місці відключення повинна бути висіти табличка " Не вмикати - працюють люди ".

При вводі в експлуатацію та обслуговуванні жомового пресу необхідно дотримуватись наступних правил безпеки:

- Перед включенням преса необхідно впевнитись, що заземлення жомового пресу та електрошафа не мають пошкоджень, двері електрошафи закриті;

- Категорично забороняється проводити санітарну роботу, огляд, профілактику чи будь - які ремонтні роботи, відкривати двері електрошафи, при наявності;

- Наладка та ремонт електрообладнання повинні бути поручені тільки людям які пройшли спеціальну підготовку і які мають кваліфікаційне посвідчення;

- Перевірити опір ізоляції всього електрообладнання;

- При завантажуванні, монтажі, та встановленні опор машину піднімають згідно схеми строповки з дотриманням заходів безпеки.

Під час експлуатації жомового пресу А2 - ППВ обслуговуючий персонал повинен щомісяця оглядати машину, виконувати незначні несправності, контролювати роботу електродвигуна, перевіряти степінь нагріву корпусу редуктора і варіатора, двигуна корпусів вальниць, при необхідності струмознімачі протирати спиртом, виконувати змащення вузлів пресу в період перших двох тижнів – щоденно, далі у відповідності зі схемою змащення.

Періодичне технічне обслуговування виконують, як без розбирання так із частковим розбиранням окремих складальних одиниць. При цьому виконують заміну зношених деталей, перевіряють натяг ланцюгів передач, кріплення і правильність роботи всіх механізмів та елктрообладнання жомового прес і при необхідності виконують їх регулювання та ремонт.

При періодичному технічному жомового пресу А2 - ППВ необхідно:

- перевіряти стан змащувальної рідини в редукторі та варіаторі, в опорах вальниць та при необхідності замінювати їх;
- перевіряти жомовий прес на відсутність нехарактерних шумів в редукторі та варіаторі;
- перевіряти технічний стан зношених деталей та вузлів,(контр-ножів, сит);
- перевіряти стан кріпильних деталей, сальникового ущільнення, вольниць, болтів;
- перевіряти технічний стан редуктора, варіатора, зірочок, зубчастих коліс;
- уточнювати об'єм та час наступного планового ремонту;
- перевіряти якість міжремонтного обслуговування;
- перевіряти стан електрообладнання, робити очищення та перевірку з'єднань, перевіряти стан захисного механізму жомового пресу.

9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Цукрове виробництво розглядається як безперервне, що складається з великої кількості різноманітних процесів та вимагає при управлінні контролю сотень технологічних параметрів, які характеризують якість сировини та кінцевого продукту, результат проміжних хіміко-фізичних перетворень і техніко-економічні показники. Однією з особливостей цукрового виробництва є те, що воно охоплює виробничою діяльністю технологічні та організаційні процеси.

Комплексна автоматизація цукробурякового виробництва надає можливості суттєво підвищити його ефективність за рахунок зниження втрат цукру, збільшення коефіцієнта використання потужності заводу, скорочення тривалості виробництва, підвищення продуктивності праці, зниження собівартості цукру, економії палива, допоміжних матеріалів, а також інших взаємозв'язаних показників.

Системою автоматизації процесу віджимання в жомовому пресі А2-ППВ передбачено комплекс що пов'язаний із забезпеченням керуванням всім процесом в бурякопереробному відділенні.

В бурякопереробному відділенні здійснюється вилучення цукру з буряка. Цукровий буряк, що поступає з мийного відділення, подрібнюють в стружку за допомогою бурякорізок і падають в дифузійний апарат. Тут в процесі взаємодії бурякової стружки з водою, цукор вимивається з стружки і переходить у воду. Отриманий цукровий розчин, званий дифузійним соком, відкачують насосами на подальшу переробку. Знецукрена стружка, звана жомом, віддаляється з апарату. Віджата з жому вода, називається жомопрессовой водою, повертається в апарат.

В бурякопереробному відділенні крім дифузійного апарату розміщено різне допоміжне обладнання: апарати для підготовки та подачі води, бурякорізка, підігрівачі, збірка дифузійного соку, транспортери та інше.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кодтун Р.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Опис системи управління	200377.КР.14.009 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

Дифузійні апарати є основним обладнанням, що визначає роботу всього бурякопереробного відділення.

Ефективність роботи дифузійного апарату характеризується вихідними параметрами, до яких відносяться вміст цукру в дифузійному соку і віддаленому і видаленому з апарату жомом. Характер протікання процесу знецукрення, розподілу концентрації цукру в різних тиках апарату і отже, вихідні параметри залежать від багатьох факторів.

До них відносяться: витрата бурякової стружки і води, їх якість і температура, витрата теплоти, що гріє апарат, частота обертання транспортують органів, питома навантаження апаратів, рівень і температура сокостружкової суміші та ряд інших, вплив яких важко врахувати.

Для забезпечення найкращих умов протікання процесу вилучення цукру важливе значення має: автоматичне дозування води, що подається в апарат, автоматичне керування нагрівом сокостружкової суміші та завантаженням апарату. Нестача води, привід до підвищеного вмісту цукру в жомі, а надлишок - до розрідженню дифузійного соку. При недогріву циркулюючого соку і сокостружкової суміші значний час витрачається на ошпарювання, а час і швидкість активної дифузії скорочується. При перегріві значно зменшується якість дифузійного соку, важке переміщення стружки і протікання води. Недовантаження або перевантаження апарату стружкою викликає погане змивання стружки соком. Час активної дифузії та продуктивності апарату визначаються тривалістю контакту бурякової стружки із соком і умовами її переміщення. У процесі дефондування вказані параметри можна побічно виміряти за рівнем сокостружкової суміші і навантаження електродвигунів приводу валів.

На підставі розглянутих особливостей функціонування дифузійних апаратів можна сформулювати основні вимоги до їх автоматизації та автоматизації відділення в цілому.

10. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

10.1. 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.

1.5. Робітники повинні дотримуватися норм підйому та переміщення вантажу вручну. Разова норма маси вантажу, що піднімається і

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Якобчук Р.Л.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Кобтун Р.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи з охорони праці	200377.КР.14.010 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6

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. Частини 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. Порушення 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.

10.2. 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, переконатися 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.

10.3. 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.

10.4. 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.

10.5. Вимоги охорони праці при закінченні 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.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи була проведена модернізація пресу для віджимання жому технологічної лінії по виробництву цукру, зокрема розглянуті конструкції пресів для віджимання жому. Розглянуто будову та принцип роботи обладнання.

Представлена модернізація і проведені розрахунки, дозволили забезпечити збільшення ступеня зневоднення жому, це дозволить в кінцевому результаті зменшити втрати цукру.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р.Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковтун Р.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	200377.КР.14.000 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 ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя [Текст] : В 3-х т.– М.: Машиностроение, 1982. (т.1 – 729 с. т.2. – 584 с. т.3. – 576 с.)
2. Купчик, М. П. Основи охорони праці / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець, В. Н. Вендичанський, А. М. Литвиненко, О. В. Іваненко. – К.: Основа, 2000. – 416 с.
3. Методичні положення та норми продуктивності на виробництво цукру / В.В. Вітвіцький, В.І. Ковальчук, А.Л. Солошонок, Г.Л. Остапенко, О.М. Лукомський. – К.: НДІ «Укragenпромпродуктивність», 2008.
4. Методичні рекомендації до виконання випускної роботи для здобувачів освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальності 133 Галузеве машинобудування денної та заочної форм навчання / уклад. : В. Г. Мирончук, О. М. Гавва ; Нац. ун-т харч. технол. - Київ : НУХТ, 2018. - 30 с.
5. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум [Текст] : навч. посіб. / В. Г. Мирончук, Д. М. Люлька, О. А. Єщенко, О. І. Свідерська ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2017. — 162 с.
6. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / Підручник. / В.Г. Мирончук , І.С. Гулий, М.М. Пушанко та ін. ; за ред. В.Г. Мирончука.– Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
7. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник: В 2 кн./ В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А.Носов и др.; Под ред. В.Г.Айнштейна. М.: Логос; Высшая школа, 2003. Кн. 2. 872 с.: ил.
8. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : підруч. / О. С. Марценюк, Л. М. Мельник ; НУХТ. — К. : НУХТ, 2011. — 407 с.
9. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості [Текст] : Навч. посіб. / В. Г. Мирончук, Л. О. Орлов,

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Якобчук Р. Л.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Кодтун Р.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаних літературних джерел		200377.КР.14.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

А. І. Українець та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. — Вінниця : Нова книга, 2004. — 288 с.

10. Справочник механика пищевой промышленности / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л. Яровой и др.; Под ред. А.И. Соколенко. – К.: АртЭк, 2004. – 304 с.: ил.

11. Справочник специалиста пищевых производств. Книга 1. Под ред. А. И. Соколенко. – К.: АртЭк, 2001. – 304 с.: ил.

12. Сухенко Ю.Г., Бойко Ю. І. Технологічні основи машинобудування. Лабораторний практикум: Навч. посібник/За ред. проф. Ю. Г. Сухенка – К.:НУХТ,2009.- 262 с.

13. Технология пищевого машиностроения / Г.А. Прейс, А.И. Безыкорнов. – К.: Вища шк. Головное изд - во, 1987. – 287с.

14. Технологічні основи машинобудування: методичні рекомендації до виконання курсової роботи для студентів напрямів підготовки 6.050502 "Інженерна механіка", 6.050503 "Машинобудування" денної та заочної форм навчання / уклад. : Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : НУХТ, 2015. — 193 с.

15. Хоменко М. Д. Сучасні схеми та обладнання для переробки цукрових буряків. Транспортування, очищення, отримання стружки і дифузійного соку. Навч. Посібник. – К. ПДО НУХТ, 2006.

16. Хоменко, М. Д. Сучасні схеми та обладнання для переробки цукрових буряків. Транспортування. очищення, отримання стружки і дифузійного соку [Текст] : Навч. посіб. / М. Д. Хоменко ; Нац. ун-т харч. технол., Ін-т післядип. освіти. — К. : Сталь, 2006. — 240 с.

