



Міністерство освіти і науки України

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра обладнання харчових технологій

Освітній рівень магістр

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

Обладнання харчових технологій

д.т.н., проф. Вітенько Тетяна Миколаївна.

"29" серпня 2019 року

## ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Луцківу Назарію Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технічне переоснащення сокового відділення на цукровому заводі ТОВ «Збараж-цукор» з дослідженням процесу очищення сатураційного соку на автоматичному камерному фільтр-пресі РКО-25.

керівник роботи к.т.н., доц. Зварич Н.М.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від "29" серпня 2019 року №4/7-741

2. Строк подання студентом роботи "17" грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи Технологічні плани ТОВ «Збараж-цукор», технічний паспорт та інструкції з експлуатації монтажу та технічного обслуговування і ремонту камерного фільтр-преса РКО-25.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

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



## Реферат

Автор дипломної роботи: Луцків Назарій Іванович.

Тема дипломної роботи: Технічне переоснащення сокового відділення на цукровому заводі ТОВ «Збараж-цукор» з дослідженням процесу очищення сатураційного соку на автоматичному камерному фільтр-пресі РКО-25.

Роботу виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2019 році

Дипломна робота складається з пояснювальної записки обсягом сторінок ( рисунків, таблиць) та графічної частини з 10 креслень формату А1.

В дипломній роботі пропонується заходи з технічного переоснащення сокового відділення на цукровому заводі ТОВ «Збараж-цукор» з дослідженням процесу очищення сатураційного соку на автоматичному камерному фільтр-пресі РКО-25, метою якого є забезпечення ефективного фільтрування соків бурякоцукрового виробництва.

В даній дипломній роботі вирішуються питання з модернізації, дослідження і встановлення оптимальних режимів роботи автоматичного камерного фільтр-преса РКО-25.

При цьому виконуються наступні задачі:

аналіз сучасних конструкторських і технологічних рішень для фільтрування;

розробка заходів з модернізації автоматичного камерного фільтр-преса РКО-25;

математичне моделювання процесу фільтрування;

виконання обчислень моделі та аналіз результатів;

обґрунтування прийнятих в роботі рішень, вирішення питань охорони праці, охорони навколишнього середовища і цивільної безпеки.

## Зміст

Завдання .....	
Реферат .....	
Зміст .....	
Вступ.....	
1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження .....	
1.1. Вихідна інформація для розробки дипломної роботи.....	
1.2 Аналіз типів фільтрпресів .....	
1.3. Аналіз існуючого виробництва на цукровому заводі ТОВ «Збараж-цукор» .....	
1.4. Основні технологічні процеси при виробництві цукру .....	
1.5. Техніко-економічне обґрунтування дипломної роботи.....	
2. Заходи з технічного переоснащення сокового відділення цукрозаводу ТОВ "Збараж-цукор" .....	
2.1. Вибір технологічних режимів роботи цукрозаводу ВАТ «Збараж-цукор» .....	
2.2. Технологічна схема виробництва і загальний опис технології виготовлення цукру ВАТ «Збараж-цукор».....	
2.3. Вибір технологічного обладнання сокового відділення ВАТ «Збараж-цукор» .....	
2.3.1. Розрахунок продуктивності обладнання сокового відділення.....	
2.3.2. Уточнення функціонального призначення обладнання сокового відділення ВАТ «Збараж-цукор».....	
2.3.3. Визначення типу і розрахунок потрібної кількості технологічного обладнання сокового відділення ВАТ «Збараж-цукор» .....	
2.4. Визначення числа працюючих по категоріях .....	

2.5. Визначення складу і розмірів виробничих площ сокового відділення ВАТ «Збараж-цукор».....	
2.6. Розрахунок службових і побутових приміщень ВАТ «Збараж-цукор».....	
2.7. Розробка плану розміщення обладнання сокового відділення ВАТ «Збараж-цукор».....	
2.8. Розрахунок споживання енергоресурсів.....	
3. Конструктивна частина.....	
3.1. Опис заходів з модернізації фільтр-преса РКО 25.....	
3.2. Будова і принцип роботи будова і принцип роботи фільтр-преса РКО 25.....	
3.3. Технологічний розрахунок фільтр-преса РКО 25.....	
3.4. Розроблення структурної та кінематичної схеми фільтр-преса.....	
3.5. Розрахунок фільтрувальної плити фільтр-преса.....	
3.4. Розрахунок гідроциліндра притискання плит.....	
3.5. Розрахунок ланцюгової передачі приводу фільтр-преса.....	
4. Математичний опис процесу фільтрування у бурякоцукровій промисловості.....	
5. Спеціальна частина.....	
6. Обґрунтування економічної ефективності.....	
7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	
7.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки в соковому відділенні цукрозаводу ТОВ «Збараж-цукор».....	
7.2. Підвищення стійкості роботи цукрозаводу ТОВ «Збараж-цукор» під час надзвичайних ситуацій.....	
7.2.1. Негативний вплив шкідливих факторів виробничого середовища цукрозаводу ТОВ «Збараж-цукор», що знижують працездатність промислово-виробничого персоналу, заходи щодо його усунення.....	

7.2.2. Проведення заходів щодо інженерного захисту персоналу підприємства і населення, що проживає на прилеглий території .....	
8. Екологія .....	
8.1. Забруднення довкілля, які супроводжують діяльність цукрозаводі ТОВ «Збараж-цукор»	
8.2. Заходи по зменшенню кількості забруднень на цукрозаводі ТОВ «Збараж-цукор» та їх дії на навколишнє середовище .....	
Загальні висновки .....	
Перелік посилань .....	
Додатки .....	
Додаток А .....	
Специфікації	

## Вступ

Останніми роками українська цукрова промисловість перебуває не в найкращому стані. Виробники цукрових буряків не можуть змінити ситуацію на краще, оскільки їм хронічно бракує грошей для впровадження нових агротехнологій.

Внаслідок цього має місце зменшення відведених під буряки площ. Внаслідок об'єктивних причин падає родючість ґрунтів та зменшується врожайність буряків.

Як результат, заводам бракує сировини для переробки. Наявні потужності підприємств цукрової промисловості дозволяють переробляти близько 45 млн т цукрових буряків та виробляти 5,5 млн т цукру на рік, що приблизно утричі більше, ніж може поглинути внутрішній ринок України. А ще ж близько 50 цукропереробних заводів мають додаткові потужності для переробки цукру-сирцю.

Збільшилися втрати цукру, і водночас зросла собівартість його виробництва. Більшість вітчизняних цукроварень стали до ладу в другій половині минулого століття: 58 заводів збудовано до 1860 року, 66 - протягом 1861-1900 рр., 24 - між 1901 та 1941 рр. І лише 46 - відносно нові (введені в експлуатацію між 1941 та 1995 роками). Обладнання на більшості з них морально застаріле, на 55-60% - фізично зношене. Але заводи не мають фінансів, аби замінити його.

Значну частку в собівартості цукру становлять енерговитрати, залежність від імпорту яких додає зайвого клопоту виробникам. Підприємства, не маючи достатніх коштів для оплати енергоресурсів, врешті-решт були змушені простоювати. Чимало заводів працювали менше місяця за сезон.

Таким чином, особливо актуальним являється питання оптимізації енергозатрат та зменшення собівартості при виробництві цукру.



# 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження

## 1.1. Вихідна інформація для розробки дипломної роботи

Завданням на дипломне проектування передбачається виконання технічного переоснащення сокового відділення на цукровому заводі ТОВ «Збараж-цукор», метою якої є забезпечення зростання ефективності процесу фільтрування і згущення бурякоцукрового соку.

В ході технічного переоснащення пропонується також здійснити модернізацію і встановлення нової конструкції фільтрпреса на базі преса марки РКО-25.

Зростання продуктивності сокового відділення після технічного переоснащення повинно скласти до 14%, а енергозатратність даного процесу згідно даних[2] падає до 25%.

Працюючий в автоматичному і напівавтоматичному режимах фільтрпрес РКО-25, призначений для фільтрування суспензії соків 1-ї сатурації і осадів клеровок цукру-сирцю.

### Технічна характеристика фільтрпреса РКО-25

Площа поверхні фільтрування, м <sup>2</sup>	25
Об'єм камерного простору, м <sup>3</sup>	0,56
Продуктивність по буряку, що переробляється, т/добу	1000
Робочий тиск, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ):	
- фільтрування	0,4(4)
- промивки	до 1(10)
- просушування	0,5-0,6(5-6)
Температура суспензії °С	95
Густина суспензії, т/м <sup>3</sup>	1,16-1,18

Витрата води на промивку осаду до маси осаду %	90-100
Витрата повітря на просушування осаду, м3/цикл	10
Продуктивність по осаду, т/час	3,2-4,8
Вологість осаду %	30-35
Вміст цукру в осіданні до маси буряка %	0,01-0,06
Тривалість технологічного циклу (затиск, фільтрування, промивка, просушування, вивантаження), мін.	10.13
Допоміжні операції не більше, хв.	3
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	3610
- ширина	2720
- висота	3750
Маса, кг	19650

## 1.2 Аналіз типів фільтрпресів

DIEFEBACH має найобширніший багаторічний практичний досвід і відповідні прогресивні технології обезводнення, тобто розділення рідкої і твердої фаз, практично будь-яких промислових і побутових шламів і пульп.

Виробнича гамма фільтрпресів DIEFEBACH є дуже широкою. Установки можуть варіюватися по наступних параметрах:

фільтруючі плити розміром від 500 x 500 мм до 2000 x 2000 мм ( при кількості плит в одному агрегаті від декількох штук до 100), що дозволяє забезпечити необхідну продуктивність в дуже широкому діапазоні;

тиск експлуатації від 7 до 50 атм;

три рівні автоматизації:

напівавтоматичні (індекс - СМЕ);

автоматичні з наглядом оператора (DE);

повністю автоматичні, включаючи процес промивки фільтр-полотен (IST).

Характерні відмінності фільтрпресів DIEFEBACH:

- Висока міцність базової конструкції
- Максимальна корозійна стійкість
- Максимальна простота, гнучкість і легкість в управлінні
- Мінімальний знос фільтрувальної тканини

Значним внеском DIEFEBACH в рішення проблем захисту навколишнього середовища і вдосконалення процесів фільтрування є проектування і будівництво комплексних установок, до складу яких входять спеціальні фільтруючі елементи, здатні працювати з будь-якими видами рідко-твердих сумішей і шламів, у тому числі і з агресивними.

Для горизонтальних фільтрпресів POM, P3M, ФКМ, Dieffenbach, Diemme, Larius, Summit Walley і інших поставляються одинарні і подвійні фільтросалфетки, сполучені по центральному або кутовому колектору, з робочими і монтажними отворами, з металевими люверсами, липучкою і іншими деталями.

Серветка може мати будь-яку форму і конструкцію. Розкрій фільтросалфеток виконується лазерним різакон, що забезпечує точність розмірів і оплавлену кромку.

Застосовують спеціальну обробку і периферійне ущільнення серветки для запобігання витокy фільтрату - це особливо актуально для зношених фільтрпресів і для виробничих процесів, чутливих до втрат цінного фільтрату.

Легкому відділенню кека при розвантаженні фільтру сприяє гамма поверхневих термічних обробок тканини, в тому числі з нанесенням мембрани з фторопласту.

Особливістю тканини для фільтрпресів є її міцність, тканина не розтягується в процесі роботи, витримує тиск, що розвивається фільтром.

Максимальне розривне навантаження для такої тканини складає до 36 тон/м.

Тканина поставляється заданого розміру, стандартною шириною 1.05м або 1.70м і будь-якої довжини.

Полотно оснащується металевим кліперним з'єднанням, що виключає ручне зшивання тканини на фільтрі.

Подовжні кромки полотна мають спеціальну обробку і тому не пропускають фільтрат і не бахромляться в процесі роботи.

Тканина протягом всього терміну служби не усаджується і не розтягується.

Стандартний термін служби тканини складає від 900 до 3000 циклів, в залежності:

від складу пульпи  
марки фільтру  
його стану.

Компанія «Екос» розробила комплекс заходів, що дозволяють ефективно використовувати наявні технологічні розробки, упроваджувати власну технологію і устаткування для ліквідації мулових карт, обезводнення, обробки осадів стічних вод на очисних спорудах каналізації різної продуктивності з подальшою переробкою осадів в органічне добриво. В основу технологічної схеми переробки закладений принцип скорочення об'єму осадів на стрічкових фільтрпресах, що дозволяє оптимізувати процес утилізації на хоз-побутових і промислових об'єктах.

Фільтрпрес ФП призначений для обезводнення осадів комунальних і промислових стоків при температурі навколишнього середовища від +1 до +40оС, відносної вологості повітря 75% і висоті над рівнем моря до 1 км. Якщо кліматичні умови відповідають даним вимогам, то експлуатація фільтрпреса може здійснюватися під навісом, якщо ні, то – в закритому приміщенні.

фільтрпреси представлені в чотирьох модифікаціях:

без згущувача

з подовженою приймальною частиною, без згущувача

із згущувачем, що приводиться в дію електродвигуном преса

із згущувачем, що приводиться в дію власним електродвигуном

Таблиця 1.1.– Параметри і характеристики пресів моделі ФП.

Найменування параметра	Значення параметра для модифікації			
	ФП-1-1 ФП-1-2	ФП-2-1 ФП-2-2	ФП-3-1 ФП-3-2	ФП-4-1 ФП-4-2
Продуктивність по ущільненому мулу, м <sup>3</sup> /год (при концентрації мулу, що подається на зневоднення 16,5%)	3	4	5	5,5
Залишкова вогкість кека %	85	85	85	85
Потужність електродвигуна преса, кВт	0,75	0,75	0,75	0,75
Потужність електродвигуна згущувача, кВт	–	–	–	0,5
Максимальна витрата стислого повітря, л/хв	200	200	240	240
Робоча ширина сіток, мм	650	650	650	650
Габаритні розміри, мм (довжина x ширина x	2300x x1400x x1700	4300x x1400x x1700	4300x x1400x x1700	4300x x1400x x1700

висота)				
Маса, кг	1200	1600	1980	2000

Принцип дії. Осад насосом подається у витратний бак, де йде постійне перемішування. З витратного бака осад прямує в змішувач, куди подається і розчин флокулянта з флокуляційної установки. Далі осад потрапляє на фільтрпрес, звідки, вже зневоднений, сповзає в бункер-накопичувач і вивозиться на візку на майданчик компостування. Стрічки фільтрпреса промиваються чистою водою, яка потім відводиться в каналізацію.

Зневоднений осад використовується як високоефективне органічне добриво, при обробці якого застосовується технологія знезараження.

Фільтрпрес компактний, економічний по витраті електроенергії, простий і доступний в обслуговуванні.

Фільтрпрес ЕКО-ПРО (ЛМН 16-2.0-1Г-01 відповідно до ТУ) призначений для обробки осадів стічної рідини, суспензій і шламів методом фільтрації під тиском через полотна.

Фільтрпрес розроблений фахівцями групи компаній (ГК) "Екополімер" в співдружності з інженерами бердичівського машинобудівного заводу "Прогрес". Стрічкові фільтрпреси ЕКО-ПРО застосовуються на комунальних очисних спорудах міст і селищ, на локальних очисних спорудах підприємств харчової, целюлозно-паперової, нафтохімічної, металургійної і інших галузей промисловості.

Переваги.

В конструкції фільтрпреса застосовані унікальні валки бочкоподібної форми для компенсації прогинання валу. Канавки на поверхні валів мають спіралевидну форму, що забезпечує вільне відведення фільтрату.

Осі віджимних валів розташовані в площині, близькій до вертикальної. Це виключає попадання віджатого фільтрату на попередні і подальші валки, що підвищує ефективність роботи машини.

Фільтрпрес ЕКО-ПРО оснащений системою додаткового віджимання, яка забезпечує високий стабільний тиск пресування, що дозволяє підтримувати необхідну вогкість зневодненого осаду.

Форсунки системи промивки стрічки при засміченні автоматично скидають забруднення і знову приймають робоче положення. Окрім цього, є система автоматичного періодичного очищення одночасно всіх форсунок.

Можливість регулювання режимів пресування в кожній зоні дозволяє одержувати чистий фільтрат, який можна використовувати для промивки полотен, що знижує загальне водоспоживання.

Наявність піддону з неіржавіючої сталі для збору фільтрату дозволяє відмовитися від бетонування ванни під фільтрпресом, що зменшує об'єм будівельних робіт і скорочує час монтажу устаткування.

#### Технічні характеристики преса ЕКО-ПРО:

довжина	мм	5040
ширина	мм	2570
висота (з урахуванням висоти піддону)	мм	2985
Вага	кг	6500
Ширина фільтрувальних стрічок	мм	2000
Кількість робочих (пресових) валів	шт	8
Режим роботи		безперервний
Вогкість зневодненого осаду		
- (орієнтовна величина для комунальних біологічних осадів стічних вод)	%	70-75
Продуктивність за об'ємом початкового осаду		
- вогкістю 97-99,5 %	м <sup>3</sup> /час	до 25
Швидкість руху полотен	м/хв	0.8-2.9

Фільтрпрес ХАЗ 160/1500 є фільтром-пресом ящика, призначеним для розділення гідрометалургійних хвостів фільтрацією на рідку і тверду частині.

#### Технічні характеристики фільтрпреса ХАЗ 160/1500:

Площа фільтрації, м <sup>2</sup>	160
Розміри плити фільтрації, мм	1500x150x60
Кількість плит фільтрацій, шт.	41
Ширина камери фільтрації, мм	30
Загальний об'єм фільтру, м <sup>3</sup>	24
Загальна потужність, кВт	10
Тиск в камері фільтрації, МПа	5.5
Стиснення фільтрувальної плити за допомогою 14 гідравлічного циліндра з тиском, МПа	
Спосіб розвантаження кеків	Тяга плити фільтрації затягує фільтрацією тканину
Габаритні розміри, мм	6825x2300x2175
Маса, кг	20578

Фільтр пресом XMZ 800/2000 є проміжне фільтрувальне устаткування, яке оснащено інтегрованою гідравлічною системою суперпозиційного типу і програмованим логічним контролером (PLC). Він підходить для обезводнення обчищеного вугілля, суспензії тугоплавкої золи, золотовмісних хвостів, здобичі алюмінію, хімічного первинного бурового розчину і вторинного бурового розчину аміаку, а також для відділення ксиленових елементів з води сажі при виробництві паперу. Він особливо підходить для розділення рідкого-твердого і обезводнення суспензій (суспензій), які важко піддаються фільтрації або складаються з клейких, липких і стискаються матеріалів; таким чином, фільтрпрес є ідеальним головним устаткуванням для обезводнення і операцій по захисту навколишнього середовища.

Устаткування має багато переваг, таких як високий тиск фільтрації, велика пропускну спроможність, компактна конструкція, займає небагато місця і високий ступінь автоматизації. Устаткування особливо підходить для вживання його в крупному промисловому виробництві. Воно широке використовується в таких галузях промисловості, як вугільна, металургійна, хімічна, паперова і т.д.



## Технічні характеристики фільтрпреса XMZ 800/2000:

Площа фільтрації, м <sup>2</sup>	800
Розміри плити фільтрації, мм	2000x2000
Кількість плит фільтрацій, шт.	110
Ширина камери фільтрації, мм	35
Загальний об'єм фільтру, м <sup>3</sup>	13
Тиск в камері фільтрації, МПа	<1
Стиснення плити фільтрації за допомогою гідравлічного циліндра з тиском, МПа	19-21
Максимальний хід гідравлічного циліндра, мм	700
Потужність електродвигуна, кВт	22/4
Робочий хід пресшпана, мм	700
Габаритні розміри, мм	14280x3140x2900
Маса, кг	123250

Фільтрпрес XMZ 40/1000 є фільтром-пресом ящика періодичної дії і призначений для розділення пульпи гідрометалургійних хвостів на тверду і рідку частини.

## Технічні характеристики фільтрпреса XMZ 40/1000:

Площа фільтрації, м <sup>2</sup>	40
Розміри плити фільтрації, мм	1000x1000x60
Кількість плит фільтрацій, шт.	40
Ширина камери фільтрації, мм	30
Загальний об'єм фільтру, м <sup>3</sup>	0.63
Тиск в камері фільтрації, МПа	0,7
Стиснення плити фільтрації за допомогою гідравлічного циліндра з тиском, МПа	14
Максимальний хід гідравлічного циліндра, мм	650
Габаритні розміри, мм	4908x1640x1397
Маса, кг	9734

## Маслостанція

Об'єм масла, що заливається, л	150
Потужність ел. двигуна, кВт	3
Робочий тиск насоса низького тиску, МПа	1
Робочий тиск насоса високого тиску, МПа	14
Дебіт масла насоса низького тиску, л/мін	50
Дебіт масла насоса високого тиску, л/мін	3.75
Габаритні розміри, мм	930x500x1145
Маса, кг	273

Фільтрпрес XMZ 500/1500 є фільтром-пресом періодичної дії і призначений для розділення пульпи гідрометалургійних хвостів на тверду і рідку частини.

## Технічні характеристики фільтрпреса XMZ 500/1500:

Площа фільтрації, м <sup>2</sup>	500
Розміри плити фільтрації, мм	1500x1500
Кількість плит фільтрацій, шт.	128
Ширина камери фільтрації, мм	35
Загальний об'єм фільтру, м <sup>3</sup>	7.5
Тиск в камері фільтрації, МПа	1
Продуктивність, т/час	40
Цикл роботи, ч	1.0
Загальна потужність, кВт	5.5
Габаритний розмір, мм	12753x2330x2175
Вага (рама фільтрації з литого заліза), кг	75000
Густина руди, г/см <sup>3</sup>	2.9-3.2
Густина пульпи %	40-45
Насипна вага руди, т/м <sup>3</sup>	1.8
Ширина камери фільтрації, мм	35

Повністю автоматизовані камерні фільтрпреси КМП призначені для фільтрування суспензій, що містять від 5 до 500 кг/м<sup>3</sup> зважених частинок і створюючих осідання з великим гідравлічним опором.

Зберігши всі переваги раніше випускається фільтрпреса ФПАКМ, фільтрпрес КМП придбав нові конструкторські розробки: - гідравлічний механізм затиску плит; - систему автоматичного управління і контролю; - механізм натягнення фільтрувального полотна.

Таблиця 2.2.– Технічні характеристики пресів КМП

Тип	КМП 2,5	КМП 5	КМП 10	КМП 12,5	КМП 22	КМП 25
Площа поверхні фільтрування, м.кв.	2,5	5	10	12,5	22	25
Об'єм камерного простору, м.кв.	0,11	0,22	0,51	0,55	1,19	1,1
Тиск, МПа (кгс/кв.см):						
- робоче (суспензії, промивальної рідини, повітря, води, при віджиманні діафрагмою), не більш	1,6 (16)	1,6 (16)	1,6 (16)	1,6 (16)	1,6 (16)	1,6 (16)
- промивальної рідини для регенерації тканини, не більш	0,3 (3)	0,3 (3)	0,3 (3)	0,3 (3)	0,3 (3)	0,3 (3)
- масла в системі гідроуправління	2 (20)	2 (20)	2 (20)	2 (20)	2 (20)	2 (20)
- масла в системі гідрозажима, не більш	15 (150)	15 (150)	15 (150)	15 (150)	15 (150)	15 (150)
Температура фільтрованого	278 . 353 ( 5 . 80 )					

середовища, До (°C)						
Найбільша товщина осаду, мм	35	35	45	35	45	35
Гранично допустиме навантаження по вологому осадк, кг/кв.м•год	110	110	110	110	110	110
Встановлена потужність, кВт, не більше	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3
Споживана потужність, кВт, не більше	24	24	24	24	24	24
Живлення від електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю:						
- частота, Гц	3...50	3...50	3...50	3...50	3...50	3...50
- напруга, В	380	380	380	380	380	380
Габаритні розміри, мм						
довжина	2910	2910	3980	3980	3980	3980
ширина	1950	1950	2350	2350	2350	2350
висота	2550	3300	3100	3100	4200	4200
Маса, кг;	5750	6930	11700	11200	15000	15250

Переваги фільтр пресового устаткування в порівнянні з іншими типами фільтрувального устаткування.

- Низька вогкість осаду завдяки високому тиску фільтрування
- Висока адаптація до фільтрованого середовища
- Низьке енергоспоживання при експлуатації
- Можливість промивки кека (усередині камери) на фільтрпресі
- Чистота фільтрату
- Низька витрата допоміжних хімікалій (коагуляцій, флокулянтів)

Фільтрпреси стрічкові ЛМН призначені для безперервного механічного обезводнення осадів промислових, побутових стічних вод, задалегідь

оброблених флокулянтами. Застосовуються в гірничорудній, вугільній і інших галузях промисловості і на очисних спорудах. У вугільній промисловості використовуються на вуглезбагачувальних фабриках для фільтрування незбагачених вугільних шламів.

Фільтрпреси стрічкові ЛМН призначені для безперервного механічного обезводнення осадів промислових, побутових стічних вод, заздалегідь оброблених флокулянтами. Застосовуються в гірничорудній, вугільній і інших галузях промисловості і на очисних спорудах. У вугільній промисловості використовуються на вуглезбагачувальних фабриках для фільтрування незбагачених вугільних шламів.

Таблиця 1.3–Технічні характеристики пресів ЛМН.

Тип	ЛМН 2	ЛМН 10	ЛМН 15	ЛМН 20
Поверхня фільтрування, кв.м	2	10	15	20
Робочий тиск, МПа	0,01-0,02	0,01-0,02	0,01- 0,02	0,01- 0,02
Матеріал деталей, дотичних з продуктом	Сталь 12Х18Н10Т + гуміровка	Вуглецева сталь + гуміровка		
Встановлена потужність, кВт	1,74	3	7,5	11,7
Габаритні розміри, мм:				
довжина	2900	5900	5650	6500
ширина	1900	2945	3150	4400
висота	1100	2265	3310	3360
Маса, кг	1375	5602	12365	17895

Високоєфективне обезводнення осаду за рахунок регулювання швидкості стрічок за допомогою перетворювачів частоти змінного струму, обезводнення всіх видів мула, оптимальний корозійний захист, простота і легкість

обслуговування гарантують оптимальне вживання фільтрпресів стрічкових ЛМН і роблять їх незамінними в багатьох галузях промисловості.

Фільтрпреси ЛМН мають зони: гравітаційного обезводнення суспензії; механічного віджимання; пресування осаду.

Фільтрування здійснюється між двома нескінченними фільтрувальними сітками. Сітки разом з продуктом проходять через зони механічного віджимання осаду. Контроль і регулювання руху фільтрувальних сіток автоматичний.

### 1.3. Аналіз існуючого виробництва на цукровому заводі ТОВ «Збараж-цукор»

Режим роботи цукрозаводу: продуктивність 7500 т цукру за рік; кількість уявних діб максимального завантаження на протязі року: 50; розрахункова кількість змін роботи в добу при максимальному завантаженні: 150.

Загальнозаводська структура управління на цукровому заводі ТОВ «Збараж-цукор» має наступну схему (рис. 1.1)

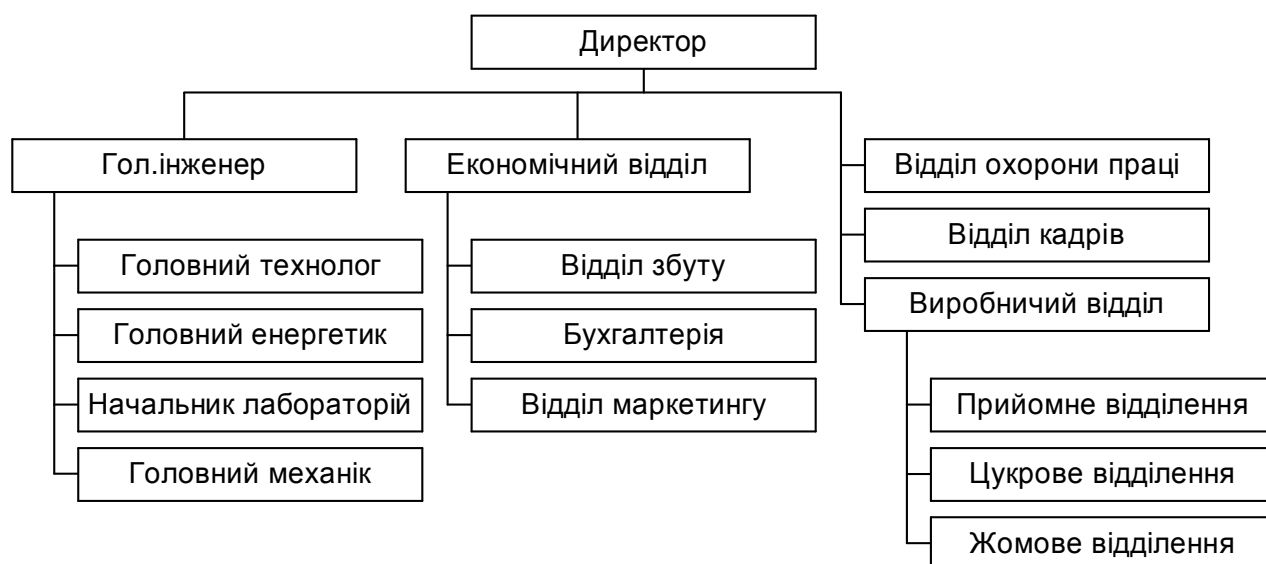


Рис. 1.1. Структура управління на цукровому заводі ТОВ «Збараж-цукор».

Вищим керівним органом підприємства є директор. Всі права і обов'язки працівників викладені в посадових інструкціях. Директор приймає рішення з

усіх питань діяльності підприємства, укладає угоди, розпоряджається наймом, наймає та звільняє працівників.

Служба головного механіка здійснює керівництво експлуатацією та ремонтом технологічного обладнання, а також технологічних споруд і комунікацій. В обов'язки служби головного енергетика входить нагляд за експлуатацією електрообладнання, паросилових установок, водогінних і каналізаційних мереж, ліній зв'язку, а також їх ремонт.

Головний технолог здійснює нагляд за правильним веденням технологічних процесів виготовлення продукції.

Основна сировина доставляється на завод автотранспортом. Розміщення в обласному центрі обумовлює невисокі затрати на доставку супутньої сировини. Підприємствами-постачальниками є сільськогосподарські виробництва Чернівецької і сусідніх областей.

#### 1.4. Основні технологічні процеси при виробництві цукру

Цукрове виробництво є найбільш повною галуззю харчової промисловості. Воно розділяється на цукрово-пісочне і цукрово-рафінадне. В цукрово-рафінадному виробництві із цукрового (бурякового) цукру-піску чи з тростникового цукру-сирцю виробляють кусковий цукор-рафінад чи рафінований цукровий пісок. Сировиною для виготовлення цукру служить цукрова тростина та цукровий буряк.

Цукровий буряк подається з бурякового чи кагатного поля. По ходу технологічного процесу цукровий буряк підлягає миттю з одночасним відділенням домішок (соломи, каміння тощо). Після миття буряк подрібнюють, і в дифузійних апаратах відділяють сік з цукристими речовинами, який згодом фільтрують. Далі сік проходить предефекацію, дефекацію, сатурацію і сульфитацію. Потім здійснюється кристалізація цукру з розчину, відділення утфелю на центрифугах, сушіння цукру і його фасування.

## 1.5. Техніко-економічне обґрунтування дипломної роботи

Можна сформулювати головну мету дипломної роботи, яка полягає у забезпеченні ефективності випуску цукру на цукровому заводі ВАТ “Збарж-цукор”.

В результаті технічного переоснащення доцільно модернізувати і встановити фільтрпрес марки РКО-25.

Горизонтальне розташування плит і рам фільтрпреса дозволяє одержати рівномірну товщину осаду і оптимальні умови для його промивки. Вміст цукру в осіданні після фільтрпреса марки РКО-25 в два рази нижче в порівнянні з використанням традиційних технологій.

Фільтрпрес застосовується в наступних умовах:

- робота постійна і з періодичними зупинками;
- температура зовнішнього середовища від +10 до +35°C
- вологість до 80% при температурі +25°C;
- висота над рівнем моря не більш 1000 м.

Інші вимоги до запиленості атмосфери, її складу повинні відповідати групі умов експлуатації - I, типу атмосфери - II за ДСТ 15150-69.

Дані преси є важливим елементом виробництва цукру. Вони забезпечують високу якість фільтрування при невисоких затратах енергоресурсів.

Проте продуктивність преса 1000 тон буряка за добу обумовлює пошук шляхів підвищення його продуктивності при застосуванні таких пресів на потужних цукрових заводах.

Одним із таких шляхів є збільшення тиску фільтрування (рушійної сили процесу). При цьому необхідним є модернізація рами і плити.

Метою даної дипломної роботи є встановлення чинників, які дозволять забезпечити ефективне фільтрування соків бурякоцукрового виробництва.

Задачами, що вирішуються в роботі є:



аналіз сучасних консткрктивних і технологічних рішень для фільтрування;

виконання проектно-технологічних розрахунків з технічного переоснащення відділення;

розробка заходів з модернізації фільтр-преса;

математичне моделювання процесу фільтрування;

проведення обчислень і аналіз їх результатів;

обґрунтування прийнятих в роботі рішень, вирішення питань охорони праці, охорони наволишнього середовища, безпеки життєдіяльності і цивільної оборони.

## 2. Заходи з технічного переоснащення сокового відділення цукрозаводу ТОВ "Збараж-цукор"

### 2.1. Вибір технологічних режимів роботи цукрозаводу ВАТ «Збараж-цукор»

Дипломна робота передбачає технічне переоснащення сокового відділення на цукровому заводі ВАТ «Збараж-цукор» на існуючих площах цеху.

Цукровий завод ВАТ «Збараж-цукор» виготовляє:

Таблиця 2.1.

Річний випуск цукру ВАТ «Збараж-цукор».

№ п/п	Назва	Одиниці вимірювання	Значення
1.	Цукор – пісок	тони	7250
2.	Цукор – рафінад	—//—	250
Разом		—//—	7500

Приймаємо режим роботи цукрозаводу ВАТ «Збараж-цукор»:

кількість діб максимального завантаження: 50;

змінний режим роботи: 3;

розрахункова тривалість роботи протягом року: 110 зм.;

Потужність заводу в зміну:

$$M_m = \frac{P}{\Phi_p \cdot l_k} = \frac{7500}{50 \cdot 3} = 50 \text{ т / зм.}$$

де  $P$  – об'єми випуску цукру у рік, т;

$\Phi_p$  – фактичний фонд часу;

$l_k$  – число робочих змін у добу.

ВАТ «Збараж-цукор» може випускати цукру-піску:

$$M_{nd} = \frac{P_{nd}}{\Phi_p \cdot l_k} = \frac{7250}{50 \cdot 3} = 48,33 \text{ т / зм.}$$

ВАТ «Збараж-цукор» може випускати о цукру-рафінаду:

$$M_{\partial} = \frac{P_{\partial}}{\Phi_p \cdot l_k} = \frac{250}{50 \cdot 3} = 1,67 \text{ м / зм.}$$

Технічне переоснащення полягає у заміні традиційного обладнання сокового відділення на комплект з основою – фільтр-пресом РКО 25.

## 2.2. Технологічна схема виробництва і загальний опис технології виготовлення цукру ВАТ «Збараж-цукор»

Сокове відділення після переоснащення представлено на схемі (Рис. 2.1).

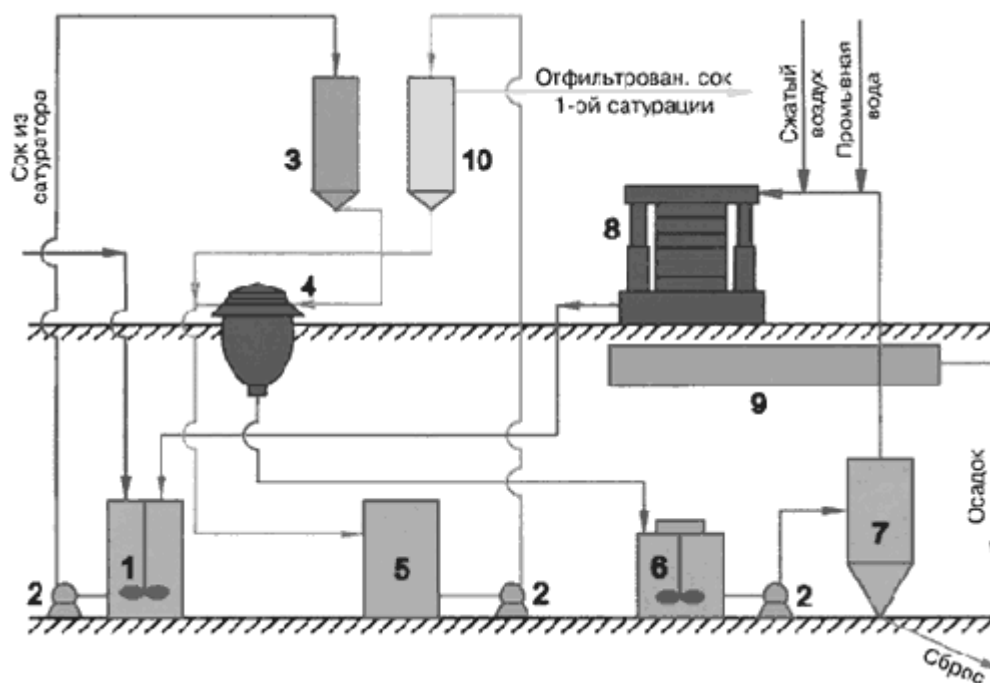


Рис. 2.1. Схема переоснащеного сокового відділення на цукрозаводі ВАТ «Збараж-цукор».

1 - накопичувач соку для першої сатурації; 2 - насос; 3 - накопичувач не відфільтрованого соку; 4 — фільтри типу МВЖ60; 5. 10. - накопичувач відфільтрованого соку; 6 - накопичувач згущуючого соку; 7 - гідроциклон; 8 – фільтр-преси типу РКО 25; 9 - транспортер транспортування осаду.

## 2.3. Вибір технологічного обладнання сокового відділення ВАТ «Збараж-цукор»

### 2.3.1. Розрахунок продуктивності обладнання сокового відділення

Необхідна дійсна продуктивність:

$$Q_{\partial} = \frac{M_m}{\tau \cdot z},$$

Таблиця 2.2.

Продуктивність основних одиниць технологічного обладнання сокового відділення.

№ п/п	Назва технологічного обладнання	Максимальна продуктивність по перероблюваній сировині, <i>m/год</i>
1	Ошпарювач ОС-15/30	125
2	Дифузійний апарат С-17М	125
3	Предефекатор типу РЗ-ППД	125
4	Сатуратори I сатурації 1С	125
5	Сатуратори II сатурації 2С	125
6	Гравітаційний відстійник РЗ-ПОС-1,5	62,5
7	Фільтр-згущувач листовий МВЖ 60 по соку I сатурації	41,67
	по соку II сатурації	62,5
8	Автоматичний камерний фільтр-прес РКО 25	41,67
9	Жомовий прес ПСЖН-68	50

де  $M_m = 2730t$  – вироблення цукру за добу роботи;

$\tau = 8год$  – тривалість роботи за зміну.

$z = 3$  - кількість змін на добу роботи заводу.

Тоді:

$$Q_d = \frac{2730}{3 \cdot 8} = 113.75 (m / год).$$

Продуктивність устаткування сокового відділення зведемо у табл.2.2.

### 2.3.2. Уточнення функціонального призначення обладнання сокового відділення ВАТ «Збараж-цукор»

Ошпарювач ОС 15/20 призначений для підготовки стружки до здійснення процесу дифундування цукристих речовин.

Апарат С-17М призначений для дифундування цукристих речовин із бурякової стружки.

Предефекатор типу РЗ-ППД призначений для очистки дифузійних соків.

Сатуратори першої сатурації типу 1С призначені для проведення першого етапу сатураційної очистки дифузійних соків буряка

Сатуратори другої сатурації 2С призначені для проведення другого етапу сатураційної очистки дифузійних соків буряка

Гравітаційний відстоювач типу РЗ-ПОС-1.5 призначений для забезпечування відстоювання сатураційних соків.

Листовий фільтр-згущувач типу МВЖ 60 призначений для згущування осаду соків першої і другої сатурації, а також для фільтрування клеровок цукру-сирцю сиропів бурякоцукрового виробництва.

Фільтр-прес РКО 25. призначений для фільтрування згущуючої суспензії сатураційних соків бурякоцукрових виробництв.

Жомовий прес ПСЖН-68 призначений для механічного виведення зі стружки буряка рідини для зменшення затрат на сушіння жому і отримання з віджатої рідини цукру.

### 2.3.3. Визначення типажу і розрахунок потрібної кількості технологічного обладнання сокового відділення ВАТ «Збараж-цукор»

Розрахункова кількість ошпарювачів стружки типу ОС-15/20 продуктивністю 3000 т стр./добу:

$$n = 2730 / (3000) = 0,91$$

Застосуємо 1 шт.

Розрахункова кількість дифузійних апаратів типу С-17М продуктивністю 3000 т стр./добу:

$$n = 2730 / (3000) = 0,91$$

Застосуємо 1 шт.

Розрахункова кількість жомових пресів ПСЖН-68 продуктивністю 1200 т/добу:

$$n = 2730 / 1200 = 2,275$$

Застосуємо 3 шт.

Розрахункова кількість фільтр-пресів типу РКО 25 продуктивністю до 1000 т/добу:

$$n = 2730 / 1000 = 2,73$$

Застосуємо 3 шт.

Розрахункова кількість предефекаторів типу РЗ-ППД продуктивністю 3000 т/добу:

$$n = 2730 / 3000 = 0,91$$

Застосуємо 1 шт.

Розрахункова кількість сатураторів типу 1С продуктивністю до 3000 т/добу:

$$n = 2730 / 3000 = 0,91$$

Застосуємо по 1 шт на операцію.

Розрахункова кількість сатураторів типу 2С продуктивністю до 3000 т/добу:

$$n = 2730 / 3000 = 0,91$$

Застосуємо 1 шт.

Розрахункова кількість гравітаційних відстійників типу РЗ-ПОС-1,5 базовою продуктивністю до 1500 т/добу:

$$n = 2730 / 1500 = 1,82$$

Застосуємо з запасом 3 шт.

Розрахункова кількість дискових фільтрів типу МВЖ 60 продуктивністю 1000 т/добу і 1500 т/добу для випадку оброблення соків першої та другої сатурації відповідно:

для бурякоцукрових соків першої сатурації:

$$n = 2730 / 1000 = 2,73$$

для бурякоцукрових соків другої сатурації:

$$n = 2730 / 1500 = 1,82$$

Застосуємо 5 шт.

Коефіцієнт завантаження обладнання:

$$K_3 = \frac{N_{poz}}{N_{gh}} = \frac{15,925}{20} = 0,79$$

Таблиця 2.3.

Площі технологічного обладнання сокового відділення.

№ п/п	Назва та марка	Кількість	Потрібна площа, м <sup>2</sup>
1	Ошпарювач ОС-15/30	1	52,58
2	Дифузійний апарат С-17М	1	36,58
3	Предефекатор типу РЗ-ППД	1	43,68
4	Сатуратори I сатурації 1С	2	22,56
5	Сатуратори II сатурації 2С	1	10,24
6	Гравітаційний відстійник РЗ-ПОС-1,5	3	51,91
7	Фільтр-згущувач листовий МВЖ 60	5	7,12
8	Автоматичний камерний фільтр-прес РКО 25	3	9,82
	Жомовий прес ПСЖН-68	3	8,51

#### 2.4. Визначення числа працюючих по категоріях

Для виробничих процесів передбачено категорії працюючих: виробничі основні і допоміжні робітники.

Кількість основних робітників сокового відділення згідно [2]:

$$P_{вр} = \frac{B_{пр} \cdot \Phi_d \cdot K_3}{\Phi_{др} \cdot K_{баг}};$$

де  $B_{пр}$  – число позицій обладнання в соковому відділенні;



$\Phi_{др}, \Phi_{д}$  – дійсні річні фонди часу роботи працівників та обладнання, відповідно;

$K_3, K_{баг}$  – коефіцієнти завантаження та багатостатного обслуговування, відповідно.

Таблиця 2.4.

## Число працюючих по категоріях.

№ п/п	Категорії працюючих	Спосіб визначення	Процентні відношення	Кількість
1	2	3	4	5
1	Виробничі робітники	За ф-лою $P_{ер} = \frac{O_{нр} \cdot \Phi_{д} \cdot K_3}{\Phi_{др} \cdot K_{баг}}$		36
2	Допоміжні робітники	у % від виробничих робітників	18%-50% в залежності від типу виробництва	8
3	Разом робітників			44
4	Інженерно-технічні працівники (ІТП)	у % від загальної кількості робітників	10%-13%	5
5	Службовці, конторський персонал	у % від загальної кількості робітників	4%-5%	2
6	Молодший обслуговуючий персонал (МОП)	у % від загальної кількості робітників	2%-3%	2
	Усього			58

Таким чином:

$$P_{ер} = \frac{B_{нр} \cdot \Phi_{д} \cdot K_3}{\Phi_{др} \cdot K_{баг}} = \frac{20 \cdot 44 \cdot 0,79}{50 \cdot 1,2} = 11,58;$$

Приймаємо 12 робітників на одну зміну. Із врахуванням тризмінного режиму роботи загальна кількість складає 36 робітників.

Решту категорій робітників і приймаємо залежно від кількості основних робітників (таблиця 2.4)

## 2.5. Визначення складу і розмірів виробничих площ сокового відділення ВАТ «Збараж-цукор»

Площа під технологічним обладнанням.

$$F_{обл} = \sum F_i = 52,57 + 36,56 + 43,67 + 22,55 + 22,55 + 10,25 + 51,9 + 51,91 + 51,91 + 7,15 + 7,135 + 7,14 + 7,14 + 7,14 + 9,83 + 9,83 + 9,83 + 8,51 + 8,51 + 8,51 = 434,52 м^2.$$

Рекомендована виробнича площа для працюючого складає 4 м.кв./чол., тоді для всіх працівників:

$$F_{роб} = 4 * n = 4 * 58 = 232 м^2.$$

Основна площа під технологічне обладнання приймається з запасом:

$$F_{осн} = (2...3) * F_{обл} = (2...3) * 434,518056 = (869... 1303) м^2.$$

Загальна площа сокового відділення повинна бути в межах:

$$F_{заг} = F_{осн} + F_{роб} = (869... 1303) + 232 = (1101... 1535) м^2.$$

Сумарна площа сокового відділення складає 1990 м<sup>2</sup>, що задовольняє закладені вимоги.

Існуючі значення площ цукрового заводу представимо у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5.

Існуючі значення площ цукрового заводу ВАТ «Збараж-цукор».

№ п/п	Назва приміщення	Площа, м <sup>2</sup>
1	Бурякопереробне відділення	900
2	Вапнякове відділення	327,75
3	Сокове відділення	1990
4	Продуктове відділення	1547
5	ТЕЦ	2103,25

## 2.6. Розрахунок службових і побутових приміщень ВАТ «Збараж-цукор»

До переліку приміщень побутового та службового призначення входять: гардероб, умивальні приміщення, душові приміщення, санітарні приміщення, медпункти та кімнати прийому їжі.

Площа таких об'єктів приймається 30...40 % від загальної площі відділення.

$$F_{\text{дон}} = (35...40\%) * F_{\text{осн}} = 0,35 * 1990 = 696,5 \text{ м}^2.$$

Таблиця 2.6.

Розміри службових і побутових приміщень.

№ п/п	Назва приміщення	Кількість	Площа, $\text{м}^2$
1.	Умивальні приміщення	2	12,0
2.	Душові приміщення	2	6,6
3.	Санітарні приміщення	2	18
4.	Їдальня	1	270,25
5.	Кімната керівництва	1	15,8
6.	Відділення технічного контролю	1	132,25

Площі адміністративно-побутових приміщень рівні приблизно 15...20 % від основних.

$$F_{\text{адм}} = (15...25\%) * F_{\text{осн}} = 0,2 * 1990 = 398 \text{ м}^2.$$

Санвузлів ( $0,2 \text{ м}^2$  на одну людину) потрібно:

$$F_c = 0,2 * n = 0,2 * 13 = 2,6 \text{ м}^2.$$

Для прийому їжі використаємо існуюче приміщення площею  $270,25 \text{ м}^2$  (за нормативу  $0,6 \text{ м}^2$  на одну людину).

Результати розрахунків предчтавимо у таблиці 2.6.

## 2.7. Розробка плану розміщення обладнання сокового відділення ВАТ «Збараж-цукор»

Планування технологічного обладнання у соковому відділенні здійснюється відповідно до норм технологічного проектування цукрових заводів.

Технологічне обладнання у соковому відділенні передбачаємо таким чином, щоби сформувати належної довжини і ширини проходи та розміри службових техплощадок.

Ширина основних проходів відділення складає 0,6...1,2 м. Відстань між обладнанням, де не передбачається рух робітників – мінімум 0,45 м; при фронтальному компонуванні технологічного обладнання – мінімум 1,5 м.

Залишаємо вільні площі, призначені для розширення виробництва у майбутньому.

## 2.8. Розрахунок споживання енергоресурсів

Розрахуємо споживання електроенергії, води і пари. Активна потужність технологічного обладнання:

$$P_a = P_{вст} * K_n;$$

де  $P_{вст}$  – потужність машини чи апарата згідно технічного паспорта;

$K_n$  – коефіцієнт споживання потужності.

Розрахунок подамо у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7.

Активна потужність машин і апаратів сокового відділення.

№ п/п	Назва та марка обладнання	Встановлена потужність $P_{вст}, кВт$	Кількість	Коефіцієнт споживання $K_n$	Активна потужність $P_a, кВт$
1	2	3	4	5	6
1	Ошпарювач ОС-15/30	18	1	0,75	13,5
2	Дифузійний апарат С-17М	125	1	0,75	93,75
3	Предефекатор типу РЗ-ППД	12	1	0,45	5,4
4	Сатуратори I сатурації 1С	1,2	2	0,30	0,72
5	Сатуратори II сатурації 2С	1,2	1	0,30	0,36
6	Гравітаційний відстійник РЗ-ПОС-1,5	2,2	3	0,25	1,65
7	Фільтр-згущувач листовий МВЖ 60	2,2	5	0,10	1,1
8	Автоматичний камерний фільтр-прес РКО 25	48	3	0,75	108
9	Жомовий прес ПСЖН-68	30	3	0,75	67,5

Сумарна активна потужність:

$$P_{a\Sigma} = \Sigma P_{ai} = 13,5 + 93,75 + 5,4 + 0,72 + 0,36 + 1,65 + 1,1 + 108 + 67,5 = 291,98 \text{ кВт}$$

Річне споживання електроенергії технологічним обладнанням:

$$W_{обл} = \Sigma P_a \cdot \Phi_{\partial} \cdot \eta_z = 291,98 \cdot 44 \cdot 24 \cdot 0,95 = 292914,336 \text{ кВт*год/рік.}$$

Для освітлення питома потужність складає  $P_{a\text{ осв}} = 15\text{Вт} * \text{год} / \text{м}^2$ . Тоді на всю площу відділення:

$$P_{a\text{ осв } p} = P_{a\text{ осв}} * F_y = 0,015 * 1990 = 29,85\text{кВт} * \text{год}.$$

Споживання електроенергії на освітлення сокового відділення протягом року:

$$W_{\text{осв}} = P_{a\text{ осв } p} * \Phi_{\text{др}} = 29,85 * 44 = 1313,4\text{кВт} * \text{год} / \text{рік}.$$

Сумарне річне споживання електроенергії:

$$W = W_{\text{осв}} + W_{\text{обл}} = 292914,336 + 1313,4 = 294227,736\text{кВт} * \text{год} / \text{рік}.$$

Пара на ВАТ «Збараж-цукор» використовується для виробничих процесів та обігріву приміщень.

Розрахуємо сезонні витрати середовищ за формулою:

$$P_{\text{сез}} = P_{\text{год}} * \Phi_p * z * \tau,$$

де  $P_{\text{год}}$  – витрата відповідного середовища за годину.

Результати розрахунків представимо в таблиці 2.9.

Витрата пари:

$$P_{\text{пр}} = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000};$$

де  $q_m = 25...35\text{ккал} * \text{год} / \text{м}^3$  – питома теплота пароутворення ;

$H = 4320\text{год} / \text{рік}$  – тривалість роботи виробництва протягом опалювального сезону;

$i = 540\text{ккал} / \text{кг } i$  – ентальпія пари;

$V$  – об'єм відділення ,  $\text{м}^3$ .

$$V = F * h = 1990 * 6,5 = 12935 \text{ м}^3.$$

Потреба відділення в парі:

$$P_{\text{пр}} = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000} = \frac{30 \cdot 4320 \cdot 12935}{540 \cdot 1000} = 3104,4 \text{ м}^3 / \text{рік}$$

Таблиця 2.8.

Питома витрата робочих середовищ у соковому відділенні.

№ п/п	Назва та марка обладнання	Кількість	Споживання води, м3/год	Споживання пари, кг/год	Споживання повітря, м3/год
1	2	3	4	5	6
1	Ошпарювач ОС-15/30	1		5800	
2	Дифузійний апарат С-17М	1	250		
3	Предефекатор типу РЗ-ППД	1			
4	Сатуратори I сатурації 1С	2			640
5	Сатуратори II сатурації 2С	1			580
6	Гравітаційний відстійник РЗ-ПОС-1,5	3			
7	Фільтр-згущувач листовий МВЖ 60	5			25
8	Автоматичний камерний фільтр-прес РКО 25	3	55		30
9	Жомовий прес ПСЖН-68	3			1250



Таблиця 2.9. – Сезонна витрата робочих середовищ у соковому відділенні.

№ п/п	Назва та марка обладнання	Кількість	Споживання води, м3	Споживання пари, кг	Споживання повітря, м3
1	Ошпарювач ОС-15/30	1		6960000	
2	Дифузійний апарат С-17М	1	300000		
3	Предефекатор типу РЗ-ППД	1			
4	Сатуратори I сатурації 1С	2			1536000
5	Сатуратори II сатурації 2С	1			232000
6	Гравітаційний відстійник РЗ-ПОС-1,5	2			
7	Фільтр-згущувач листовий МВЖ 60	5			30000
8	Автоматичний камерний фільтр-прес РКО 25	3	66000		36000
9	Жомовий прес ПСЖН-68	3			1500000
	Всього		366000	6960000	3334000

### 3. Конструктивна частина

#### 3.1. Опис заходів з модернізації фільтр-преса РКО 25

В процесі модернізації фільтр-преса пропонується встановити нову конструктивну пару плита-рама, яка дозволяє калібрувати висоту шару фільтрованого середовища, а також динамічно регулювати різницю тиску – рушійну силу фільтрації. Модернізовані таким чином фільтр-преси дозволяють отримати осад вологістю до 35% придатний для розкислення ґрунтів, значно скорочуючи тим самим площі полів фільтрації.

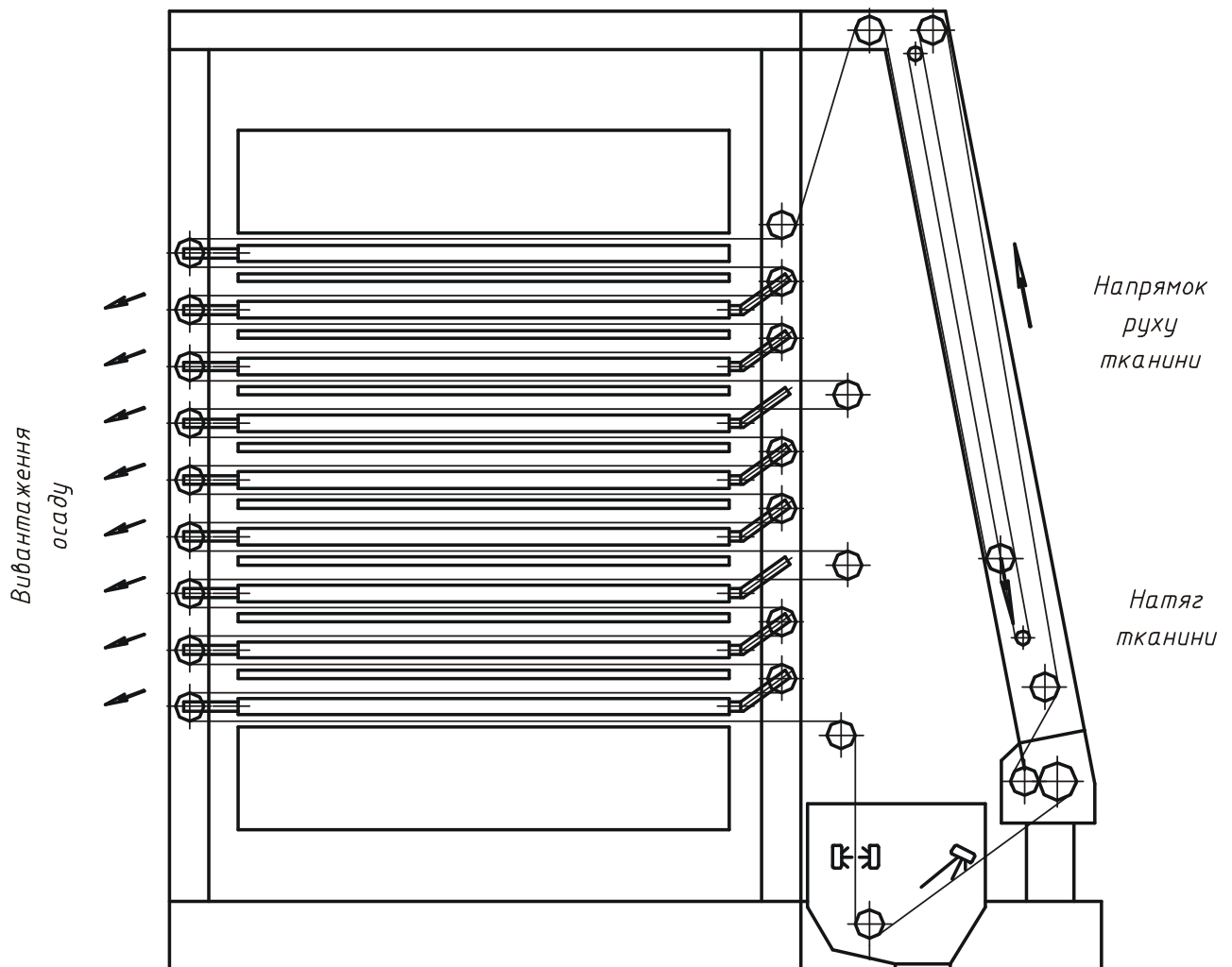


Рис. 3.1.– Принципова схема фільтр-преса

Вміст цукру в осаді становить 0,2% до маси осаду, кількість води на висолоджування не перевищує 100% до його маси, що дозволяє зменшити різницю між змістом СР дифузійного соку і соку перед випарки до 1%.

### 3.2. Будова і принцип роботи будова і принцип роботи фільтр-преса РКО 25

Працюючий в автоматичному і напівавтоматичному режимах фільтр-прес РКО 25 призначений для перероблення бурякоцукрових соків. Важливим чинником є горизонтальне позиціювання плит і рам фільтр-преса. Це дає можливість формувати рівномірний шар осаду і хороші умови для його промивання. Вміст цукру у відходах після фільтр-преса РКО 25 суттєво нижчий, ніж у фільтрах попереднього покоління (до двох разів). Фільтр-прес являє собою конструкцію з фільтрувальних плит і рамок між нерухомою упорною і рухомою натискаючою плитами. Фільтрувальна тканина виконана у формі замкненої стрічки, яка протягнута між плитами і рамками.

## 3.3. Технологічний розрахунок фільтр-преса РКО 25

Кількість прольотів полотна, які є на плитах:  $z_{\text{пр}} := 18$

$A_{\text{п}} := 1.150$  м - ширина плити

$B_{\text{п}} := 1.812$  м - довжина плити

Робоча поверхня плити

$$F_{\text{роб}} := A_{\text{п}} \cdot B_{\text{п}} \quad F_{\text{роб}} = 2.084$$

Сумарна площа полотна на плитах складає:

$$F_{\text{пол}} := F_{\text{роб}} \cdot z_{\text{пр}} \quad F_{\text{пол}} = 37.508 \quad \text{м}^2$$

Маса квадратного метра вогкого фільтрувального полотна складає

$$m_{\text{п}} := 3.2 \quad \text{кг}$$

Сумарна маса полотна на плитах складає:

$$m_{\text{пл}} := m_{\text{п}} \cdot F_{\text{пол}} \quad m_{\text{пл}} = 120.027 \quad \text{кг}$$

Маса осаду на плитах згідно технічних характеристик:  $m_{\text{о}} := 1520 \quad \text{кг}$

Маса полотна з осадом на плитах:  $m_{\text{по}} := m_{\text{пл}} + m_{\text{о}} \quad m_{\text{по}} = 1640 \quad \text{кг}$

Коефіцієнт тертя мокрого полотна по металу:  $f := 0.43$

Сила тертя, яка виникає при транспортуванні полотна з осадом:

$$S_{\text{тр}} := 9.81 \cdot \frac{m_{\text{по}}}{f} \quad S_{\text{тр}} = 37415 \quad (\text{Н})$$

Крутний момент на валку:

$$M_{\text{в}} := S_{\text{тр}} \cdot \frac{d_{\text{ф}}}{2} \quad M_{\text{в}} = 2020 \quad (\text{Н*м})$$

З врахуванням 5% запасу на транспортування провислої стрічки потужність на привід стрічки:

$$N_1 := \frac{M_B \cdot \omega_{\phi}}{1000} \quad N_1 = 9.354 \quad \text{кВт}$$

Розрахуємо необхідну потужність двигуна з умови:

к.к.д. підшипника кочення:  $\eta_{\text{підш}} := 0.99$

к.к.д. ланцюгової передачі:  $\eta_{\text{лп}} := 0.8$

к.к.д. зубчастої передачі:  $\eta_{\text{кз}} := 0.9$

$$N_{\text{дв}} := \frac{N_1}{\eta_{\text{підш}}^8 \cdot \eta_{\text{лп}} \cdot \eta_{\text{кз}}^2} \quad N_{\text{дв}} = 15.644 \quad \text{кВт}$$

З врахуванням стартового запасу потужності приймаємо характеристики електродвигуна:

потужність:  $N_{\text{дв}} := 18 \quad \text{кВт}$

частота обертання:  $n_{\text{дв}} = 1432 \quad \text{об/хв}$

### 3.4. Розроблення структурної та кінематичної схеми фільтр-преса

Структурна схема включає основні частини устаткування, їх призначення і взаємозв'язок. Вона складається на першому етапі дослідження існуючого фільтр-преса для цукру РКО-25.

По принципу дії машина відноситься до обладнання з механічним приводом. Стрічка приводиться в рух через привідний валок, який здійснює обертовий рух.

Схема включає електричний двигун, зубчасті передачі, ланцюгову передачу, робочі органи (валки).

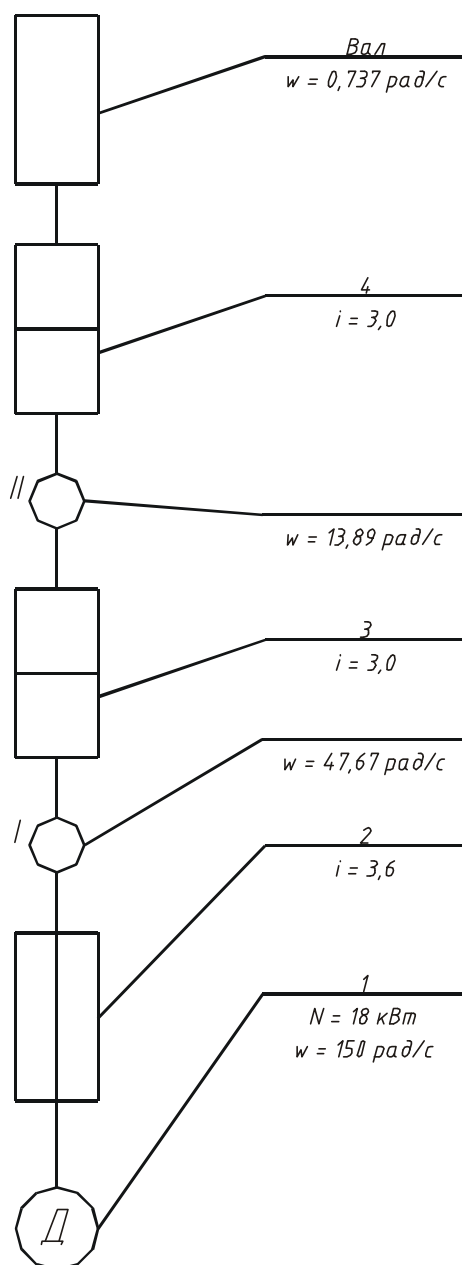


Рис. 3.2.– Структурна схема фільтр-преса

Схема включає електричний двигун, зубчасті передачі, ланцюгову передачу, робочі (валки).

Кінематична схема фільтр-преса РКО-25 складається з двигуна приводу валка ( $N=18\text{кВт}$ ,  $n=1440$  об/хв), від якого рух передається через ланцюгову і дві зубчастих передачі передається на привідний валю

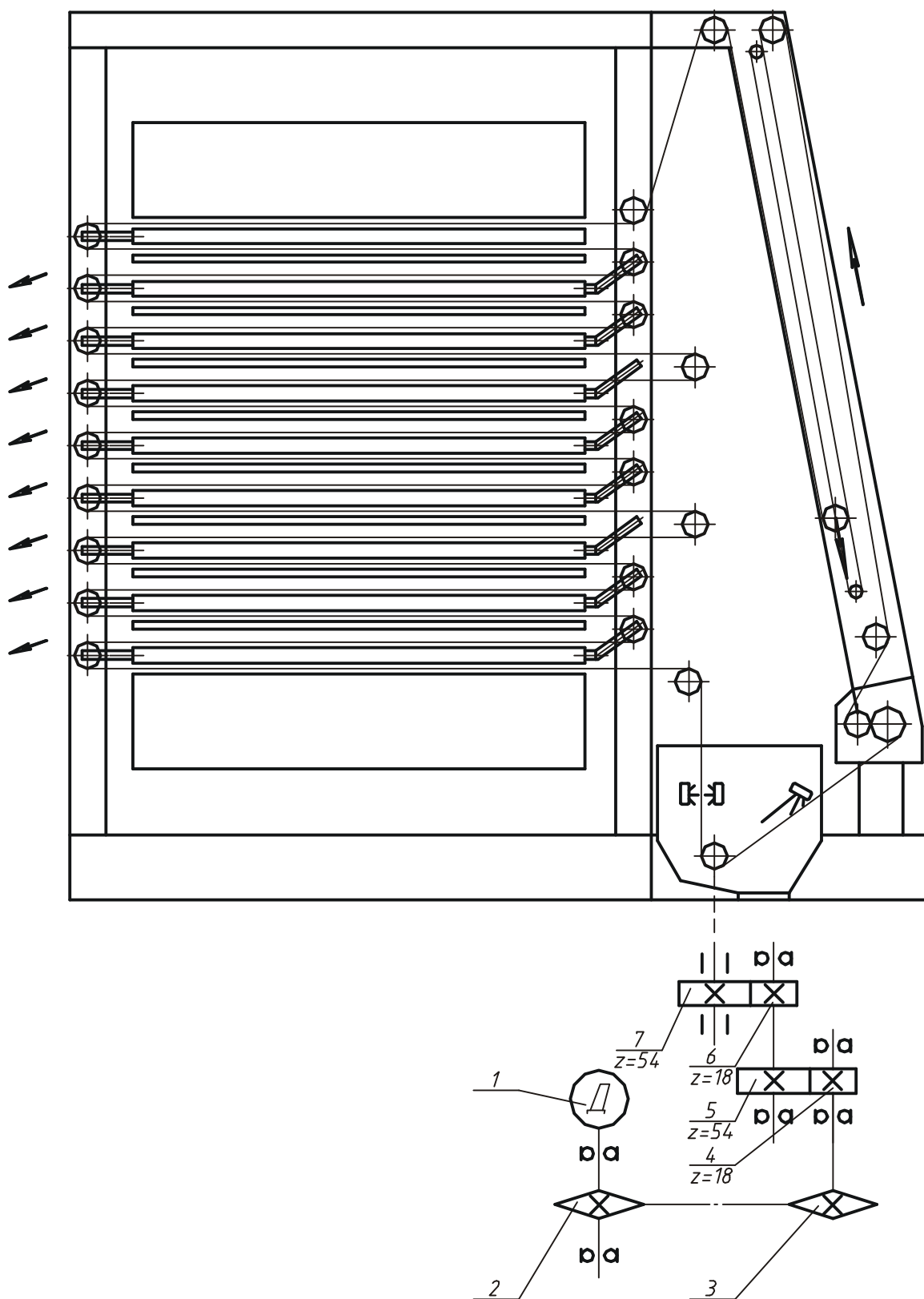


Рис. 3.3.— Кінематична схема фільтр-преса.

к.

Розрахуємо необхідну частоту обертання привідного валка

Довжина фільтруючої поверхні плити:  $L_{\phi} := 1.812 \text{ м}$

Діаметр привідного валика  $d_{\phi} := 0.108 \text{ м}$

Рекомендована максимальна швидкість стрічки  $v_{\phi} := 0.25 \text{ м/с}$

Попереднє значення кутової швидкості електродвигуна  $\omega_{\text{ДВ}} := 150 \text{ рад/с}$

Відповідно частота обертання вала електродвигуна:

$$n_{\text{ДВ}} := \omega_{\text{ДВ}} \cdot \frac{30}{\pi} \quad n_{\text{ДВ}} = 1432 \text{ об/хв}$$

Необхідна частота обертання валика:  $n_{\phi} := \frac{v_{\phi}}{\pi \cdot d_{\phi}} \quad n_{\phi} = 0.737 \text{ об/с}$

Відповідно кутова швидкість обертання  $\omega_{\phi} := 2 \cdot \pi \cdot n_{\phi} \quad \omega_{\phi} = 4.63 \text{ рад/с}$

Число обертів валика за хвилину  $n_{\phi\text{х}} := n_{\phi} \cdot 60 \quad n_{\phi\text{х}} = 44.21 \text{ об/хв}$

Розрахуємо передаточне число другої ступені привідного редуктора.

Число зубів шестерні:  $z_7 := 54$

Число зубів колеса:  $z_6 := 18$

Передаточне число передачі  $i_{67} := \frac{z_7}{z_6} \quad i_{67} = 3$

Частота обертання ведучого вала II ступені привідного редуктора:

$$n_{\text{III}} := n_{\phi} \cdot i_{67} \quad n_{\text{III}} = 2.21 \text{ об/с}$$

Відповідно кутова швидкість обертання

$$\omega_{\text{III}} := 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{III}} \quad \omega_{\text{III}} = 13.889 \text{ рад/с}$$



Число обертів вала за хвилину

$$n_{IIIx} := n_{III} \cdot 60 \quad n_{IIIx} = 132.629 \quad \text{об/хв}$$

Розрахуємо передаточне число першої ступені привідного редуктора.

Число зубів шестерні:  $z_5 := 54$

Число зубів колеса:  $z_4 := 18$

Передаточне число передачі  $i_{45} := \frac{z_5}{z_4} \quad i_{45} = 3$

Частота обертання ведучого вала I ступені привідного редуктора:

$$n_{II} := n_{III} \cdot i_{45} \quad n_{II} = 6.631 \quad \text{об/с}$$

Відповідно кутова швидкість обертання

$$\omega_{II} := 2 \cdot \pi \cdot n_{II} \quad \omega_{II} = 41.667 \quad \text{рад/с}$$

Число обертів вала за хвилину

$$n_{IIx} := n_{II} \cdot 60 \quad n_{IIx} = 397.887 \quad \text{об/хв}$$

Розрахуємо передаточне число ланцюгової передачі.

Загальне передаточне число:  $i_{заг} := \frac{\omega_{дв}}{\omega_{ф}} \quad i_{заг} = 32.4$

Необхідне передаточне число ланцюгової передачі:

$$i_{23} := \frac{i_{заг}}{i_{45} \cdot i_{67}} \quad i_{23} = 3.6$$

Приймаємо  $i_{23} := 3.6$

## 3.5. Розрахунок фільтрувальної плити фільтр-преса

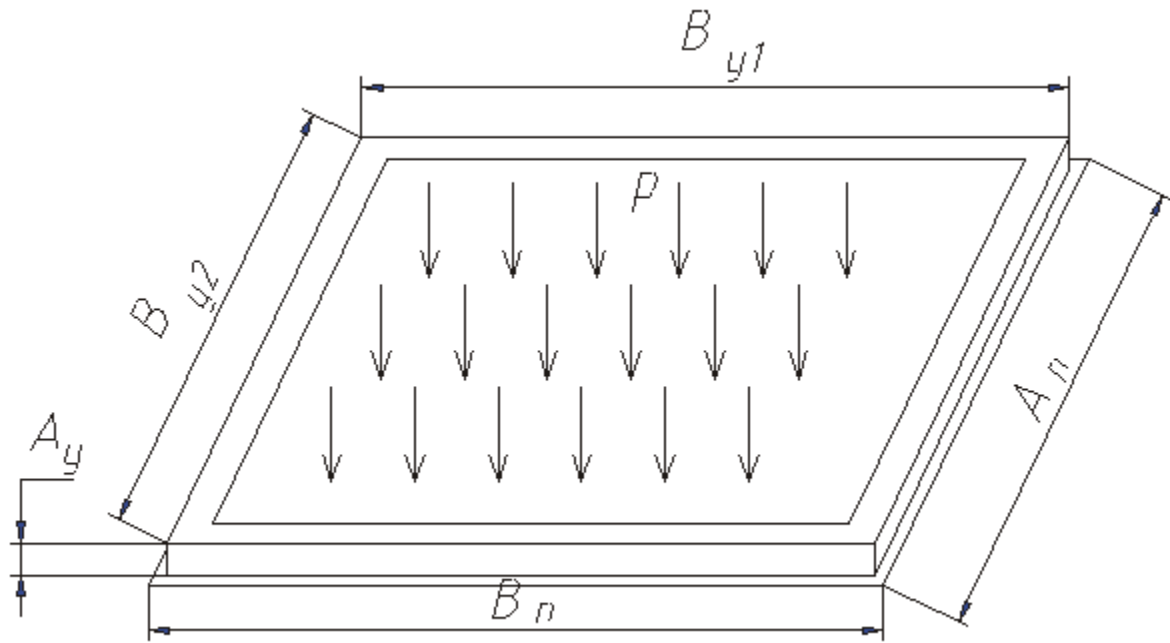


Рис. 3.4. – Розрахункова схема плити фільтр-преса

Розрахуємо зусилля, яке виникає в момент фільтрування чи відтиску осаду.

$$p := 1.0 \cdot 10^6 \quad \text{Па - внутрішній тиск в порожнині робочих камер.}$$

$$A_{\text{п}} := 1.150 \text{ м - ширина плити}$$

$$B_{\text{п}} := 1.812 \text{ м - довжина плити}$$

Робоча поверхня плити

$$F_{\text{роб}} := A_{\text{п}} \cdot B_{\text{п}} \quad F_{\text{роб}} = 2.084$$

Зусилля, яке виникає в момент фільтрування чи відтиску осаду.

$$Q_{\text{д}} := p \cdot F_{\text{роб}} \quad Q_{\text{д}} = 2083800 \text{ Н}$$

$$m := 1.5 \quad \text{конструктивний коефіцієнт для фільтр-пресів.}$$

$$A_{\text{у}} := 0.05 \quad \text{м - ширина ущільнення}$$

$$B_{\text{у1}} := 1.807 \text{ м - довжина ущільнення в поздовжньому напрямку}$$

$$B_{\text{у2}} := 1.100 \text{ м - довжина ущільнення в поперечному напрямку}$$

Периметр ущільнення

$$P_{\text{у}} := 2 \cdot (B_{\text{у1}} + B_{\text{у2}}) \quad P_{\text{у}} = 5.814 \text{ м}$$

Площа поверхні ущільнення:

$$F_y := A_y \cdot P_y \quad F_y = 0.291 \quad \text{м}$$

Зусилля затиску розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{пр}} := m \cdot p \cdot F_y \quad R_{\text{пр}} = 436050 \text{ (Н)}$$

### 3.4. Розрахунок гідроциліндра притискання плит

В системах автоматичного регулювання технологічних процесів широкого розповсюдження отримали виконавчі механізми, в яких перестановче зусилля створюється тиском стисненого повітря в робочій порожнині на поршень.

Розрахунок зводиться до визначення діаметра поршня при заданих технологічних параметрах робочого середовища.

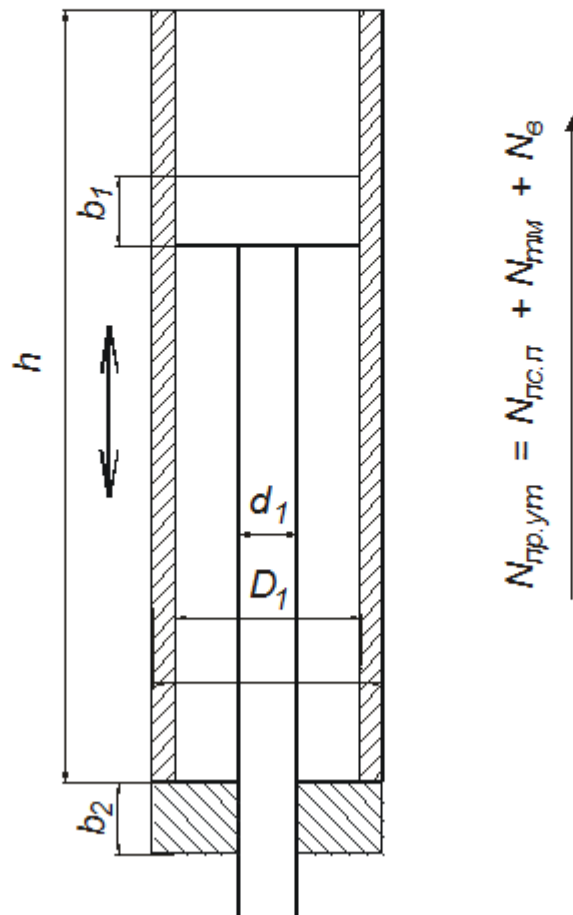


Рис. 3.5. – Розрахункова схема гідроциліндра притискання плит

Вихідні дані до розрахунків:

$N_{\text{пс.п}}$  - перестановочне зусилля в кінці прямого ходу штока з врахуванням наявності двох гідроциліндрів

$$N_{\text{пс.п}} := \frac{R_{\text{пр}}}{2} \quad N_{\text{пс.п}} = 218025 \quad \text{Н};$$

$p_{\text{пит}}$  - тиск живлення виконавчого механізму відповідно з ГОСТ 6540-68

$$p_{\text{пит}} := 1.6 \cdot 10^6 \quad \text{Па};$$

Розрахунок виконаємо в наступній послідовності.

Задаємо коефіцієнтом навантаженості  $k$ , який враховує зусилля активного опору [ ], і має наступне значення:

$$k := 1.1$$

Визначаємо попереднє значення зусилля, яке повинно розвиватися поршнем за наступною формулою:

$$N_{\text{пор}} := k \cdot N_{\text{пс.п}} \quad N_{\text{пор}} = 239828 \quad (\text{Н})$$

Задаємо тиском в вихлопній порожнині механізму, значення якого рекомендується приймати в межах 0,02...0,06 МПа .

$$\text{Приймаємо: } p_{\text{в}} := 0.2 \cdot 10^5 \quad (\text{Па})$$

Визначаємо попереднє значення діаметра поршня:

$$D_1 := 1.1 \cdot \sqrt{\frac{N_{\text{пор}}}{p_{\text{пит}} - p_{\text{в}}}} \quad D_1 = 0.429 \quad (\text{м})$$

Отримане значення  $D_1$  заокруглюємо до найближчого більшої величини згідно ГОСТ 6540-68.

$$\text{Приймаємо діаметр циліндра } \underline{D_1} := 0.43 \quad (\text{м})$$

Із співвідношення  $d = (0,25...0,4)D$  визначаємо розрахунковий діаметр штока пневматичного елемента.

$$d_1 := 0.3 \cdot D_1 \quad d_1 = 0.129 \quad (\text{м})$$

Отримане значення  $d_1$  заокруглюємо до найближчої величини згідно ГОСТ 6540-68.

$$\text{Приймаємо: } \underline{d_1} := 0.130 \quad (\text{м})$$

Визначаємо сумарне зусилля активного опору  $N_{TM}$  за залежністю:

$$N_{TM} = N'_{TM} + N''_{TM}$$

де  $N'_{TM} = 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D$

$\mu$  - коефіцієнт тертя  $\mu := 0.15$

$p_2$  - радіальний тиск кільця [ Па ]:

$$p_2 := 7 \cdot 10^5 \text{ (Па)}$$

$b_1$  - ширина кільця

$$b_1 := 0.045 \text{ (м)}$$

$n$  - число кілець

$$n := 2$$

$$N'_{TM} := 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D_1 \quad N'_{TM} = 1277 \quad (\text{Н})$$

При проведенні обчислень для штока:

$$N''_{TM} = 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_2 \cdot n \cdot d$$

Тут:

$$b_2 := 0.025 \text{ (м)}$$

$$d_1 = 0.13 \text{ (м)}$$

$$N''_{TM} := 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_2 \cdot n \cdot d_1 \quad N''_{TM} = 214 \quad (\text{Н})$$

$$N_{TM} := N'_{TM} + N''_{TM} \quad N_{TM} = 1491 \quad (\text{Н})$$

Розраховуємо ефективну площу поршня:

Для безштокової порожнини площу розрахуємо за формулою:

$$F_e := \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2$$

Для штокової порожнини:

$$F_{e.ш} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2)$$

Тут :  $D_1$  - діаметр циліндра;

$d_1$  - діаметр штока.

$$F_{e.ш} := \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 \quad F_e = 0.145 \quad (\text{м}^2)$$

$$F_{e.ш} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2) \quad F_{e.ш} = 0.132 \quad (м^2)$$

Знайдемо зусилля протитиску на вихлоп для безпружинних механізмів:

$$N_B := p_B \cdot F_{e.ш} \quad N_B = 2639 \quad (Н)$$

Визначаємо уточнене значення зусилля, розвиненого поршнем

$$N_{пр.ут} := N_{пс.п} + N_{тм} + N_B \quad N_{пр.ут} = 222155 \quad (Н)$$

### 3.5. Розрахунок ланцюгової передачі приводу фільтр-преса

Потужність на валу ведучої зірочки  $P_1 := N_{дв} \quad P_1 = 18 \quad (кВт)$ ; кутова

швидкість ведучої зірочки  $\omega_1 := \omega_{дв} \quad \omega_1 = 150 \quad (рад/с)$ ; передаточне

число передачі  $u := 3.6$  число передачі; передача горизонтальна;

регулювання натягу ланцюга періодичне шляхом переміщення ведучого

вала; змащування передачі періодичне; помірні зміни навантаження;

коефіцієнт короткочасних перевантажень при пусках

$K_{п} := 2.2$  типовий режим навантаження - середній нормальний (СН);

допустиме збільшення середнього кроку ланцюга  $\frac{\Delta P}{P} = 2.7 \quad \%$ ;

строк служби ланцюга  $h := 8000 \quad \text{год.}$

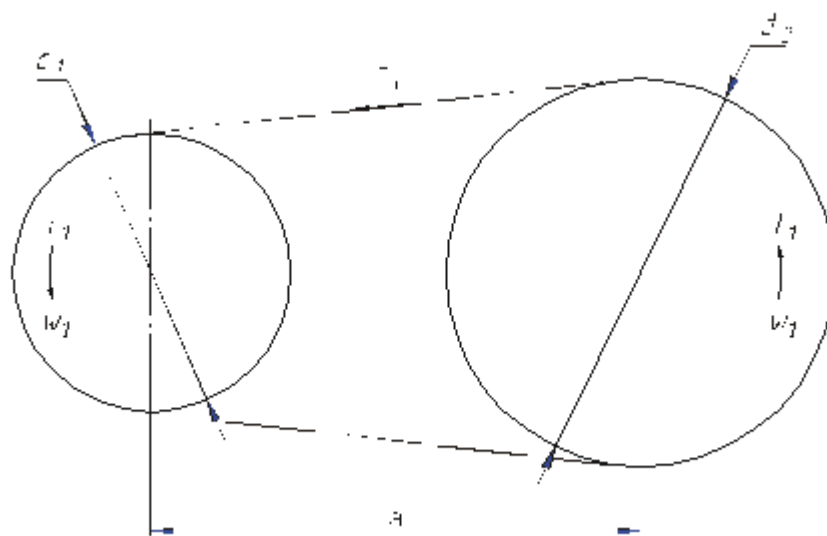


Рис. 3.6. – Розрахункова схема ланцюгової передачі приводу фільтр-преса

На валу ведучої зірочки обертовий момент:

$$T_1 := \frac{P_1 \cdot 1000}{\omega_1} \quad T_1 = 120 \quad (\text{Н*м})$$

Якщо припустити, що крок ланцюга не буде більш, ніж 38.1 мм, то для

$\omega_1 = 150$  (рад/с) [ ] можна вибрати число зубців ведучої зірочки

$z_1 := 20$  Тоді число зубців веденої зірочки  $z'_2 := u \cdot z_1$   $z'_2 = 72$

Вибираємо  $z_2 := 72$

Орієнтовне значення кроку ланцюга

$$P' := 13 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1}{z_1}} \quad P' = 23.623 \quad (\text{мм})$$

До розрахунку вибираємо роликівий ланцюг ПР-25.4-5670 [ ], для якого маємо: крок  $P := 25.4$  мм; площа опорної поверхні шарнірна

$A_{\text{оп}} := 180$  мм<sup>2</sup>; руйнівне навантаження  $F_{\text{рн}} := 56.7$  кН; маса 1м ланцюга  $q := 2.6$  кг/м.

Швидкість ланцюга

$$v := \frac{P \cdot 10^{-3} \cdot \omega_1 \cdot z_1}{2 \cdot \pi} \quad v = 12.128 \quad (\text{м/с})$$

Орієнтовно визначаємо міжосьову віддаль передачі

$$a' := 40 \cdot P \quad a' = 1016 \quad (\text{мм})$$

Число ланок ланцюга:

$$W' := 2 \cdot \frac{a'}{P} + 0.5 \cdot (z_1 + z_2) + \frac{P}{a'} \cdot \frac{(z_2 - z_1)^2}{(2 \cdot \pi)^2} \quad W' = 127.712$$

Вибираємо  $\underline{W} := 128$

Розрахункова міжосьова відстань:

$$a_0 := \frac{P}{4} \cdot \left[ W - 0.5 \cdot (z_1 + z_2) + \sqrt{\left[ W - 0.5 \cdot (z_1 + z_2) \right]^2 - 8 \cdot \frac{(z_2 - z_1)^2}{(2 \cdot \pi)^2}} \right]$$

$$a_0 = 1019.733 \text{ (мм)}$$

Міжосьова відстань передачі із забезпеченням провисання веденої вітки

$$a := a_0 - 0.003 \cdot a_0 \quad a = 1016.674 \quad \text{(мм)}$$

Ділильні діаметри зірочок

$$d_1 := \frac{P}{\sin\left(\frac{\pi}{z_1}\right)} \quad d_1 = 162.368 \quad \text{(мм)}$$

$$d_2 := \frac{P}{\sin\left(\frac{\pi}{z_2}\right)} \quad d_2 = 582.31 \quad \text{(мм)}$$

Номінальне корисне навантаження ланцюга:

$$F_t := 2 \cdot \frac{T_1 \cdot 1000}{d_1} \quad F_t = 1478.121 \quad \text{(Н)}$$

Максимальне навантаження ланцюга при пуску передачі:

$$F_{t\max} := K_{\Pi} \cdot F_t \quad F_{t\max} = 3251.866 \quad \text{(Н)}$$

Максимальна сила, яка діє на вали передачі:

$$R_{\max} := 1.15 \cdot F_{t\max} \quad R_{\max} = 3739.646 \quad \text{(Н)}$$

Розрахунок шарнірів ланцюга на стійкість проти спрацювання.

Якщо коефіцієнт інтенсивності  $K_{\text{Есп}} := 0.40$  [ ] для режиму

навантаження СН, то еквівалентне корисне навантаження ланцюга:

$$F_{t\text{Есп}} := K_{\text{Есп}} \cdot F_t \quad F_{t\text{Есп}} = 591.248 \quad \text{(Н)}$$



Коефіцієнт динамічного навантаження (при помірних змінах навантаження)  $K_d := 1.3$  ; для однорядного ланцюга  $K_m := 1$

Допустиме збільшення середнього кроку ланцюга  $\frac{P}{\Delta P} = 2.7 \%$

При даному допустимому збільшенні розрахункові коефіцієнти:

$$C := 1.33 \cdot 10^6 \cdot 2.7 \quad C = 3591000$$

$$K_v := \sqrt[3]{\omega_1^2} \quad K_v = 28.231$$

коефіцієнт міжосьової віддалі  $a_p := 40$

$$K_r := \left(\frac{25}{z_1}\right) \cdot \sqrt[4]{\frac{40}{a_p}} \cdot \frac{1}{\sqrt[6]{u}} \quad K_r = 1.01$$

Коефіцієнти, які враховують умови роботи передачі і її конструкцію:

$$K_H := 1 \quad K_p := 1 \quad K_{3M} := 3$$

$$K_e := K_H \cdot K_p \cdot K_{3M} \quad K_e = 3$$

З умови стійкості проти спрацювання допустимий тиск у шарнірах

$$IpI_{сп} := \frac{C}{h \cdot K_v \cdot K_r \cdot K_e} \quad IpI_{сп} = 5.249 \quad (\text{МПа})$$

Визначимо розрахунковий тиск в шарнірах ланцюга.

$$p_w := \frac{F_{tEсп} \cdot K_d}{A_{оп} \cdot K_m} \quad p = 4.27 \quad (\text{МПа})$$

Стійкість шарнірів ланцюга проти спрацювання забезпечується

Розрахунок пластин ланок ланцюга на втому.

При розрахунку пластин на втому еквівалентне корисне навантаження ланцюга ( $K_{ЕВТ} := 0.65$  для режиму навантаження СН)

$$F_{tЕВТ} := K_{ЕВТ} \cdot F_t \quad F_{tЕВТ} = 960.779 \quad (\text{Н})$$

Розрахункові коефіцієнти

$$K'_z := \sqrt[12]{z_1} \quad K'_z = 1.284$$

$$K_h := \sqrt[4]{\frac{15000}{h}} \quad K_h = 1.17$$

$$K_B := 10 \cdot \sqrt[9]{\omega_1} \quad K_B = 17.45$$

$$K_P := \sqrt[24]{\frac{P}{25.4}} \quad K_P = 1$$

Допустимий тиск у шарнірах ланцюга, що гарантує втомну міцність пластин його ланок

$$p_{I_{BT}} := \frac{270 \cdot K'_z \cdot K_h}{K_B \cdot K_P} \quad p_{I_{BT}} = 23.24 \quad (\text{МПа})$$

Розрахунковий тиск у шарнірах за умови втомної міцності пластин

$$p_{BT} := \frac{F_{tE_{BT}} \cdot K_D}{A_{оп} \cdot K_m} \quad p_{BT} = 6.939 \quad (\text{МПа})$$

Втомна міцність пластин ланцюга достатня.

Розрахунок ланцюга на міцність при дії максимальних коротко- термінових перевантажень

$$s := \frac{F_{pH} \cdot 1000}{F_{tmax}} \quad s = 17.436 \quad > s_{min} = 5$$

#### 4. Математичний опис процесу фільтрування у бурякоцукрровій промисловості

Фільтрування – це операція механічного відділення твердої речовини від рідкого середовища шляхом пропускання вихідної суміші, яку ще називають суспензією, через пористу пластинчасту перегородку. Через зазначену перегородку здатна проникати лише рідка фаза.

Фільтрування є складовою частиною значного числа технологічних процесів виробництва продуктів харчування, коли є складові елементи у різних агрегатних станах (рідкому і твердому).

Принципова схема фільтрування подана на рисунку 4.1.

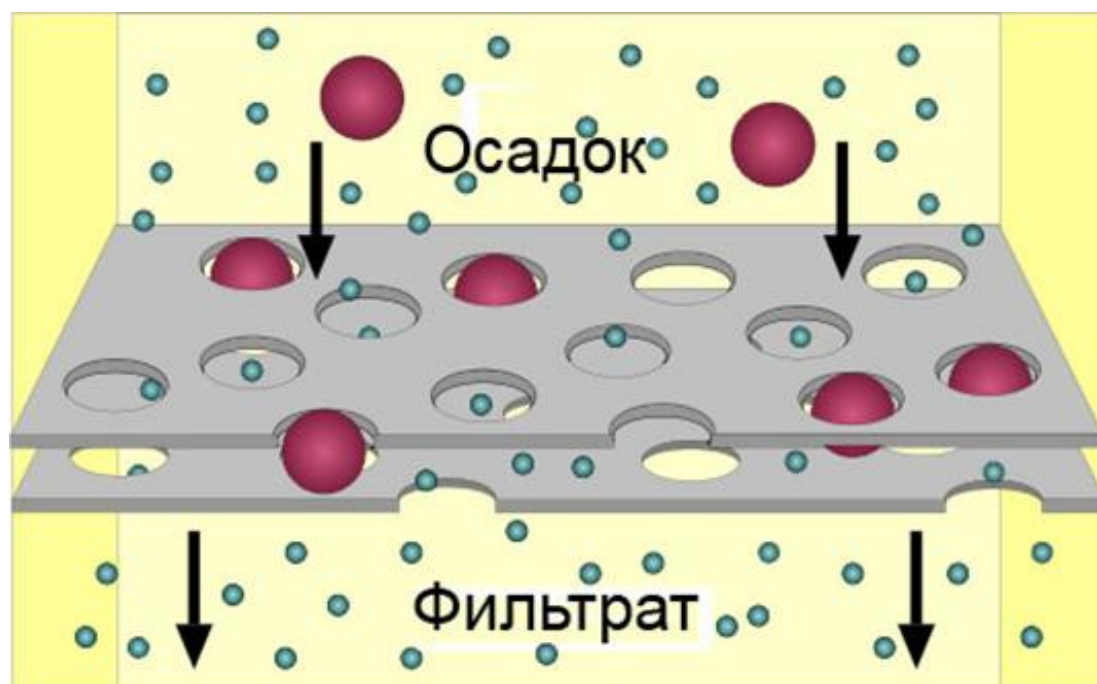


Рис. 4.1.-Основна схема фільтрування.

Для математичного моделювання процесу фільтрування застосуємо методику повного факторного планування експерименту. Для визначення числових коефіцієнтів рівнянь процесу фільтрування застосована система, створена на основі МНК. Даний метод забезпечує належну точність апроксимації і зручний для практичного застосування.

Складемо система нормальних рівнянь для випадку фільтрування бурякоцукрового соку.

Загальна кількість математичних рівнянь системи тотожна кількості коефіцієнтів, які є невідомими. У залежностях системи коефіцієнти  $b$  розташовуються на аналогічних позиціях у порядку зростання значень індексів. Перше рівняння системи рівнянь фільтрування бурякоцукрових соків отримують множенням першого стовпця на самого себе, а далі по чергово на решту стовпчиків. Друге рівняння системи рівнянь процесу фільтрування отримують множенням другого стовпця на перший стовець, після чого на всі решту. Третє рівняння системи рівнянь фільтрування отримують множенням третього стовпця на перший стовець, а далі на всі наступні і т.д.

В нашому випадку таблиця із статичною інформацією має вигляд:

Таблиця 4.1

Результати експериментального дослідження фільтрування  
бурякоцукрових соків

Стовбець	1	2	3	4	5
Експеримент	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y$
1	1	0,4	0,15	81	0,65138
2	1	0,45	0,16	82	0,73055
3	1	0,5	0,17	83	0,79958
4	1	0,55	0,18	84	0,83956
5	1	0,6	0,19	85	0,86525

Де  $X_0 = "+1"$  – допоміжна величина;

$X_1$  – швидкість фільтрації, м/с;

$X_2$  – перепад тисків на фільтрувальній перегородці, МПа;

$X_3$  – температура бурякоцукрового соку, С;

$Y$  – продуктивність фільтра, л/с;

Рівняння регресії для фільтрування бурякоцукрового соку випадку має вигляд:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 \quad (4.1)$$

Система нормальних рівнянь:

$$\begin{aligned} b_0 \sum X_0^2 + b_1 \sum X_1 X_0 + b_2 \sum X_2 X_0 + b_3 \sum X_3 X_0 &= \sum X_0 Y \\ b_0 \sum X_0 X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_2 X_1 + b_3 \sum X_3 X_1 &= \sum X_1 Y \\ b_0 \sum X_0 X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 + b_3 \sum X_3 X_2 &= \sum X_2 Y \\ b_0 \sum X_0 X_3 + b_1 \sum X_1 X_3 + b_2 \sum X_2 X_3 + b_3 \sum X_3^2 &= \sum X_3 Y \end{aligned} \quad (4.2)$$

В системі рівнянь (4.2) сумуємо за відповідною схемою дані з таблиці (4.1). Після проведення відповідних перетворень отримаємо.

$$\begin{aligned} 5b_0 + 8b_1 + 2,65b_2 + 12,55b_3 &= 12,2 \\ 2,5b_0 + 1,275b_1 + 0,43b_2 + 2,08b_3 &= 1,97 \\ 0,85b_0 + 0,43b_1 + 0,15b_2 + 0,71b_3 &= 0,67 \\ 4,15b_0 + 2,08b_1 + 0,71b_2 + 3,45b_3 &= 3,23 \end{aligned}$$

Ділимо рівняння 1, 2 і 4 на 10 і приводимо таким чином до одного порядку.

$$\begin{aligned} 0,5b_0 + 0,8b_1 + 0,265b_2 + 1,255b_3 &= 1,22 \text{ y} \\ 0,25b_0 + 0,1275b_1 + 0,043b_2 + 0,208b_3 &= 0,197 \text{ y} \\ 0,85b_0 + 0,43b_1 + 0,15b_2 + 0,71b_3 &= 0,67 \text{ y} \\ 0,15b_0 + 0,208b_1 + 0,071b_2 + 0,345b_3 &= 0,323 \text{ y} \end{aligned}$$

Розв'яжемо систему методом Крамера з застосуванням MathCAD.

Отримані значення коефіцієнтів  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  :

$$\begin{aligned} b_0 &= 0,0709 \\ b_1 &= -0,4872 \\ b_2 &= 2,06289 \\ b_3 &= 0,69182. \end{aligned}$$

Рівняння регресії має вигляд:

$$Y = 0,0709 - 0,4872 X_1 + 2,06289 X_2 + 0,69182 X_3 \quad (4.3)$$

Перевіримо на адекватність: підставимо значення з таблиці 4.1 експериментальних результатів процесу фільтрування у рівняння 4.3. Отримані числові рішення та експериментальні експериментів з фільтрування бурякоцукрових соків зведемо в таблицю.

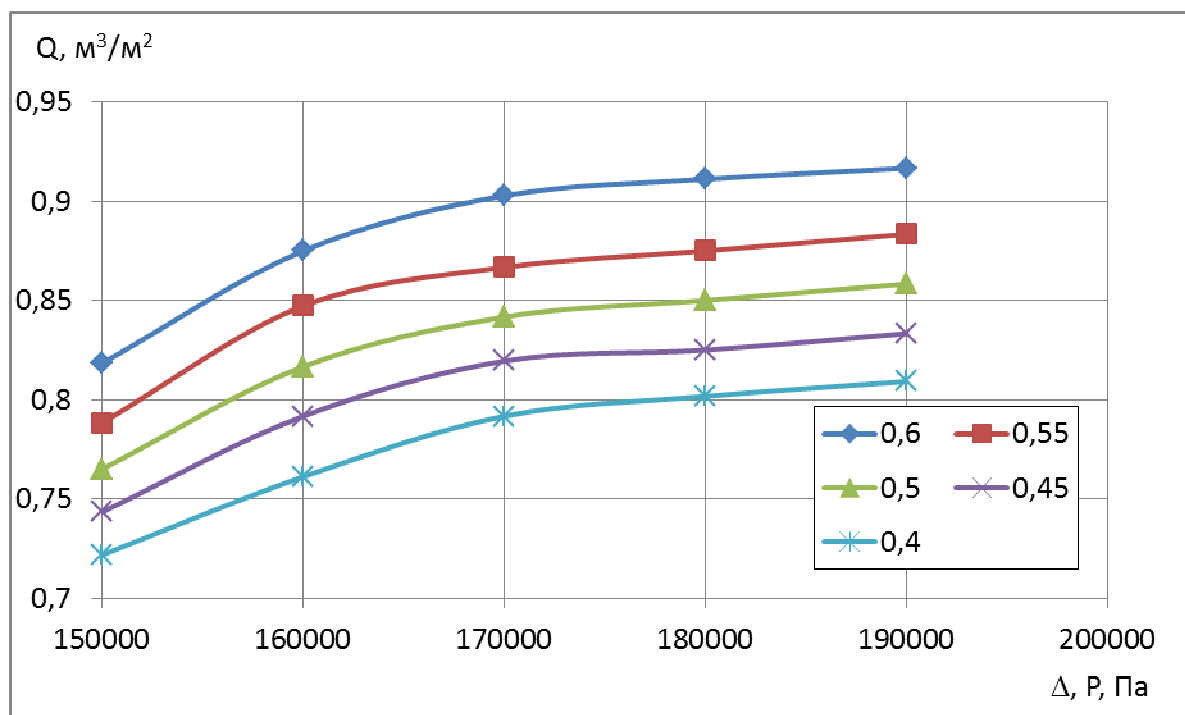


Рис. 4.2. – Залежність продуктивності фільтрувального елемента від перепаду тисків і швидкості бурякоцукрового соку.

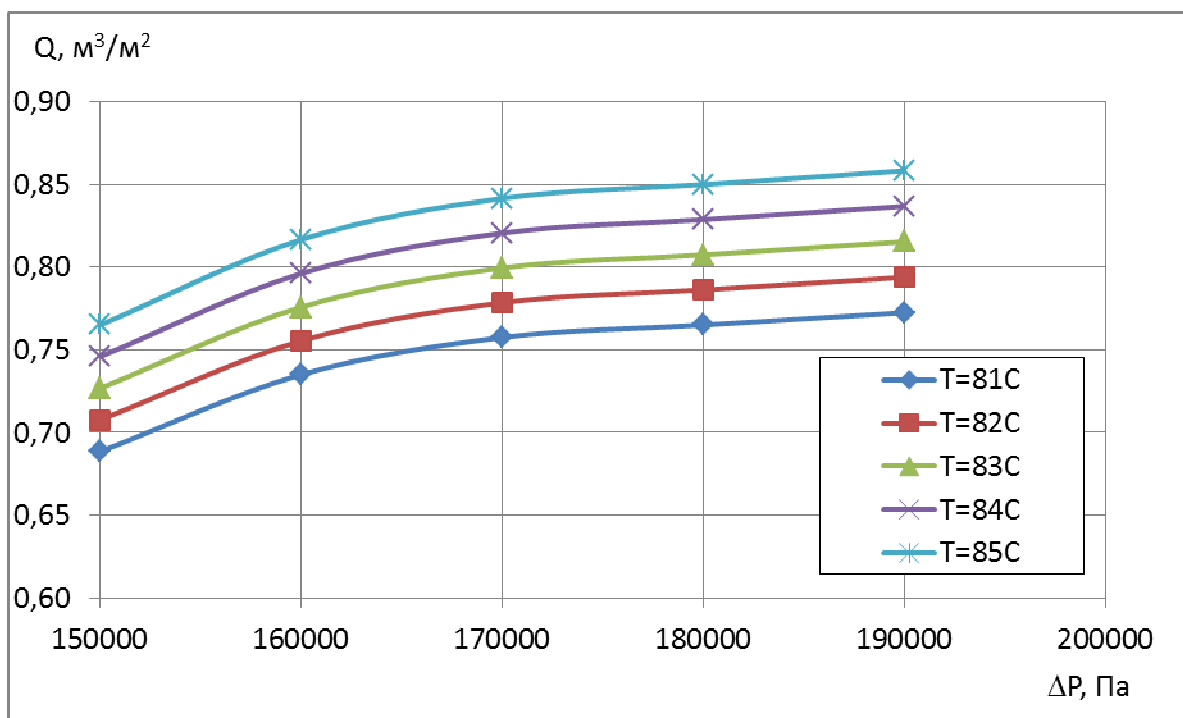


Рис. 4.3. Залежність продуктивності фільтрувального елемента від перепаду тисків і температури бурякоцукрового соку.

Абсолютна похибка (4.4):

$$\Delta = \frac{|Y_{екс} - Y_{теор}| * 100\%}{Y_{екс}} \quad (4.4)$$

Таблиця 4.1.

Порівняльні результати.

<i>Експериментальні значення</i>	<i>Теоретичні значення</i>
0,651389	0,708559169
0,730556	0,74903686
0,79958	0,827444159
0,83956	0,868718125
0,86525	0,910310602

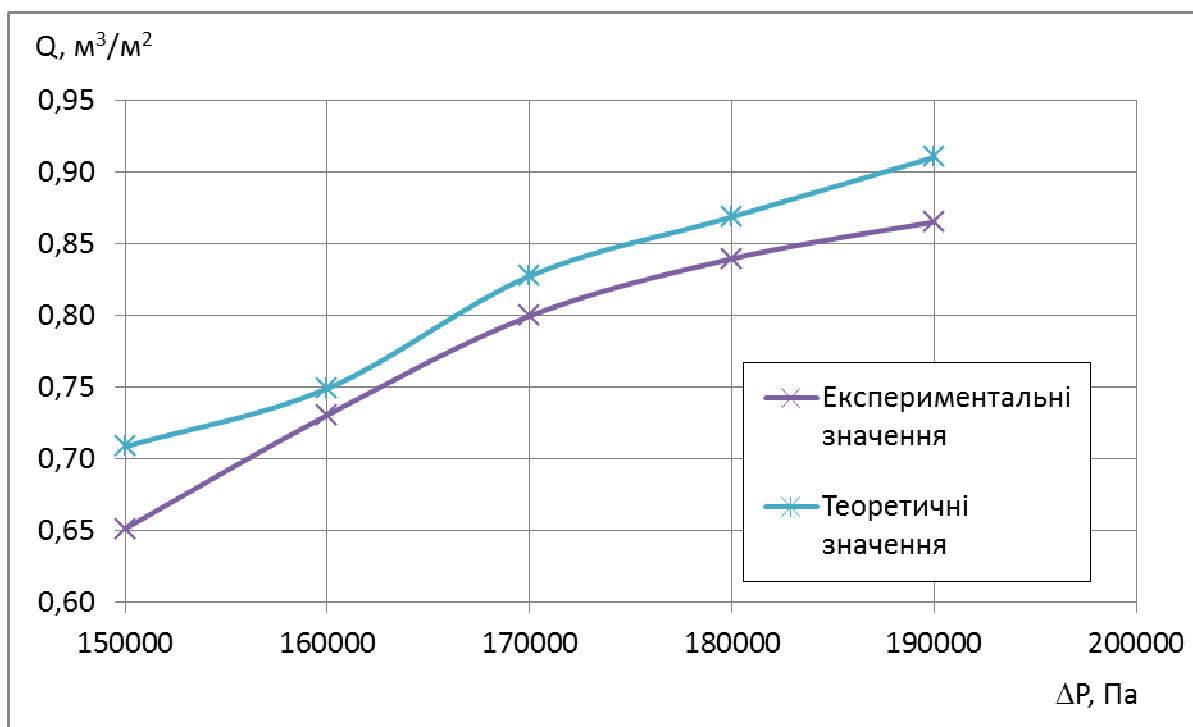


Рис. 4.3. Порівняльні результати дослідження фільтрування бурякоцукрових соків



## 5. Спеціальна частина

Завданням на дипломнепроекування передбачається виконання ряду завдань, для вирішення яких необхідно застосувати програмне забезпечення.

Для виконання пошуку інформації в мережі Інтернет застосували один із найбільш поширених інтернет-браузерів InternetExplorer10. Броузер – програма, яка дає можливість користуватися мережею Інтернет, забезпечує перегляд файлів у форматі \*.htm та \*.html. Іноді броузери мають ще свої додаткові цікаві досить функції.

Для аналізу інформації, отриманої з мережі Internet, застосовано AdobeReader.

AdobeReader(AcrobatReader) - це одна з кращих програм для перегляду та друку текстової інформації в форматі pdf. Це - один з нових форматів для зберігання і перенесення текстової інформації, наприклад, з Інтернету на комп'ютер.

Програма AcrobatReader дозволить Вам швидко шукати необхідні сторінки, підбирати масштаб, зручний для перегляду, а також налаштовувати друк. Друкувати Ви зможете як виділений фрагмент, так і кілька сторінок або весь документ.

PDF (аббревіатура від англ. PortableDocumentFormat, вимовляється пі-ді-еф) - платформонезалежних формат електронних документів, створений фірмою AdobeSystems з використанням низки можливостей PostScript. У першу чергу призначений для подання в електронному вигляді поліграфічної продукції, - значна кількість сучасного професійного друкарського устаткування може обробляти PDF безпосередньо.

Формат PDF дозволяє впроваджувати необхідні шрифти (порядковий текст), векторні і растрові зображення, форми і мультимедіа-вставки. Підтримує RGB, CMYK, декілька типів стиснення растрової інформації. Має власні технічні формати для поліграфії: PDF/X-1, PDF/X-3. Включає механізм електронних підписів для захисту і перевірки достовірності документів. Є

можливість імпорту з більшості сучасних форматів текстових документів, векторних і растрових графічних форматів. В цьому форматі розповсюджується більшість супутньої документації.

PDF розшифровується як PortableDocumentFormat - пристосованість формат документів. Цей формат файлів створений компанією AdobeSystems в 1993 році для використання в комп'ютерних публікаціях. PDF дозволяє представляти електронні документи (наприклад книги, документацію, реферати і т.д.) в незалежному від пристрою вигляді, тобто документ буде однаково відображатися на всіх платформах - починаючи від PC і закінчуючи Apple Macintosh! Документи можуть включати в себе текст, шрифти, зображення і векторну графіку.

Для оформлення текстової частини розрахунково-пояснювальної записки застосовано найбільш поширений текстовий редактор MicrosoftWord.

MicrosoftWord (повна назва MicrosoftOfficeWord, часто вживаються — MSWord, WinWord або просто Word) — текстовий процесор, що випускається фірмою Майкрософт, входить до складу офісного пакету «MicrosoftOffice».

Microsoft Word є в цей час найпопулярнішим текстовим процесором у вжитку, що зробило його закритий формат документа стандартом, і багато конкуруючих програм мають підтримку сумісності з даним форматом. Розширення «.doc» на платформі IBM PC стало синонімом двійкового формату Word 97—2000. Фільтри експорту і імпорту в даний формат присутні в більшості текстових процесорів. Велика частина інформації, потрібної для роботи з даним форматом, здобувається за допомогою зворотного інжинірингу, оскільки велика її частина відсутня у відкритому доступі. Формат документа різних версій Word часто міняється, відмінності бувають досить тонкими. Форматування, що нормально виглядає в останній версії, може не відображатися в старих версіях програми, оскільки зворотна сумісність часто відсутня.

Специфікація двійкового формату файлів Word 97-2007 була опублікована Microsoft у лютому 2008 року. Word 2003 має власний XML-

формат, що офіційно використовує публічно документовану схему, названу WordprocessingML, котра доступна у всіх редакціях Word 2003. ApacheJakarta POI — програмна бібліотека, написана на Java, мета якої — надати можливість читання і запису в бінарний формат файлів Microsoft Word.

В Office 2007 Microsoft використовує формат файлів Office Open XML для всіх своїх офісних застосунків. Office Open XML в квітні 2008 був стандартизований ISO.

Як і решта застосунків з Microsoft Office, Word може розширювати свої можливості за допомогою використання вбудованої макромови (спочатку використовувався WordBasic, проте з версії Word 97 застосовується VBA — VisualBasicforApplications). Проте це надає широкі можливості для написання вбудовуваних в документи вірусів (так звані «макровіруси»). Найяскравішим прикладом була епідемія хробака Melissa. У зв'язку з цим, багато хто вважає розумною рекомендацію завжди виставляти найвищий рівень налаштувань безпеки при використанні Word. Також незайвим використовувати антивірусне програмне забезпечення.

Для виконання інженерних розрахунків та побудови графіків використано Microsoft Excel.

Microsoft Excel (повна назва Microsoft Office Excel) — програма для роботи з електронними таблицями, створена корпорацією Microsoft для Microsoft Windows, Windows NT і Mac OS. Застосунок входить до складу офісного пакету Microsoft Office. Типові області застосування Excel:

завдяки тому, що лист Excel являє собою готову таблицю, Excel часто використовують для створення документів без усіляких розрахунків, що просто мають табличне представлення (наприклад, прайс-листи в магазинах, розклади);

у Excel легко можна створювати різні види графіків і діаграм, які беруть дані для побудови з комірок таблиць (графік зниження ваги тіла за вказаний період від початку занять спортом);

його можуть використовувати звичайні користувачі для елементарних розрахунків (скільки витратив за цей місяць, що/кому/коли дав/взяв);

Excel містить багато математичних і статистичних функцій, завдяки чому його можуть використовувати школярі і студенти для розрахунків курсових, лабораторних робіт;

Excel інтенсивно використовується в бухгалтерії — у багатьох фірмах це основний інструмент для оформлення документів, розрахунків і створення діаграм. Природно, він має в собі відповідні функції;

Excel може навіть працювати як база даних. Хоча, звичайно, до повноцінної бази даних йому далеко.

Для виконання графічних побудов застосовували пакет AutoCAD.

AutoCAD — дво- і тривимірна система автоматизованого проектування і креслення розроблена компанією Autodesk. Перша версія була випущена в 1982 році. AutoCAD і спеціалізовані додатки на його основі знайшли широке застосування в машинобудуванні, будівництві, архітектурі та інших галузях промисловості. Вперше випущений в грудні 1982 року AutoCAD був однією з перших програм САПР для роботи на персональних комп'ютерах, зокрема, IBM PC. У той час, більшість інших CAD-програм працювали на великих ЕОМ.

Ранні версії AutoCAD оперували невеликим числом елементарних об'єктів, такими як кола, лінії дуги і текст, з яких склалися більш складні. У цій якості AutoCAD заслужив репутацію «електронного кульмана», яка залишається за ним і понині. Однак, на сучасному етапі можливості AutoCAD дуже широкі і набагато оперевершують можливості «електронного кульмана».

В області двовимірного проектування AutoCAD як і раніше дозволяє використовувати елементарні графічні примітиви для отримання більш складних об'єктів. Крім того, програма надає вельми обширні можливості роботи з шарами і аннотативними об'єктами (розмірами, текстом, позначеннями). Використання механізму зовнішніх посилань (XRef) дозволяє розбивати креслення на складові файли, за які відповідальні різні розробники, а динамічні блоки розширюють можливості автоматизації 2D-проектування

звичайним користувачем без використання програмування. Починаючи з версії 2010 в AutoCAD реалізована підтримка двовимірної опараметричного креслення.

Поточна версія програми (AutoCAD 2019) включає в себе повний набір інструментів для комплексного тривимірного моделювання (підтримується твердотільне, поверхневе і полігональне моделювання). AutoCAD дозволяє отримати високоякісну візуалізацію моделей з допомогою рендеринга mentalray. Також в програмі реалізовано управління тривимірним друком (результат моделювання можна відправити на 3D-принтер) і підтримка хмарточок (дозволяє працювати з результатами 3D-сканування). Тим не менш, слід зазначити, що відсутність тривимірної параметризації не дозволяє AutoCAD безпосередньо конкурувати з машинобудівними САПР середнього класу, такими як Inventor, SolidWorks та іншими. До складу AutoCAD2019 включена програма InventorFusion, яка реалізує технологію прямого моделювання.

## 6. Обґрунтування економічної ефективності

Розрахуємо капітальні вкладення на проведення технічного переоснащення. Вартість споруд формують наступні обсяги додаткових і переоснащених площ:

виробничі площі - 2088 м<sup>2</sup>

підсобні і складські

приміщення 843,75 м<sup>2</sup>

допоміжні приміщення 144 м<sup>2</sup>

Згідно додатку 3 [8] виконаємо розрахунок вартості будівельних робіт. Затрати на будівництво та освоєння виробничих площ:

$$З_{бв} = 2088 * 3250 = 6786000 \text{ грн}$$

Затрати на будівництво та освоєння складських приміщень:

$$З_{бс} = 843,75 * 2980 = 2514375 \text{ грн.}$$

Затрати на будівництво та освоєння допоміжних приміщень:

$$З_{бд} = 144 * 3800 = 547200 \text{ грн.}$$

Сумарні затрати на будівельні роботи:

$$З_{с} = 6786000 + 2514375 + 547200 = 9847575 \text{ грн.}$$

Розрахуємо ціну на модернізований фільтр. Кількість модернізованих одиниць обладнання: 1. Допоміжні матеріали укрупнено приймаємо на рівні 4% від вартості проекту. Результати зведемо в таблицю 6.1.

Розрахуємо витрати на додаткове обладнання, яке встановлюється в результаті технічного переоснащення. Розрахунки зведемо в таблицю 6.2.

Розрахуємо фонд оплати праці робітників, які виготовляють машину.

Трудомісткість виготовлення машини, люд.-год 7800.

Середньогодинна оплата праці по заводу, грн. 45,00.

Фонд оплати праці: ФОП = 7800,00 \* 45 = 351000,00 грн.

Загальновиробничі витрати укрупнено приймаємо на рівні 60% від фонду заробітної плати:

$$З_{в} = 351000,00 * 0,6 = 210600,00 \text{ грн.}$$

Адміністративні витрати приймаємо на рівні 55% від фонду оплати праці:

$$A_v = 351000,00 * 0,55 = 193050,00 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.1. - Визначення собівартості модернізованої одиниці обладнання

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Одиниця виміру	Ціна одиниці, грн.	Норма витрат на одиницю продукції, грн.	Вартість сировини і матеріалів, грн.	Транспортно-заготівельні витрати, грн.	Загальна сума витрат на сировину і матеріали, грн.
I	Сировина і основні матеріали						
	Гарячий прокат:						
1	Тонкий листовий	кг	15,00	31590,00	31590,00	3159,00	34749,00
2	Сортовий дрібний	кг	26,00	23520,00	23520,00	2352,00	25872,00
3	Середній	кг	21,00	88200,00	88200,00	8820,00	97020,00
4	Волочений	кг	18,00	7920,00	7920,00	792,00	8712,00
	комбінований						
5	Листовий	кг	12,00	35446,15	35446,15	3544,62	38990,77
6	Сортовий	кг	14,00	105969,23	105969,23	10596,92	116566,16
	профільований						
7	Кутники, швелери	кг	14,20	4194,46	4194,46	419,45	4613,91
8	Труби для заготовок	кг	18,00	7476,92	7476,92	747,69	8224,62
9	Гаряча штамповка	кг	45,00	5815,39	5815,39	581,54	6396,92
10	Холодна штамповка	кг	38,00	982,15	982,15	98,22	1080,37
11	Чавунне литво	кг	11,00	1540,00	1540,00	154,00	1694,00
12	Вироби з пластмас	кг	49,60	1388,80	1388,80	138,88	1527,68
13	Електрообладнання	ком-пл.	2240,00	6720,00	6720,00	672,00	7392,00
II	Допоміжні метериали			12830,52	12830,52	1283,05	14113,58
	Разом			333593,63	333593,63	33359,36	366953,00

Виробнича собівартість виготовлення модернізованої машини:

$$B_c = 366953,00 + 351000,00 + 210600,00 + 193050,00 = 1121603,00 \text{ грн.}$$

Позавиробничі витрати приймаємо на рівні 6,5% від виробничої собівартості:

$$Пв = 1121603,00 * 0,065 = 72904,19 \text{ грн.}$$

Розрахуємо ціну машини. Закладаємо рівень рентабельності 15%. Ціна машини:

$$Цо = (1121603,00 + 72904,19) * (1,00 + 0,15) = 1373683,27 \text{ грн.}$$

Розрахуємо загальні капіталовкладення на впровадження нової машини. Витрати на демонтаж старого обладнання: 2400,00 грн. Залишкова вартість старого обладнання 0,00 грн. Капітальні вкладення в створення нової машини з таблиці 6.2.: 1717104,09 грн.

Вартість брухту від реалізації старого обладнання 15400,00 грн.

Загальні капіталовкладення на впровадження нової машини:

$$Ко = 1717104,09 + 2400,00 + 0,00 - 15400,00 = 1704104,09 \text{ грн.}$$

Річний випуск продукції на модернізованому обладнанні складе: 7500000,00 кг.

Питомі капіталовкладення:  $Ку = 1704104,09 / 7500000,00 = 0,227213879$  грн/од.прод.

Таблиця 6.2.-Кошторис витрат на обладнання.

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість одиниць, шт	Вартість одиниці, шт	Загальна вартість, грн.	Транспортні витрати, грн.	Витрати на монтаж, грн.	Загальні витрати, грн.
1	Фільтр	1	1373683,27	1373683	206052,5	137368,3	1717104
Разом				1373683	206052,5	137368,3	1717104

Розрахуємо витрати на транспортні засоби, силове і енергетичне обладнання, пристосування, на лабораторні прилади. Вартість транспорту приймаєм із умови 15% вартості обладнання:

$$1717104,09 * 0,15 = 257565,6135 \text{ грн.}$$



Вартість силового та енергетичного обладнання приймається із розрахунку 40 грн на 1 кВт встановленої потужності. З розділу 2 встановлена потужність складає: 292 кВт. Тоді розрахункова вартість:  $292 * 40 = 11680$  грн.

Вартість виробничого та господарського інвентаря розрахуємо з умови 40 грн на одного працюючого. З розділу 2 кількість працюючих: 58 чол.

$$58 * 40 = 2320 \text{ грн.}$$

Вартість інших витрат приймаємо на рівні 65% вартості обладнання та будівельно-монтажних робіт:  $(9847575 + 1717104,09) * 0,65 = 7517041,408$  грн.

Результати розрахунків зведемо в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3. - Кошторис капітальних витрат.

№ п/п	Види основних виробничих фондів	Балансова вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Річні амортизаційні відрахування, %
1	Споруди	9847575,00	15	1477136,25
2	Промислове обладнання	1717104,09	15	257565,61
3	Транспортні засоби	257565,61	15	38634,84
4	Силове і енергетичне обладнання,	11680,00	15	1752,00
5	Інструмент, пристосування, лабораторне обладнання	8310,00	15	1246,50
6	Виробничий і господарський інвентар	2320,00	40	928,00
7	Інші витрати	7517041,41		
8	Разом	19361596,11		1777263,206

В процесі технічного переоснащення планується встановлення нової машини. Визначимо трудомісткість річного об'єму роботи при виробництві для базового і проектного варіанту.

$$\text{Вона відповідно рівна } 6000000 / 4687,5 = 1280,00 \text{ год}$$

$$\text{і } 7500000 / 6250 = 1200,00 \text{ год}$$

Для розрахунку середньорічної чисельності робітників, де діленим буде трудомісткість, а дільником добуток (Б\*П). Підставивши значення, отримаємо:

$$1280 / 1200 = 1,07; \quad 1200 / 1200 = 1,00$$

Розрахунок поточних витрат приведено в таблиці 6.4.

Визначимо додаткові показники економічної ефективності впровадження нової техніки. Економія середньорічної чисельності робітників 0,07 чоловік

Таблиця 6.4. - Дані для розрахунку економічної ефективності впровадження.

Показник	Варіанти	
	Базовий	Новий
Річна програма випуску готової продукції, кг	6000000	7500000
Усереднена технічна продуктивність, кг/зм	37500,00	50000,00
Норма виробітку в годину, кг	4687,50	6250,00
Капітальні витрати на впровадження машини з врахуванням затрат на монтаж, грн.	0	19361596
Потужність встановленого двигуна, кВт	52	48
Коефіцієнт використання потужності електродвигуна	0,21	0,25
Норма амортизації обладнання, %	15	15
Розряд робіт	4	4
Тарифна погодинна ставка, грн	45	45
Премії і доплати, %	25	25
Додаткова заробітна платня, % від основної	6	6
Витрати на охорону праці і техніку безпеки в розрахунку на середньорічного працівника за рік, грн	225	225
Відрахування на соціальне страхування, %	37,5	37,5
Баланс робочого часу в середньому на одного працівника за рік, год.	1200	1200
Виконання робітником норм виробітку, %	100	100

Розрахунок поточних витрат приведено в таблиці 6.5. Визначимо додаткові показники економічної ефективності впровадження нової техніки.

Таблиця 6.5.– Затрати по заробітній платні, грн.

Витрати	Варіанти	
	Базовий	Новий
Основна тарифна заробітна плата	$45,00 * 1280,00 = 57600,00$	$45,00 * 1200,00 = 54000,00$
Основна заробітна плата	$57600,00 + 14400,00 = 72000,00$	$54000,00 + 13500,00 = 67500,00$
Додаткова заробітна плата	$72000,00 * 0,06 = 4320,00$	$67500,00 * 0,06 = 4050,00$
Премії і доплати до тарифної заробітної плати	$57600,00 * 0,25 = 14400,00$	$54000,00 * 0,25 = 13500,00$
Відрахування на соціальне страхування	$72000,00 * 0,38 = 27000,00$	$67500,00 * 0,38 = 25312,50$
Всього	103320,00	96862,50

Можливе збільшення продуктивності праці на використання даної операції:

$$0,07 * 100 / ( 1,07 - 0,07 ) = 6,67 \%$$

Економія фонду заробітної плати становить:

$$103320,00 - 96862,50 = 6457,50 \text{ грн}$$

Визначимо можливе підвищення продуктивності праці Птр в результаті економії чисельності працюючих за формулою:  $P_{mp} = E_{uc} \cdot \frac{100}{T_q} - E_{uc}$ ,

де  $E_{uc}$  – економія середньорічної чисельності робітників;

$T_q$  – загальна кількість робітників;

$$P_{tr} = 1,07 * 100 / ( 58 - 1,07 ) = 1,87 \%$$

Розрахуємо економію річного тарифного фонду заробітної плати, що складе:

$$E_{рт} = 57600,00 - 54000,00 = 3600,00 \text{ грн}$$

Економія річного фонду основної заробітної плати:

$$E_{ро} = 3600,00 * 1,25 = 4500,00 \text{ грн}$$

Економія річного загального фонду заробітної плати складе:

$$E_{фт} = 3600,00 * 1,33 = 4770,00$$

Розробимо планову калькуляцію собівартості всього річного випуску, використовуючи дані таблиці 6.6. Загальні витрати приймаєм укрупнено рівними 46% від основної заробітної плати робітників, а інші витрати від виробничої собівартості мінус виробничі витрати. Невиробничі витрати складають 1,1% від виробничої собівартості.

Таблиця 6.6.– Витрата матеріальних ресурсів і заробітної плати на тону продукції.

Найменування	Ціна за одиницю, грн.	Витрата
Буряк, т	980	12
Вапняковий камінь, кг	1,5	58,2
Полотно фільтрувальне, м <sup>2</sup>	55	2,1
Допоміжні матеріали, кг	120	3,6
Упаковка, м <sup>2</sup>	7,8	64
Електроенергія, кВт	1,45	26
Стиснене повітря, м <sup>2</sup>	0,00001	412,87
Пара, кг	4,5	96,8
Втрати від браку, грн	–	520

Складемо порівняльну таблицю визначення собівартості. Для визначення повної собівартості необхідним є виконання розрахунку кошторису витрат на річний випуск продукції (таблиця 6.7). Ефективність впровадження нової розробки розрахуєм за її чистою теперішньою вартістю. Ефективність впровадження нової розробки розрахуєм за її чистою теперішньою вартістю.

Таблиця 6.7.- Кошторис витрат на річний випуск продукції, грн.

№ п/п	Статті витрат	Витрата, грн.		Порівня- льний результат (+ чи -)
		до проекту	з проектом	
1	Матеріальні витрати			
	Буряк	70560000,00	88200000,00	-
	Вапняковий камінь	523800,00	654750,00	-
	Полотно фільтрувальне	693000,00	866250,00	-
	Допоміжні матеріали	2592000,00	3240000,00	-
	Упаковка	2995200,00	3744000,00	-
	Всього	77364000,00	96705000,00	-
2	Витрати на оплату праці	103320,00	96862,50	+
3	Відрахування на соціальні заходи	27000,00	25312,50	+
4	Амортизація	0	1777263,21	-
5	Інші витрати			
	Електроенергія	325162,50	282750,00	+
	Стиснене повітря	1532,00	1532,00	=
	Пара	2613600,00	3267000,00	-
	Втрати від браку	3120000	3120000	+
	Загальновиробничі витрати, грн	387	362,81	=
	Адміністративні витрати, грн	250	250,00	=
	Позавиробничі витрати, грн	510	510	=
	Всього	6060931,50	6671894,81	-
6	Всього витрат	83555251,50	105276333,02	-

Капітальні затрати на впровадження розробки: К = 19361596,11 грн

Річна собівартість готової продукції: Sp = 105276333,02 грн.

Закладаєм річний чистий прибуток на рівні 15%:  $Чр = 0,15 * 105276333 = 15791449,95$  грн. Амортизаційні відрахування:  $A = 1777263,21$  грн.

Чистий річний прибуток з амортизаційними відрахуваннями:

$$AЧр = Чр + A = 15791449,95 + 1777263,21 = 17568713,16 \text{ грн}$$

Коефіцієнт освоєння потужностей у першому році:  $K1 = 0,6$

у другому році:  $K1 = 0,9$ . Дисконтна ставка  $Kп = 0,15$

Чиста теперішня вартість розрахується за наступною формулою:

$$ЧТВ = -K + \sum_{t=1}^n \frac{(A + Чр)K1}{(1 + Kn)^t}$$

Після першого року:  $ЧТВ = -10195310,99$  грн.

Після другого:  $ЧТВ = 1760713,092$  грн. Термін окупності - два роки.

Побудуємо зведену таблицю калькуляції собівартості випуску продукції.

Таблиця 6.8.- Зведена таблиця калькуляції собівартості випуску продукції.

№ п/п	Статті витрат	Витрата, грн.		Порівняльний результат (+/-)
		до проекту	з проектом	
1	2	3	4	5
1	Сировина і основні матеріали	77364000,00	96705000,00	-
2	Допоміжні матеріали	2615132,00	3268532,00	-
3	Тара і тарні матеріали	2995200,00	3744000,00	-
4	Електроенергія і паливо (для технологічних цілей)	325162,50	282750,00	+
5	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	72000,00	67500,00	+
6	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	4320,00	4050,00	+

Продовження таблиці 6.8

1	2	3	4	5
7	Нарахування на заробітну плату основних виробничих робітників	27000,00	25312,50	-
8	Загальновиробничі витрати	387,00	362,81	+
9	Разом виробнича собівартість	13,40	13,38	-
9	Адміністративні витрати	250,00	250,00	=
10	Позавиробничі витрати	510,00	510,00	=
	Повна собівартість	13,40	13,38	-

Таблиця 6.9.- Основні техніко-економічні показники підприємства

№ п/п	Нормативні показники	Одиниці виміру	Величина показника	
			без проекту	з проектом
1	2	3	4	5
1	Річний випуск продукції:			
	а) в натуральному вираженні	т	6000,00	7500,00
	б) у вартісному вираженні	грн	80408761,50	100354267,31
2	Капітальні затрати:			
	а) в обладнання	грн	0,00	15489276,89
	б) в площу	грн	0,00	3872319,22
3	Загальна кількість працюючих	чол	64	58
4	Собівартість випуску одиниці продукції	грн	13,40146	13,38057
5	Випуск продукції з 1 м <sup>2</sup> площі	т/рік	23,53	37,50
6	Рентабельність продукції	%	0,09	0,11
7	Чиста теперішня вартість проекту	грн	-	1760713,09
8	Період окупності		-	два роки

## 7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

### 7.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки в соковому відділенні цукрозаводу ТОВ «Збараж-цукор»

Питанням охорони праці присвячено значну кількість публікацій, в яких описано різного роду методики і засоби захисту людини від оточуючих її небезпек. Цій же меті служить розвинена законодавча база України, різні санітарні норми (СН), санітарні норми і правила, ГОСТи, ДСТУ. До найбільш важливих і відповідно найчастіше вживаних належать ГОСТи: ГОСТ 12.0.001–82 “ССБТ. Основні положення”, ГОСТ 12.0.002–80 “ССБТ. Терміни і визначення”, ГОСТ 12.0.004–79 “ССБТ. Організація навчання робітників безпеки праці. Загальні положення”, ГОСТ 12.1.003–83 “ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки”, ГОСТ 12.1.004–85 “ССБТ. Пожежна безпека. Загальні вимоги”, ГОСТ 12.1.005–82 “ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони”, ГОСТ 12.1.019–79 “ССБТ. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту”, ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення” та інші.

До основного технологічного обладнання сокового відділення відносяться: фільтр-прес марки РК0 25-1К-04. сатуратор 1С, сатуратор 2С, гравітаційні відстійники типу РЗ-ПОС-1,5, дискові фільтри типу ФД, насоси 75-2Ц7,1-7.

Технологічні місткості повинні в першу чергу забезпечувати герметичність. Підтікання є недопустимим фактором, оскільки створює додаткові небезпечності для обслуговуючого персоналу (слизька підлога, підвищена вологість). Зростає імовірність падіння і отримання травм, а також ураження електричним струмом.

Відкриті місткості слід розміщувати на висоті, яка б унеможливила випадкове падіння у них обслуговуючого персоналу. Рекомендується встановлення захисних огорож.



Перед і після подачі продукту місткість слід обов'язково піддавати миттю. Основні вимоги з безпечної експлуатації електричних насосів передбачають в першу чергу якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети. Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”.

Під час роботи підтікання насосу не повинно перевищувати встановлених для даної конструкції максимальних нормативних значень.

При несправному насосі (при задіванні робочих органів за корпус, кришку, при підвищеній вібрації та шумі) працювати не дозволяється.

При експлуатації дискових фільтрів особливу увагу слід звернути на їх герметичність і відсутність підтікання.

Пристрої для пуску і зупинки машин і агрегатів розміщують так, щоб ними можна було користуватися зручно і швидко. Всі частини машин, апаратів, які треба змащувати, мають автоматичні мастильні прилади. Якщо таких приладів немає, а підшипники треба наповнити мастилом під час роботи трансмісій, змащувати їх можна лише при безпечному підході до підшипників, або при допомозі спеціальних трубок і маслянок, виведених у безпечну і зручну зону.

Сатуратори відносяться до технологічного обладнання з електричним приводом. Всі рухомі елементи даних машин повинні бути закриті кожухами, а елементи електроприводу – заізольовані в точках електричних контактів і заземленими. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення засобів шумо- і віброізоляції.

Робочі елементи сатураторів (мішалки) конструкційно розміщуються в закритому просторі тому явної небезпеки не становлять. Елементи передач приводу даних машин слід закрити захисними кожухами, а корпуси заземлити.

До роботи з фільтр-пресами допускаються особи, які пройшли інструктаж по техніці безпеки і мають відмітку в спеціальному журналі.

Перед початком роботи необхідно пересвідчитись в справності апарату, надійності заземлення і цілісності захисних кожухів. Потрібно пересвідчитися в відсутності інородніх предметів в робочій місткості.

Початковий пуск апарату здійснюється в холостому режимі. Після його виходу на оптимальні оберти оператор повинен пересвідчитися в відсутності нехарактерних шумів, стуків, надмірної вібрації. При наявності хоча б одного з наведених вище явищ необхідно негайно зупинити апарат і викликати механіка.

Під час роботи фільтр-преса забороняється знімати кожухи, кришки та здійснювати будь-які роботи крім тих, що безпосередньо передбачені технологічним процесом і є безпечними.

Під час роботи апарату всі захисні кожухи привідного механізму повинні знаходитися в закритому положенні. Змащування чи інші подібні роботи під час обертання двигуна категорично заборонені, оскільки це може призвести до попадання мастила в продукт.

В випадку появи під час роботи підозрілих шумів, вібрацій апарат потрібно зупинити і при закритій кришці пересвідчитись у цілісності (справності) передач приводу.

Після завершення роботи апарат потрібно оглянути, перевірити температуру підшипникових вузлів, стан привідного механізму. Про всі виявлені неполадки повідомити механіка.

Огляди і ремонти повинні відбуватися згідно плану затвердженого інженером підприємства, але не через більші терміни ніж передбачені заводом-виробником.

Огляди і ремонти проводяться при відключеному від мережі двигуні.

Для зниження ступеня ураження електричним струмом передбачено окремий вимикач. На протязі всього терміну експлуатації фільтр-преса необхідно слідкувати за станом ізоляції на струмоведучих елементах мережі та використовуюваного заземлення. Останнє діє можливість уникнути ураження електричним струмом при торканні корпусу неізольованих частин машини.

Основні проходи в місцях постійного перебування працюючих повинні бути шириною не менше 1,5 м; проходи біля віконних прорізів, доступних з рівня підлоги, або площадки - не менше 1 м; проходи для огляду і регулювання апаратів і приладів - не менше 0,8 м; проходи для огляду трубопроводів і апаратів, які не треба регулювати - не менше 0,7 м; ширина проходів між автоматичними і механізованими лініями (по їх осях) і головних проїздів - не менше 2,4 м. Розриви між окремими машинами, верстатами, ємкостями, розміщеними в одному ряду - не менше 0,35 м.

При розміщенні стрічкових, роликкових та інших транспортерів треба передбачати проходи між стіною і однією поздовжньою стороною транспортера не менше 0,7 м, а між двома паралельно розміщеними транспортерами - не менше 0,9 м. При цьому з протилежної сторони транспортери при стрічці завширшки до 60 см можна встановлювати впритул до стіни, а при стрічці завширшки понад 60 см роблять розрив від стіни завширшки не менше 0,4 м; при наявності на транспортерах перекидних візків проходи збільшують з врахуванням виступаючої частини візка.

Експлуатація обладнання, пов'язаного з відкритими дзеркалами технологічних рідин (відстійники) пов'язана з інтенсивним випаровуванням і виділенням теплоти. Одним з найбільш ефективних засобів боротьби з ними є встановлення місцевої вентиляції. До найбільш ефективних прикладів застосування місцевої вентиляції належать повітряні душі. Температури і швидкості руху повітря на постійних робочих місцях, які обслуговуються повітряними душами, слід приймати згідно з СН 245-71, а розрахункові параметри оточуючого повітря – згідно СНіП II-33-75.

Одними з найбільш поширених на переробних підприємствах небезпечних ситуацій є ситуації, пов'язані з використанням обладнання, яке має рухомі елементи (так звані механічні небезпеки). До механічних відносять небезпечності, які можуть виникнути біля любого об'єкту, здатного спричинити травму в результаті неспровокованого контакту об'єкту або його частини з людиною. До таких небезпечних елементів на цукрозаводі в першу чергу відносяться ланцюгові та пасові передачі приводу технологічного обладнання, відкриті зубчаті передачі, перемішуючі робочі органи тощо. Ситуації, пов'язані з механічними небезпечностями нормуються ГОСТами 12.0.003–74, 12.0.002–80, 12.4.125–83 та ін.

Секції агрегатів повинні мати двері, які легко відчиняються, запобіжні прилади, що запобігають травматизму працівників і забезпечують свободу рухів і дій операторів. Для цього монтуються механізми фотоелектричного блокування, що у випадку виникнення перепон на шляху променя світла не дозволяє ввімкнути привід машини.

Розрахуємо освітлення в цеху.

Вибираємо висоту підвісу світильників:  $H_p := 7.7$  (м)

Визначаємо найвигіднішу відстань між світильниками із співвідношення

$$L = l_0 \cdot H_p \quad [ \quad ]$$

$$\frac{L}{H_p} = 3$$

$$L := 3$$

$$L = 3 \quad (\text{м})$$

Вибираємо симетричне розміщення світильників

Число рядів світильників визначаємо за формулою

$$m = \frac{a}{L}$$

де  $a$  - ширина дільниці  $a := 54$  (м)

$$m := \frac{a}{L} \quad m = 18$$

Приймаємо  $m := 18$

Знаходимо відстань від стін до світильників

$$l_c = (0.25 \dots 0.3) \cdot L \quad l_c := 0.275 \cdot L \quad l_c = 0.825 \quad (\text{м})$$

Розрахуємо відстань між рядами світильників

$$l_a := \frac{a - 2 \cdot l_c}{m - 1} \qquad l_a = 3.079 \quad (\text{м})$$

Визначаємо відстань між світильниками в ряді

$$l_B := \frac{L^2}{l_a} \qquad l_B = 2.923 \quad (\text{м})$$

Визначаємо число світильників в ряду за формулою:

$$n = \frac{b - 2 \cdot l_c}{l_B} + 1$$

де  $b$  - довжина дільниці  $b := 118 \quad (\text{м})$

$$n := \frac{b - 2 \cdot l_c}{l_B} + 1 \qquad n = 40.81$$

Приймаємо  $n := 40$

Уточнена відстань між світильниками в ряду

$$l_B := \frac{b - 2 \cdot l_c}{n - 1} \qquad l_B = 2.983 \quad (\text{м})$$

Загальна кількість світильників  $d := m \cdot n \qquad d = 720$

## 7.2. Підвищення стійкості роботи цукрозаводу ТОВ «Збараж-цукор» під час надзвичайних ситуацій

### 7.2.1. Негативний вплив шкідливих факторів виробничого середовища цукрозаводу ТОВ «Збараж-цукор», що знижують працездатність промислово-виробничого персоналу, заходи щодо його усунення

За технологічною структурою цукрового заводу можна виділити 3 виробничих відділення: бурякопереробне, сокоочисне і продуктове.

У продуктовому відділенні цукрового заводу небезпечні і шкідливі фактори можуть виникати при роботі такого обладнання, як вакуум-апарати, центрифуги, утфелерозподільників і утфелемішалки, сушарки та класифікатори цукру. У робочій зоні обслуговування машин і механізмів можуть з'являтися небезпечні або шкідливі фактори, які поділяють на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Фізичні небезпечні і шкідливі фактори. Бурякоцукрова промисловість відноситься до сезонного виробництва, що працює в перехідний період (холодний). Роботу в продуктовому відділенні можна віднести до категорії Пб - середньої тяжкості (витрати енергії 175- 232 Вт), тобто роботи, пов'язані з постійною ходьбою, що виконуються стоячи або сидячи, але не потребують переміщення важких предметів масою більш 10 кг. Параметри мікроклімату чинять безпосередній вплив на терморегуляцію людини.

Для підтримки параметрів мікроклімату може застосовуватися загально обмінна вентиляція, при якій заміна теплого повітря на холодний відбувається у всьому об'ємі приміщення. Опалення в продуктовому відділенні в виробничий сезон не проводиться, так як для цього достатньо тепла, що виділяється обладнанням. При роботі на вакуум-апаратах на персонал впливає інтенсивне теплове випромінювання. Для зниження теплового впливу на працівника передбачається повітряне душення.

У продуктовому відділенні використовується природне і штучне освітлення. Стіни і стелі пофарбовані у світлі тони з відносно невеликою

насиченістю і високим коефіцієнтом відбивання (стеля - біла, стіни - світло-жовті, обладнання - сіре). Для освітлення використовуються люмінесцентні лампи потужністю 80 Вт. У сушінні і упаковці використовують світильники нодля у вибухозахищеному виконанні. Також передбачено аварійне освітлення.

Гранично допустимий рівень шуму на цукровому заводі в продуктовому відділенні 90 дБА. Обладнанням з високим рівнем шуму є центрифуги і сушарки цукру. Систематичний вплив на людину вібрації призводить до розладу вестибулярного апарату, нервової системи, органів травлення. Допустимий рівень вібрації 80 дБ.

На цукровому заводі застосовують такі заходи для захисту від вібрації: виконують точний монтаж, усувають дефекти і розхитаність окремих частин; для ізолювання шляху передачі вібрацій від машини до фундаменту застосовують віброізолятори. Заходами щодо зниження рівня звукової потужності в джерелі шуму є: вибір обладнання з кращими шумовими характеристиками, використання звукопоглинаючих матеріалів (застосовуються матеріали з коефіцієнтом звукопоглинання більше 0,2). Також до заходів щодо зниження рівня звуку відносяться: використання екранів, проведення регулярного огляду обладнання (мастило, ремонт), застосування ЗІЗ від шуму (вкладиші, шоломофони); дистанційне керування обладнанням [2].

Широке застосування електроустановок на цукровому заводі створює небезпеку ураження людини електричним струмом. Причинами електротравм нерідко бувають недоліки конструкції і монтажу обладнання, неправильна його експлуатація. Забезпечення електробезпеки від випадкового дотику до струмопровідних частин досягається шляхом захисних оболонок і огорож, захисного заземлення відкритих провідних частин. Щоб уникнути нещасних випадків (ураженням електричним струмом) включення обладнання в роботу проводиться після попереджувального сигналу. При сушінні і транспортуванні цукру утворюється статичну електрику. Для видалення статичної електрики обладнання заземляється; також використовується збільшення вологості повітря;

іонізація повітря. Згідно з інструкцією по влаштуванню блискавкозахисту будівель і споруд на цукрових заводах використовуються стрижневі громовідводи. Категорія блискавкозахисту - II. При обслуговуванні вакуум-апаратів необхідно дотримуватись відповідних правил техніки безпеки. Треба стежити, щоб пробні крани апаратів були закріплені в своїх гніздах. Пароповітряні вентилі слід відкривати і закривати поступово, без різких поштовхів.

#### 7.2.2. Проведення заходів щодо інженерного захисту персоналу підприємства і населення, що проживає на прилеглий території

Забезпечення захисту населення і територій у разі загрози та виникнення НС є одним з найважливіших завдань держави і здійснюється відповідно до розділу IV Кодексу цивільного захисту України.

Комплекс підготовчих захисних заходів є однаковим як для мирного, так і воєнного часу, оскільки враховує поєднання впливу уражаючих факторів НС і можливого застосування агресором сучасних засобів ураження.

Захист населення і територій від НС здійснюються на відповідних принципах, що забезпечують максимально ефективно вирішення проблеми. Ними є:

- пріоритетність завдань спрямованих на захист людей, збереження їх здоров'я і довкілля;
- обов'язковість завчасного планування і реалізації заходів щодо захисту населення і територій з урахуванням економічних, природних та інших особливостей регіону і ймовірності виникнення НС;
- комплексне використання способів і засобів захисту і надання переваги раціональності при виборі способу захисту;
- вільний доступ населення до інформації щодо захисту населення від НС;



- особиста відповідальність керівників органів ЦЗ і піклування громадян про власну безпеку, неухильне дотримання ними правил поведінки та дій у НС.

Основними способами захисту населення від уражаючих дій факторів, що створюються в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу є:

**Укриття людей в захисних спорудах.** Суть способу полягає у своєчасному укритті людей в спеціальних інженерних спорудах, які здатні захистити людей від дій уражаючих факторів або послабити їх дії.

Будівництво захисних споруд і їх утримання потребує багато часу і коштів. Тому ведеться накопичення фонду захисних споруд.

Наявний фонд захисних споруд в повсякденних умовах життєдіяльності використовується для господарських, культурних і побутових потреб у порядку, який забезпечує використання їх за прямим призначенням в установленій короткий термін.

**Евакуаційні заходи.** Як спосіб захисту, полягає в завчасному (до початку виникнення НС, в період загрози) вивезенні (виведенні населення із місць можливого ураження, зони катастрофічного затоплення (зараження) в безпечні райони на тимчасове або постійне проживання.

В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, а також на випадок війни евакуація є основним способом захисту населення і проведення її планується і готується заздалегідь. Залежно від обстановки, яка склалася на час НС, може бути загальна або тимчасова евакуація.

**Радіаційний і хімічний захист.** Радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення та оцінки радіаційної і хімічної обстановки, організації та здійснення дозиметричного і хімічного контролю, розроблення і впровадження типових режимів радіаційного захисту, забезпечення населення засобами індивідуального та колективного захисту з погрібними характеристиками, організацію та проведення спеціальної обробки.

**Медичний захист.** Це заходи, що спрямовані на запобігання або зменшення ступеня ураження людей завдяки своєчасному застосуванню

медичних препаратів, надання медичної допомоги постраждалим та їх лікування і психологічного відновлення, забезпечення епідемічного благополуччя в зонах надзвичайних ситуацій, контролю за станом довкілля, санітарно-гігієнічною та епідемічною ситуацією.

Організаційно-медичне керівництво службою медицини катастроф здійснюється Міністерством охорони здоров'я. Координацію її діяльності на випадок надзвичайної ситуації здійснює комісія з техногенно-екологічної безпеки та НС на відповідному рівні.

**Біологічний захист.** Біологічний захист населення, тварин і рослин включає своєчасне виявлення чинників, масштабів та наслідків біологічного зараження і проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних та спеціальних протиепідемічних і медичних заходів.

Біологічний захист передбачає: своєчасне використання колективних та індивідуальних засобів захисту; запровадження режимів карантину та обсервації; знезаражування осередку бактеріологічного ураження; проведення в разі необхідності знезаражування людей, тварин тощо; своєчасну локалізацію зони біологічного ураження; проведення екстреної та специфічної профілактики; додержання протиепідемічного режиму населенням, підприємствами, установами та організаціями.

**Психологічний захист.** Психологічний захист населення спрямовується на зменшення та нейтралізацію негативних психічних станів і реакцій серед населення у разі загрози та виникнення НС.

Основні заходи включають:

- своєчасне застосування ліцензованих та дозволених до застосування в Україні інформаційних, психопрофілактичних і психокорекційних методів впливу на особистість;

- виявлення за допомогою психологічних методів чинників, які сприяють виникненню соціально-психологічної напруженості;

- використання сучасних психологічних технологій для нейтралізації негативного впливу чинників НС на населення.

**Інженерний захист територій.** Це здійснення таких заходів інженерного напрямку під час проектування, будівництва і експлуатації споруд та потенційно небезпечних об'єктів, що спрямовані на запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, підвищення стійкості функціонування об'єктів в умовах НС, мирного і воєнного часу.

Заходи інженерного захисту населення та території повинні передбачити: врахування під час забудови населених пунктів і містобудування можливих проявів на окремих територіях небезпечних та катастрофічних явищ; віднесення міст до відповідних груп, а об'єктів господарювання категорій ЦЗ; розроблення та включення вимог інженерно-технічних заходів ЦЗ до відповідних видів містобудівної і проектної документації та реалізація їх під час будівництва і експлуатації; раціональне розміщення об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням можливих наслідків їх діяльності та у разі виникнення аварії; спорудження будівель, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями стійкості, безпеки та надійності; будівництво протизсувних, протиповеневих, протиселевих, протилавинних та інших інженерних споруд спеціального призначення.

**Інженерний захист робітників та службовців об'єкту.** Сховища. Інженерний захист робітників та службовців об'єкту передбачає захист за допомогою колективних засобів захисту – захисних споруд ЦЗ (ЗС ЦЗ). До захисних споруд ЦЗ належать сховища і протирадіаційні укриття (ПРУ). Сховища будують в містах, ПРУ - в сільській місцевості.

ЗС ЦЗ призначені для укриття населення від засобів масового ураження в особливий період та надзвичайних ситуацій у мирний час, та є основним видом колективного захисту населення.

За захисними властивостями ЗС ЦЗ поділяють на типи:

сховища; протирадіаційні укриття (ПРУ); найпростіші захисні споруди.

**Сховище** - інженерна споруда, яка забезпечує захист осіб, що укриваються, від негативного впливу сучасних засобів ураження, бактеріальних (біологічних) засобів, від бойових отруйних речовин, а також при необхідності,

від катастрофічного затоплення, небезпечних хімічних речовин, радіоактивних продуктів при руйнуванні ядерних енергетичних енергоустановок, високих температур і продуктів горіння при пожежах та передбачають можливість безперервного перебування у них розрахункової кількості осіб, що укриваються, протягом двох діб.

Кількість сховищ визначається загальною кількістю місць для сидіння (45×45 см) і лежання (0,55×1,8 м).

Запас продуктів харчування закладається на 2 доби з розрахунку на 1 людину (сухарі - 300 г, консерви -170г м'ясні або 250 г рибні, цукор 50 г)

На об'єктах, де найбільша працююча зміна становить 600 чол. і більше, у сховищі передбачається приміщення для пункту управління.

На кожні 500 чол. передбачається один санітарний пост площею 2 м<sup>2</sup>.

**Санітарно-технічні системи сховищ.** Санітарно-технічні системи сховищ повинні забезпечити безперервне перебування в них людей не менше двох діб. До них належать: вентиляція, опалення, водопостачання, каналізація, енергозабезпечення і зв'язок.

Для більшості сховищ система вентиляції проектується для роботи:

- Режим 1 – чистої вентиляції
- Режим 2 - режим фільтровентиляції
- Режим 3 - повної ізоляції від зовнішнього середовища та регенерація внутрішнього повітря (регенеративні установки РУ-150/6 та фільтри ФГ-70)

**Протирадіаційні укриття.** Протирадіаційні укриття (ПРУ) – призначені для захисту осіб, що укриваються, від впливу іонізуючого випромінювання при радіоактивному забрудненні місцевості і допускають безперервне перебування у них розрахункової кількості осіб, що укриваються, до двох діб.

Це не герметична споруда і тому в ПРУ треба знаходитися в засобах індивідуального захисту. Захисні властивості ПРУ характеризуються  $K_{\text{осл}}$ . За

цим показником ПРУ поділяють на групи: до I групи відносяться ПРУ, які мають  $K_{\text{осл}}$  – від 100 до 200; до II - від 50 до 100.

До складу ПРУ входять основні і допоміжні приміщення. До основних приміщень належать приміщення для розміщення осіб, що укриваються; до допоміжних приміщень належать санітарні вузли, вентиляційні та приміщення для зберігання забрудненого верхнього одягу.

До ПРУ, які збудовані за типовими проектами, вимоги яким вони повинні відповідати, в основному такі, як і для сховищ.

Один із основних показників ПРУ - послаблює дію радіації, дозу опромінення ПРУ, які будуються за типовими проектами, мають коефіцієнт захисту 200, крім того, можуть витримувати надмірний тиск до 20 кПа.

ПРУ місткістю 50 чол. і більше обладнується примусовою вентиляцією тільки в режимі 1 - чистої вентиляції.

Для захисту приміщення від пилу, парів проводиться герметизація входів. Через 4-6 год. ПРУ провітрюють, одягнувши ЗІЗ на 10-15 хв., і виходять із ПРУ.

Електропостачання - від зовнішньої мережі. Водопостачання - від водогону або спеціальних резервуарів (баків).

При наявності радіоактивних речовин споживання їжі і води забороняється.

Статус захисної споруди, її основні технічні характеристики визначаються паспортом сховища (протирадіаційного укриття) підписаний керівником експлуатуючої організації і представником управління (відділу) з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту міста (району).

Керівники підприємств, установ та організацій, незалежно від форм власності та господарювання, на балансі яких знаходяться ЗС ЦО, забезпечують їх належний технічний стан і готовність до укриття населення.

## 8. Екологія

Розвиток науково-технічного прогресу спричинив виникнення багато чинників, які так чи інакше суттєво впливають на оточуюче середовище. У цілому в біосфері вноситься більш 60 тис. не притаманних їй речовин: радіоактивні сполуки, пестициди, синтетичні миючі й інші речовини, речовини з використаною полімерною тарою й упаковкою тощо.

Впровадження в промисловість нових, більш ефективних технологічних процесів, різке підвищення продуктивності і розширення масштабів виробництва вимагали відповідно збільшення матеріальних та енергетичних ресурсів, що, в свою чергу, привело до багатократного зростання різноманітних виробничих відходів.

Питання охорони довкілля досить детально розглянуті у вітчизняному законодавстві. Так, ще на стадії проектних робіт згідно Законів України “Про охорону природньо-навколишнього середовища” і “Про екологічну експертизу кожен проект необхідно проаналізувати з точки зору здійснення негативного впливу на довкілля і по можливості мінімізації цього впливу.

### 8.1. Забруднення довкілля, які супроводжують діяльність цукрозаводі ТОВ «Збараж-цукор»

Викиди в навколишнє середовища цукрозаводу можна класифікувати як організовані та неорганізовані. Неорганізовані – це викиди парів, пилюки і стічних вод, які утворюються в результаті нещільностей в апаратах, трубопроводах, комунікаціях, через нещільно закриті чи відкриті вікна та двері, при погано організованому транспортуванні, прийманні та складуванні сировини і продуктів. Неорганізовані викиди мають місце при переповненні місткостей та при розлитті технологічних рідин з послідуочим змиванням їх в каналізаційні стоки. Особливо небезпечними для водойм та повітряного

середовища є аварійні (залпові) скиди рідких та газоподібних речовин, які стаються при неполадках та виробничих аваріях.

Одним із найбільших джерел забруднення повітряного басейну на цукрозаводі ТОВ «Збараж-цукор» являється котельня. В котельні експлуатуються в залежності від виробничих потреб від одного до чотирьох котлів одночасно. Експлуатують котли серій ДКВР.

У димових газах котелень містяться тверді частки, сірчистий ангідрид, окис вуглецю, окисли азоту.

Структуру викидів можна класифікувати за чотирма групами:

а) виробництва і обладнання, викиди яких мають складники, що неприємно пахнуть;

б) виробництва і обладнання, які викидають вентиляційне повітря з вмістом шкідливих речовин, які не перевищують гігієнічних норм (умовно-чисті викиди);

в) виробництва і обладнання з суттєвими викидами в атмосферу вентиляційного повітря чи газів, що містять нетоксичні або інертні речовини;

г) виробництва і обладнання, яким притаманні викиди в атмосферу вентиляційного повітря чи газів, що містять канцерогенні, токсичні або ядовиті речовини.

Найбільш характерними є викиди [ ] оксиди азоту (температура 30...80°C, концентрація – 0,1...0,9 мг/м<sup>3</sup>), диоксид сірки (температура 30...80°C, концентрація – 4...20 мг/м<sup>3</sup>), оксид вуглецю (температура 30...80°C, концентрація – 70...200 мг/м<sup>3</sup>), сажа (температура 30...80°C, концентрація – 27...54 мг/м<sup>3</sup>), аміак (температура 30...80°C, концентрація – 0,1...1,2 мг/м<sup>3</sup>); теплові забруднення, які виносяться в навколишнє середовище з відпрацьованими газами (результат роботи котелень); стічні води, які утворюються в результаті виробничих і допоміжних операцій.

На цукрових заводах вода витрачається на гідротранспортування і миття буряка; охолодження продуктів в апаратах і потреби ТЕЦ; миття апаратів і др.; розбавлення відходів.

Система водопостачання оборотна, складається з трьох циклів подачі:

- 1) транспортерно-мийної надлишкової води з пристроєм відстійників і нулів фільтрації;
- 2) води, що охолоджує апарати з влаштуванням градирень або ставка-охолоджувача;
- 3) охолоджуючої води після ТЕЦ з градирнею.

Оборотна вода від транспортування буряка освітлюється у відстійниках або гідроциклонах, перед якими вона піддається вапнуванню, а освітлена вода хлорується.

Охолоджуюча оборотна вода після градирень або ставка-охолоджувача хлорується для попередження грибкового обростання апаратів і подається повторно на ті ж цілі.

Незначна кількість води питної якості (до 3% до маси буряка, що переробляється), вживаної для промивки утфеля в центрифугах і для лабораторії, поступає з господарсько-протипожежного водопроводу.

На цукрозаводі ТОВ «Збараж-цукор» стічні води розділяються на три категорії:

категорія I — від освіження (продування) охолоджуючої оборотної води; ця вода скидається в каналізацію стічних вод категорії III;

категорія II — від гідротранспортера, бурякомийки, миття проб буряка в сировинній лабораторії, соломовловлювача, каменевловлювача, буряконасосів і від бурякового елеватора. Після механічного очищення і дезинфекції вода використовується в обороті на ті ж цілі; надлишок цієї води скидається в каналізацію стічних вод категорії III;

категорія III — від промивки сатураційного газу, надмірна вода категорії II із забрудненнями з відстійників транспортерно-мийної води, з осадом фільтрації від миття фільтрополотен, кисла вода з жомохранилища, від миття



апаратів і підлог, а також скидна вода з циклів охолодження і транспортерно-мийного. Ці стоки прямують в земляні відстійники, потім на поля фільтрації.

Склад і кількість стічних вод цукро-пісочних заводів непостійні. Вони залежать від якості і стану буряка, пори року і ступеня використання відпрацьованих вод, що переробляється, а також від виду устаткування заводу.

В стічних водах категорії I, стоків категорії, що скидаються в каналізацію, III, можуть бути сліди цукру і аміаку;

БПК<sub>5</sub> цих стоків при однократному їх використуванні складає в середньому 140 мг/л, температура до 45°C.

Стічні води категорії II забруднені змитою з буряка землею, корінцями і обламаннями буряка, бадиллям, іншими рослинними домішками і розчиненим соком буряка. БПК<sub>5</sub> цих стоків при однократному використуванні 200—400 мг/л (залежно від забрудненості і якості буряка); при використуванні оборотної води БПК<sub>5</sub> зростає до 1000 мг/л і більш.

Стічні води категорії III в кількості від 1,5 до 2,7 м<sup>3</sup> на 1 т буряка, що переробляється, забруднені відходами виробництва і мають в середньому БПК<sub>5</sub> 2000 мг/л і температуру 15°C.

## 8.2. Заходи по зменшенню кількості забруднень на цукрозаводі ТОВ «Збараж-цукор» та їх дії на навколишнє середовище

Головними задачами мінімізації негативного впливу цукрозаводу на навколишнє середовище є зменшення концентрацій шкідливих викидів у відпрацьованих газах, повітрі і очистки ресурсів від забруднень

Основним напрямком захисту повітряного басейну від викидів є попереднє очищення вентиляційного повітря і газів. Задача очистки-видалення чи нейтралізація шкідливих речовин у викидах.

По технічних умовах циклони ефективні для затримки часток діаметром від 10 мкм. Ступінь очищення при цьому складає від 70 до 95%. Досить часто

для очищення великих кількостей запиленого газу замість одного циклона великого діаметра застосовують кілька циклонних елементів значно меншого діаметра, що (батареями). Очищення вентиляційного повітря і технологічних газів здійснюється в газопилеочисних установках і апаратах, зокрема в пиловловлювачах і батарейних циклонах.

Найпростішими апаратами для мокрого очищення є порожнинні скрубери. Запилений газ рухається через скрубер знизу нагору зі швидкістю не більш 0,8— 1,5 м/с і зрошується рідиною, що розпорошується. Ступінь очищення газу від пилу в них досягає 60—75%. Застосовують також насадкові скрубери, у яких як насадку використовують грудковий кокс, кварц, хордові і кільцеві насадки. Ступінь очищення складає 75—85%.

Для очищення сильно заплених газів їх пропускають через шар рідини, що у процесі взаємодії з газом утворює плівку, що забезпечує велику поверхню контакту між рідиною і газом і високим ступенем очищення (95—99%).

Стічні води категорії III разом зі стоками, непридатними до повторного використання, і побутовими стоками селища направляються на очисні споруди. Для створення рівномірного розподілу стоків протягом року як по витраті, так і по забрудненню, передбачається ставок-нагромаджувач для найбільш концентрованих стоків. Будова ставка-нагромаджувача передбачає протифільтраційні заходи (екран) з метою запобігання забруднення підземних вод. Оскільки ставок-нагромаджувач повною мірою не знімає усі нерівномірності в невиробничий період, передбачається розведення стічної води перед очисними спорудженнями очищеною стічною водою після доочищення (розведення 1:1).

Таким чином, досягається постійна витрата і при цьому БПК<sub>20</sub> стоків також стає рівномірною і рівною 875—850 мг/л. Вміст завислих речовин в невиробничий період зменшується з 220 мг/л до 80 мг/л. Середня температура стічної води знаходиться в межах 14—18° С. Токсичних речовин у стічних водах не міститься. Усі води оборотних систем періодично хлоруються в міру наростанні забруднень.

Оскільки у виробничий період можлива нестача біогенних речовин, передбачається станція біогенного підживлення.

На підприємствах цукрової промисловості утворюється значна кількість теплих хімічно малозабруднених вод, які можна включати в системи оборотного і повторного використання. До цієї категорії відносяться води від окремих технологічних процесів та обладнання: конденсаторів холодильних установок, теплообмінних установок, гази від котлів та теплового обладнання, тощо.

На даний момент відсутні можливості по організації на цукро заводах повністю безстокові системи використання води або загальнозаводської системи оборотного водозабезпечення. Проте можна виділити деякі технологічні процеси чи апарати, які слід повністю перевести на оборотне водозабезпечення. Наприклад, розширення використання низькопотенційних вторинних енергетичних ресурсів, що мають температуру 10 – 15 °С, може суттєво сприяти використанню теплонасосної установки компресорного типу, що легко може бути переобладнана з холодильної машини.

Основним споживачем вторинних енергетичних ресурсів є теплозабезпечення будівель (системи опалення, вентиляції та гарячого водозабезпечення), що потребують теплову енергію низького потенціалу. Традиційно використовують вторинні енергетичні ресурси в теплообмінних апаратах у виді пари, конденсату, води, що виходить з котлів, гарячі гази для підігріву в утилізаторах.

## Загальні висновки

В магістерській роботі запропоновано здійснити технічне переоснащення сокового відділення на цукровому заводі ТОВ «Збараж-цукор» з метою забезпечення ефективного фільтрування соків бурякоцукрового виробництва.

В процесі технічного переоснащення замість діючого обладнання сокоочисного відділення пропонується комплекс із фільтр-пресом РКО 25.

Модернізація фільтр-преса передбачає встановлення нової конструктивної пару плита-рама, яка дозволяє калібрувати висоту шару осаду, а також динамічно регулювати різницю тиску.

Для цього в дипломній роботі:

проаналізовано сучасні конструктивні і технологічні рішення для фільтрування;

розроблено заходи з модернізації фільтр-преса РКО 25;

виконані необхідні конструктивні і технологічні розрахунки;

для процесу фільтрування бурякоцукрових соків розроблено математичну модель;

розроблено тексти програм для виконання обчислень;

проведено обчислення за розробленою моделлю;

виконано математичну обробку результатів досліджень.

Отримане рівняння регресії має вигляд:

$$Y = 0,0715 - 0,4901X_1 + 2,1022X_2 + 0,6898X_3$$

Також здійснено обґрунтування прийнятих в роботі рішень, запропоновано заходи з охорони праці для ТОВ «Збараж-цукор», а також безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології. Виконані техніко-економічні розрахунки передбачають окупність протягом одного року.

## Перелік посилань

1. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В. Закалов І.О.. – Тернопіль, 2001.
2. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. /За ред. І.С.Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. –576с.
3. Кіркач Н.Ф., Розрахунки і проектування деталей машини / Н.Ф.Кіркач, Р.А.Баласанян. - Харків. Основа, 1991.- 275с.
4. Анурьев В.І. Справочник конструктора машиностроителя. в 3-х т., т.2 / В.І.Анурьев. - М.: Машиностроение, 1980. - 559с.
5. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В.Т.Павлище.– К.: Вища школа, 1993.– 556с.
6. Гальперин Д. М., Миловидов Г. В. Технология монтажа наладки и ремонта оборудования пищевых производств / Д. М.Гальперин, Г. В.Миловидов. - М.: Агропромиздат, 1990.- 399 с.
7. Вычислительные методы выбора оптимальных проектных решений / В.С. Михалевич, Н.З. Шор, Л.А. Галустова и др. – К.: Наукова думка, 1977. – 175 с
8. Колесников Б.Г. ”Справочник механика сахарного завода” . Технологическое оборудование / Б. Г. Колесников, В. П. Лысиков , А. П. Парходько.- Легкая и пищевая промышленность. -М., 1983.-с.
9. Прудюс Б.В. «Расчёт оборудования сахарных заводов» / Б.В. Прудюс, А.И. Хоменко.- Агропромиздат.-М.,1985.-с.
10. Горбатов В.А. САП / В.А.Горбатов - Р. М.:Наука, 1988. —232 с.
11. Турчак Л.И. Основы численных методов / Л.И.Турчак. — М.:Наука, 1987. —320 с.
12. Лыков А.В. Теория тепло- и массопереноса / А.В.Лыков, Ю.А.Михайлов. – М. –Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 536 с.
13. Янке Е. Специальные функции / Е.Янке, Ф.Эмде, Ф.Лёш. – М.: «Наука», 1968. – 344 с.

14. Алабужев П.М. Теория подобия и размерностей. Моделирование / П.М.Алабужев. - М.: Высшая школа, 1968. - 204 с.
15. Гавриленко А.М., Зарцына С.С., Зуева С.Б. Экологическая безопасность пищевых производств: учеб. пособие. СПб.: ГИОРД, 2006. 271 с.
16. Голыбин В.А. и др. Водное хозяйство сахарных заводов: учеб. пособие/ Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2009. 124 с.
17. Белов С.В. и др. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов М.: Высшая школа, 2007. 616 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

---

**85**  
**Anniversary International  
scientific conference of young  
scientist and students**

**"Youth scientific achievements  
to the 21st century nutrition  
problem solution"**

**dedicated to the 135th anniversary of the National  
University of Food Technologies**

**April 11–12, 2019**

**Part 2**

---

**Kyiv, NUFT, 2019**



Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

---

**85**  
**Ювілейна Міжнародна**  
**наукова конференція молодих**  
**учених, аспірантів і студентів**

**"Наукові здобутки молоді –**  
**вирішенню проблем**  
**харчування людства у ХХІ**  
**столітті"**

присвячена 135-річчю Національного  
університету харчових технологій

**11–12 квітня 2019 р.**

**Частина 2**

---

**Київ НУХТ 2019**

**85 Anniversary International** scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", dedicated to the 135th anniversary of the National University of Food Technologies, April 11-12, 2019. Book of abstract. Part 2. NUFT, Kyiv.

The publication contains materials of 85 Anniversary International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century Nutrition problem solution".

It was considered the problems of improving existing and creating new energy and resource saving technologies for food production based on modern physical and chemical methods, the use of unconventional raw materials, modern technological and energy saving equipment, improve of efficiency of the enterprises, and also the students research work results for improve quality training of future professionals of the food industry.

The publication is intended for young scientists and researchers who are engaged in definite problems in the food science and industry.

*Scientific Council of the National University of Food Technologies recommends for printing, Protocol № 8, 28.03.2019*

© NUFT, 2019

---

**Матеріали** 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті", присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій, 11–12 квітня 2019 р. – К.: НУХТ, 2019 р. – Ч.2. – 445 с.

Видання містить матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів.

Розглянуто проблеми удосконалення існуючих та створення нових енерго- та ресурсощадних технологій для виробництва харчових продуктів на основі сучасних фізико-хімічних методів, використання нетрадиційної сировини, новітнього технологічного та енергозберігаючого обладнання, підвищення ефективності діяльності підприємств, а також результати науково-дослідних робіт студентів з метою підвищення якості підготовки майбутніх фахівців харчової промисловості.

Розраховано на молодих науковців і дослідників, які займаються означеними проблемами у харчовій науці та промисловості.

*Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій. Протокол № 8 від 28 березня 2019 р.*

© НУХТ, 2019

## Зміст

<b>12. Обладнання харчових, біотехнологічних та фармацевтичних виробництв</b>	8
12.1 Машини і апарати харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв	9
12.2 Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування	85
<b>13. Машини та технології пакування</b>	125
<b>14. Процеси та апарати харчових виробництв</b>	147
<b>15. Фізико-математичні основи технологічних процесів</b>	166
15.1 Фізика	167
15.2 Вища математика	182
<b>16. Хімія та хімічні технології</b>	202
16.1 Хімія	203
16.2 Хімічні технології	233
<b>17. Енерго- і ресурсощадні технології</b>	273
<b>18. Енергетичне обладнання, системи тепло-електропостачання промислових підприємств</b>	284
18.1 Промислова теплоенергетика	285
18.2 Електропостачання промислових підприємств	306
18.3 Електротехніка	329
<b>19. Якість, надійність та довговічність обладнання харчових підприємств</b>	339
19.1. Якість, надійність та довговічність обладнання харчових підприємств	340
19.2. Прикладна, теоретична механіка та інженерна графіка	350
<b>20. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</b>	364
20.1 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	365
20.2 Інформаційні технології	408

## 69. Моделювання процесу фільтрування бурякоцукрового соку в листовому фільтрі

Назарій Луцків, Віктор Ворошук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,  
Тернопіль, Україна

**Вступ.** Цукрові заводи є одними із найбільш енергомістких харчовій промисловості. Проектування енергоощадного технологічного обладнання для виробництва цукру відноситься до числа пріоритетних.

**Матеріали і методи.** Для математичного моделювання процесу фільтрування застосовано регресійно-кореляційний аналіз досліджуваних функцій, які отримують при плануванні експерименту. Це дозволяє на основі обробки експериментальних даних отримати вірогідні значення функції при закладенні в модель всіх факторів впливу.

**Результати.** Для обчислення коефіцієнтів використовується система нормальних рівнянь, яка створена на основі методу найменших квадратів, що забезпечує достатньо високу точність апроксимації. Рівняння регресії для даного випадку має вигляд:

$$Y = 0,0709 + -0,4872X_1 + 2,06289X_2 + 0,69182X_3$$

Де  $X_1$  – швидкість фільтрування, м/с;  
 $X_2$  – різниця тисків на перегородці, МПа;  
 $X_3$  – температура соку, С;  
 $Y$  – продуктивність фільтра, л/с;  
 $Q$ , м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>

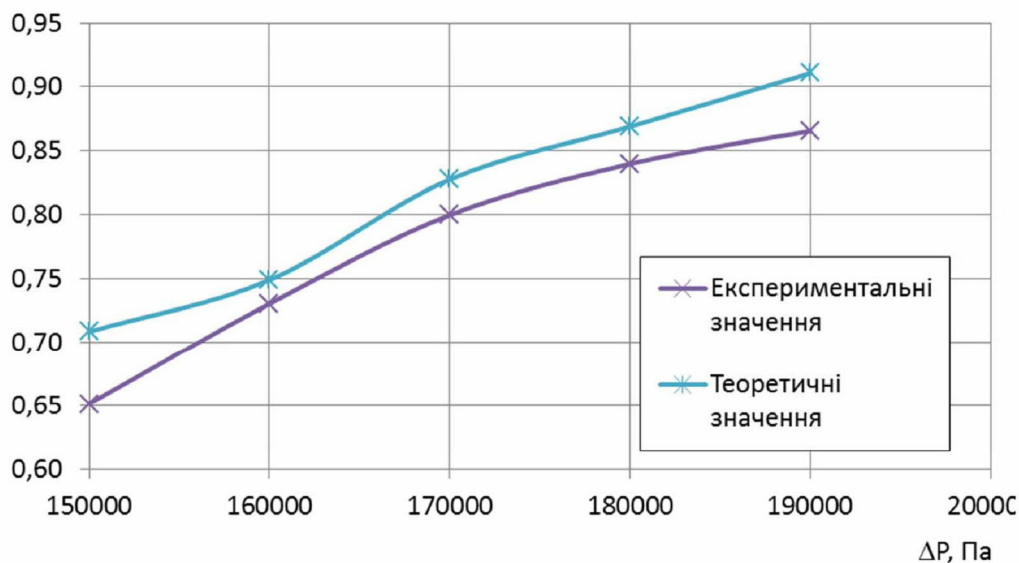


Рис. 1. Порівняння теоретичних та експериментальних результатів.

**Висновки.** Отримано математичну модель процесу фільтрування бурякоцукрового соку, яка з достатньою точністю описує процес фільтрування.

Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			ДР-054.01.00.000-МК	Монтажне-креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	ДР-054.01.00.001	Рама	9	
		2	ДР-054.01.00.002	Плита	7	
		3	ДР-054.01.00.003	Плита	1	
		4	ДР-054.01.00.004	Плита	1	
		5	ДР-054.01.00.005	<u>Шафа-керування</u>	1	
		6	ДР-054.01.00.006	Кронштейн	2	
		7	ДР-054.01.00.007	<u>Кришка</u>	2	
		8	ДР-054.01.00.008	<u>Важіль</u>	2	
		9	ДР-054.01.00.009	<u>Привід</u>	1	
		10	ДР-054.01.00.010	Рама	1	
		11	ДР-054.01.00.011	Станина	1	
		12	ДР-054.01.00.012	Корпус	1	
		13	ДР-054.01.00.013	<u>Ніж</u>	1	
		14	ДР-054.01.00.014	<u>Ніж</u>	1	
		15	ДР-054.01.00.015	<u>Кришка</u>	1	
		16	ДР-054.01.00.016	<u>Фланець</u>	1	
		17	ДР-054.01.00.017	<u>Фланець</u>	1	
		18	ДР-054.01.00.018	Лоток	1	
ДР-054.01.00.000П						
Зробив	Арх.П	№ докум.П	ПідписП	ДатаП		
Зробив П	Луцків-Н.І.П				Лист П	Арх.П
Перевір. П	Зварич-Н.М.П				1П	3П
Рецензент П	П				ФМТ, - ар.-МОмз-61П	
Ніж контр. П	Ворошук-В.Я.П					
Затверд. П	Вітенько-Т.М.П					
				П Фільтр-прес- П марки-РКО-25П		

□	□	19□	ДР-054.01.00.019□	Колектор□	2□	□														
□	□	20□	ДР-054.01.00.020□	Плита□	1□	□														
□	□	21□	ДР-054.01.00.021□	Тяга□	2□	□														
□	□	22□	ДР-054.01.00.022□	Тяга□	2□	□														
□	□	23□	ДР-054.01.00.023□	Ніж□	1□	□														
□	□	24□	ДР-054.01.00.024□	Ущільнення□	1□	□														
□	□	25□	ДР-054.01.00.025□	Ущільнення□	1□	□														
□	□	28□	ДР-054.01.00.028□	Патрубок□	1□	□														
□	□	□	□	□	□	□														
□	□	□	□	Стандартні-вироби□	□	□														
□	□	□	□	□	□	□														
□	□	26□	□	Шайба-10.65Г.036□	45□	□														
□	□	□	□	ГОСТ-6402-70□	□	□														
□	□	27□	□	Шайба-10.65Г.036□	42□	□														
□	□	□	□	ГОСТ-6402-70□	□	□														
□	□	29□	□	Болт-М8-6дх30.48□	10□	□														
□	□	□	□	ГОСТ-7783-81□	□	□														
□	□	30□	□	Болт-М10-6дх30.48□	40□	□														
□	□	□	□	ГОСТ-7783-81□	□	□														
□	□	31□	□	Болт-М10-6дх40.48□	47□	□														
□	□	□	□	ГОСТ-7783-81□	□	□														
□	□	32□	□	Болт-М6-6дх20.48□	4□	□														
□	□	□	□	ГОСТ-7783-81□	□	□														
□	□	33□	□	Болт-М6-6дх40.48□	20□	□														
□	□	□	□	ГОСТ-7783-81□	□	□														
□	□	34□	□	Болт-М6-6дх50.48□	6□	□														
□	□	□	□	ГОСТ-7783-81□	□	□														
□	□	35□	□	Гайка-М12-6Н.5□	8□	□														
□	□	□	□	ГОСТ-5918-73□	□	□														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">ДР-054.01.00.000П</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">Арх. П</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Змі. П</td> <td style="text-align: center;">Арх. П</td> <td style="text-align: center;">№ доки П</td> <td style="text-align: center;">Підпис П</td> <td style="text-align: center;">Дата П</td> <td></td> <td style="text-align: right;">2П</td> </tr> </table>												ДР-054.01.00.000П	Арх. П	Змі. П	Арх. П	№ доки П	Підпис П	Дата П		2П
					ДР-054.01.00.000П	Арх. П														
Змі. П	Арх. П	№ доки П	Підпис П	Дата П		2П														



Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			ДР-054.01.01.000-СК	Складальне-креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	ДР-054.01.01.001	Плита	1	
		2	ДР-054.01.01.002	Кронштейн	1	
		3	ДР-054.01.01.003	Кронштейн	1	
		4	ДР-054.01.01.004	Обойма	2	
		5	ДР-054.01.01.005	Болт-спеціальний	4	
		6	ДР-054.01.01.006	Прокладка	2	
		7	ДР-054.01.01.007	Планка	6	
		8	ДР-054.01.01.008	Пластина	2	
		9	ДР-054.01.01.009	Пластина	2	
		10	ДР-054.01.01.010	Рама	1	
		11	ДР-054.01.01.011	<u>Кришка</u>	1	
		12	ДР-054.01.01.012	Кронштейн	1	
		13	ДР-054.01.01.013	Пластина	2	
		14	ДР-054.01.01.014	Пластина	2	
		15	ДР-054.01.01.015	<u>Палець</u>	2	
		19	ДР-054.01.01.019	Планка	2	
		29	ДР-054.01.01.029	<u>Шайба-спеціальна</u>	4	
		30	ДР-054.01.01.030	<u>Гільза</u>	4	
			<u>ДР-054.01.01.000П</u>			
Зміст	Арк.П	№ докил.П	Підпис П	Дата		
Розроб.П	Личків Н.І.П					
Перевір.П	Зварук Н.М.П					
РецензентП	П					
ІН-Контр.П	Ворошик В.Я.П					
Затверд.П	Вітенько Т.М.П					
					П Плита-фільтр-преса- П марки-РКО-25П	
					Літ.П	Арк.П
						1П
					АркушіП	
					2П	
					ФМТ, - ар. - МОмз-61П	



□	□	31□	ДР-054.01.01.031□	<u>Кришка</u> □	4□	□	□
□	□	32□	ДР-054.01.01.032□	<u>Ущільнення</u> □	4□	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	<u>Стандартні вироби</u> □	□	□	□
□	□	16□	□	<u>Шайба- А.6.21</u> □	4□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-11371-78</u> □	□	□	□
□	□	17□	□	<u>Шайба- А.8.21</u> □	19□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-11371-78</u> □	□	□	□
□	□	18□	□	<u>Шайба- В.65Г.036</u> □	7□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-6402-70</u> □	□	□	□
□	□	20□	□	<u>Болт- М6-6дх15.48</u> □	4□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-7783-81</u> □	□	□	□
□	□	21□	□	<u>Болт- М8-6дх20.48</u> □	17□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-7783-81</u> □	□	□	□
□	□	22□	□	<u>Гвинт- А.- М10-6дх18.48</u> □	24□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-17473-80</u> □	□	□	□
□	□	23□	□	<u>Шплінт- Эх30.019</u> □	2□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-397-79</u> □	□	□	□
□	□	24□	□	<u>Болт- М5-6дх18.48</u> □	8□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-7783-81</u> □	□	□	□
□	□	25□	□	<u>Болт- М5-6дх15.48</u> □	32□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-7783-81</u> □	□	□	□
□	□	26□	□	<u>Гвинт- Б.М6-6дх16.48</u> □	8□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-17473-80</u> □	□	□	□
□	□	27□	□	<u>Шайба- А.5.21</u> □	40□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-11371-78</u> □	□	□	□
□	□	28□	□	<u>Підшипник- 1306</u> □	8□	□	□
□	□	□	□	<u>ГОСТ-28428-90</u> □	□	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□
ДР-054.01.01.000П							
<u>Зух П</u>	Арх. П	№ <u>докум. П</u>	<u>Підпис П</u>	<u>Дата</u>			Арх. П
							2П