

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розрахунок камерного фільтр-преса марки РКО-25
та розроблення технічних заходів з ремонту пластини**

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МО-41
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Колцун В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Кравець О.І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Ворощук В.Я.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Вітенько Т.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« _____ » _____
(підпис) Вітенько Т.М.,
(прізвище та ініціали)
« _____ » 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

студенту Колцуну Вадиму Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахунок камерного фільтр-преса марки РКО-25 та розроблення технічних заходів з ремонту пластини

Керівник роботи Кравець Олег Ігорович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» 01 2024__ року № 4/7-70

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Паспорт фільтр-преса марки РКО-25

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина

- 1.1. Аналіз технічних даних камерного фільтр-преса марки РКО-25
- 1.2. Опис будови і роботи камерного фільтр-преса марки РКО-25
- 1.3. Огляд фільтр-пресів
- 1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

2. Конструкторська частина

- 2.1. Технологічний розрахунок фільтр-преса РКО 25
- 2.2. Розроблення структурної та кінематичної схеми фільтр-преса
- 2.3. Розрахунок плити
- 2.4. Розрахунок гідроциліндра плит
- 2.5. Розрахунок ланцюгової передачі приводу фільтр-преса

3. Технологічна частина

- 3.1. Характерні причини виходу із ладу камерного фільтр-преса марки РКО-25. Графік ППП камерного фільтр-преса марки РКО-25
- 3.2. Розробка технологічної документації на проведення ремонту камерного фільтр-преса марки РКО-25
- 3.3. Дефектування і сортування деталей
- 3.4. Розробка технологічного процесу виготовлення осі

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

Висновки.

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

Фільтр-прес марки РКО 25 (2 л. ф.А1)

Кінематична схема фільтр-преса марки РКО 25 (1 л. ф.А1)

Плита фільтр-преса марки РКО 25 (1 л. ф.А1)

Технологічна схема складання- розбирання пластини фільтр- преса марки РКО 25 (1 л. ф.А1)

Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки осі (1 л.ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	доц. Окіпний І.Б.		
Нормоконтроль	доц. Ворощук В.Я.		

7. Дата видачі завдання 26.01.2023**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналітична частина	27.01. 2023- 20.02.2023	
2	2. Конструкторська частина	07.03.2023- 11.05.2023	
3	3. Технологічна частина	10.03.2023- 06.05.2023	
4	4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	6.05.2023- 01.06.2023	
5	Висновки.	1.06.2023- 10.06.2023	
6	Графічна частина		
7	Фільтр-прес марки РКО 25 (2 л. ф.А1)	24.01.2023- 13.02.2023	
8	Кінематична схема фільтр-преса марки РКО 25 (1 л. ф.А1)	24.01.2023- 13.02.2023	
9	Плита фільтр-преса марки РКО 25 (1 л. ф.А1)	24.01.2023- 13.04.2023	
10	Технологічна схема складання- розбирання пластини фільтр- преса марки РКО 25 (1 л. ф.А1)	24.01.2023- 06.06.2023	
11	Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки осі (1 л.ф.А1)	24.01.2023- 06.06.2023	
12	Фільтр-прес марки РКО 25 (2 л. ф.А1)	10.03.2023- 06.05.2023	
13	Кінематична схема фільтр-преса марки РКО 25 (1 л. ф.А1)	10.03.2023- 06.05.2023	
14			
15			
16			

Студент

(підпис)

Колцун В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кравець О.І.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Колцун Вадим Володимирович. Розрахунок камерного фільтр-преса марки РКО-25 та розроблення технічних заходів з ремонту пластини.

У кваліфікаційній роботі був проведений аналіз сучасних конструкцій обладнання для фільтрування соків бурякоцукрового виробництва. Після аналізу вихідних даних був проведений літературний огляд, далі – технологічний, кінематичний, гідравлічний і механічний розрахунки камерного фільтр-преса марки РКО-25. Розроблені в роботі заходи з експлуатації фільтр-преса передбачають формування технологічного маршруту розбирання - складання вузла пластини. Також розроблено технологічний маршрут механічної обробки осі пластини фільтр-преса.

Також було розроблено ряд заходів з безпеки життєдіяльності та з основ охорони праці, метою яких є безпечна і надійна експлуатація фільтр-преса.

Ключові слова: фільтрування, пластина, прес, апарат, цукор, ремонт.

Abstract

Koltsun Vadym. Calculation of a chamber filter press for the brand RKO-25 and development of technical measures for repairing the plate.

In the thesis of the modern designs of equipment for filtering beet sugar production juices analysis was carried out. After analyzing the initial data, a literature review was carried out, followed by technological, kinematic, hydraulic and mechanical calculations of the chamber filter press RKO-25. The measures developed in the work for the operation of the filter press provide for the formation of a technological route for disassembling and assembling the plate assembly. A technological route for machining the plate axis of the filter press was also developed.

A number of life safety and labor protection measures have also been developed, the purpose of which is to ensure safe and reliable operation of the filter press.

Keywords: filtering, plate, press, apparatus, sugar, repair.

Зміст

Завдання	1
Анотація	3
Зміст.....	4
Вступ	6
1. Аналітична частина.	7
1.1. Аналіз технічних даних камерного фільтр-преса марки РКО-25.....	7
1.2. Опис будови і роботи камерного фільтр-преса марки РКО-25	8
1.3. Огляд фільтр-пресів.....	11
1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи	18
2. Конструкторська частина.....	19
2.1. Технологічний розрахунок фільтр-преса РКО 25	19
2.2. Розроблення структурної та кінематичної схеми фільтр-преса.....	20
2.3. Розрахунок плити.....	24
2.4. Розрахунок гідроциліндра плит.....	25
2.5. Розрахунок ланцюгової передачі приводу фільтр-преса	28
3. Технологічна частина	33
3.1. Характерні причини виходу із ладу камерного фільтр-преса марки РКО-25. Графік ППР камерного фільтр-преса марки РКО-25	33
3.2. Розробка технологічної документації на проведення ремонту камерного фільтр-преса марки РКО-25	36
3.3. Дефектування і сортування деталей	38
3.4. Розробка технологічного процесу виготовлення осі.....	40
3.4.1. Аналіз технічних умов осі.....	40
3.4.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки.....	42
3.4.3. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів	43

3.4.4. Розробка технологічного маршруту механічної обробки осі.....	49
3.4.5. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.....	50
3.4.6. Розрахунок режимів різання по операціях.....	51
3.4.7. Технічне нормування технологічного процесу. Визначення необхідної кількості обладнання і величини його завантаження	55
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	58
4.1 Заходи з охорони праці.....	58
4.2. Заходи з безпеки життєдіяльності.....	61
Висновки.....	65
Перелік посилань	66

Вступ

Цукрова промисловість є однією з найважливіших галузей харчової промисловості, яка відіграє значну роль у забезпеченні населення продуктами харчування. Одним із ключових етапів виробництва цукру є фільтрація, яка забезпечує очищення цукрового соку від домішок. Важливість правильної експлуатації фільтрувального обладнання у цукровій промисловості неможливо переоцінити, оскільки від цього залежить якість кінцевого продукту, економічна ефективність виробництва та екологічна безпека.

Фільтрація цукрового соку є критично важливим етапом у виробництві цукру. Неправильна експлуатація фільтрувального обладнання може призвести до залишку домішок у готовому продукті, що негативно позначається на його якості.

Правильна експлуатація фільтрувального обладнання дозволяє знизити витрати на виробництво цукру. Оптимальна робота фільтрів зменшує кількість витратних матеріалів, таких як фільтрувальні тканини, а також скорочує час простою обладнання на ремонт та обслуговування. Це дозволяє підвищити продуктивність виробництва та знизити собівартість продукції. Економія енергії також є важливим аспектом, оскільки правильно налаштоване обладнання працює більш ефективно, знижуючи споживання електроенергії.

Також правильна експлуатація фільтрувального обладнання значно збільшує його надійність та довговічність. Регулярне технічне обслуговування, своєчасна заміна зношених деталей та дотримання інструкцій з експлуатації дозволяють уникнути частих поломок та аварій. Це не тільки забезпечує безперебійну роботу виробництва, але й знижує витрати на ремонт та заміну обладнання.

1. Аналітична частина.

1.1. Аналіз технічних даних камерного фільтр-преса марки РКО-25

Фільтр-прес РКО 25 є спеціально розробленим обладнанням, яке призначене для фільтрування суспензії соків 1-ї сатурації і осадів клеровок цукру-сирцю. Цей фільтр-прес може працювати як в автоматичному, так і в напівавтоматичному режимах, що забезпечує гнучкість в експлуатації залежно від потреб виробництва.

Технічна характеристика фільтр-преса РКО-25

Площа поверхні фільтрування, м ²	25
Об'єм камерного простору, м ³	0,56
Продуктивність по буряку, що переробляється, т/добу	1000
Робочий тиск, МПа (<u>кгс/см²</u>):	
- фільтрування	0,4(4)
- промивки	до 1(10)
- просушування	0,5-0,6(5-6)
Температура суспензії °С	95
Густина суспензії, т/м ³	1,16-1,18
Витрата води на промивку осаду до маси осаду %	90-100
Витрата повітря на просушування осаду, м ³ /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

Використання фільтр-преса РКО 25 дозволяє ефективно очищати соки і осади від надлишку рідини, що сприяє підвищенню якості та виходу готового продукту. Такі фільтр-преси є важливим елементом в виробництві цукру та соків, де якість продукції має велике значення.

1.2. Опис будови і роботи камерного фільтр-преса марки РКО-25

Фільтр-прес являє собою конструкцію, що складається з множини горизонтально розташованих фільтрувальних плит і рамок, які розміщені між нерухомою опорною плитою та рухомою притискною плитою. Між цими плитами та рамками простягається фільтрувальна тканина у вигляді безкінечної стрічки.

Основними операціями, що здійснюються у фільтр-пресі, є:

затиск;

фільтрування;

продування;

промивка;

просушування;

вивантаження осаду.

Завдяки горизонтальному розташуванню плит і рамок у фільтр-пресі осадок розподіляється рівномірно, що гарантує його ретельне промивання. Ця особливість робить РКО 25 вдвічі ефективнішим за традиційні методи фільтрації, адже вміст цукру в осаді зменшується вдвічі.

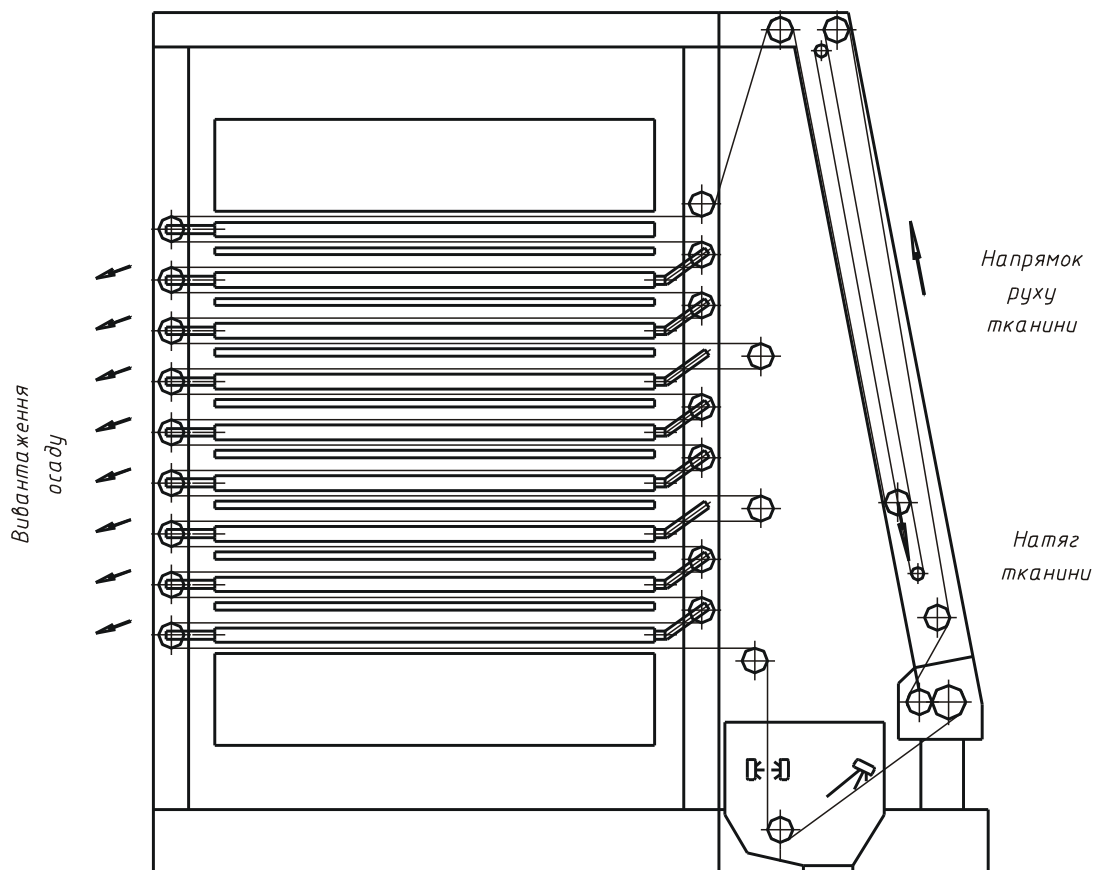


Рис 1.1.– Принципова схема фільтр-преса

1 – фільтрувальна стрічка; 2 – рама; 3 – привід; 4 – плита; 5 – форсунка.

Рамка фільтр-преса з'єднується з верхньою плитою за допомогою шарнірних петель. Ці петлі мають спеціальні пази, які забезпечують певний зазор між плитами та рамками, коли фільтр-прес знаходиться в розкритому стані.

Затискання і розтискання фільтр-преса здійснюється за допомогою двох гідроциліндрів. Корпуси циліндрів жорстко закріплені на опорній плиті, а штоки циліндрів з'єднані з притискною плитою.

Фільтр-прес спирається на опорну раму, яка включає в себе опорну плиту, механізм для переміщення фільтрувальної тканини та регенераційну камеру.

Фільтрувальна плита має двоконтурну зварну конструкцію з двома дренажними порожнинами: верхньою і нижньою. Ці порожнини закриті знімними ситами і оснащені колекторами для відведення фільтрату. Верхня і нижня напівплити мають по одній дренажній порожнині. Фільтрувальна тканина рухається по верхній поверхні плити. На плитах встановлені ролики для

тканини, ножі для видалення залишків осаду з тканини, ножі для очищення роликів та опорні катки. Регулювальні гвинти на роликах дають можливість коригувати зсув тканини.

Рамка, в яку через колектор подається згущена суспензія і де формується осад, також має двоконтурну конструкцію. Внутрішній контур рамки має нахилені стінки, що сприяє випаданню осаду.

У притискній плиті змонтовано:

Обмежувальні (упорні) катки.

Валики синхронізації.

Арматура для керування подачею повітря.

Привід пересування тканини є ключовим компонентом фільтр-преса, що відповідає за рух фільтрувальної тканини під час вивантаження осаду і її регенерації. Він складається з двох основних елементів:

привідний роликовий блок;

притискний роликовий блок.

Камера регенерації є важливим компонентом фільтр-преса, що використовується для очищення фільтрувальної тканини від осаду під час її руху.

Механізм натягнення – це система, що підтримує постійне натягнення фільтрувальної тканини під час роботи фільтр-преса. Він складається з рами, кронштейнів, каркаса, роликів натягнення і регулювання, а також ланцюгових передач і гідромотора.

Каркас фільтр-преса є його основою, на якій кріпляться всі інші компоненти. Він складається з чотирьох міцних стійок, встановлених і закріплених на опорній плиті, та верхньої замикаючої рами. Ця конструкція забезпечує стійкість і жорсткість всьому механізму.

На стійках каркаса розміщені:

направляючі планки: слугують для направлення катків притискної плити і фільтрувальних плит під час їх руху. Це гарантує плавне і синхронне переміщення плит;

зубчаті рейки механізму синхронізації: приводяться в рух гідроциліндрами і забезпечують синхронне переміщення притискної плити і фільтрувальних плит;
кінцеві вимикачі: встановлені для фіксації верхнього і нижнього положення притискної плити;
направляючий ролик;
ножовий блок: використовується для видалення залишків осаду з фільтрувальної тканини;
допоміжні елементи механічного та гідравлічного приводу

1.3. Огляд фільтр-пресів

DIEFEBACH пропонує широкий спектр фільтр-пресів, які можна адаптувати до індивідуальних потреб виробництва:

Розмір фільтрувальних плит: від 500 x 500 мм до 2000 x 2000 мм;

Кількість плит в одному агрегаті: від декількох штук до 100.

Завдяки цій гнучкості DIEFEBACH може гарантувати оптимальну продуктивність для довільних задач, незалежно від обсягу та типу зневоднюваного матеріалу.

DIEFEBACH пропонує інноваційні рішення для вдосконалення процесів фільтрування.

Комплексні установки: DIEFEBACH проектує та будує комплексні установки для зневоднення шламів, які включають все необхідне обладнання та системи. Це гарантує індивідуальний підхід до кожного проекту та економить час і кошти замовника.

Спеціальні фільтруючі елементи: DIEFEBACH розробляє та виробляє унікальні фільтруючі елементи, здатні працювати з будь-якими типами рідко-твердих сумішей і шламів, навіть з агресивними середовищами. Це дає можливість використовувати їх у найрізноманітніших галузях промисловості.

Ефективність та екологічність: Установки DIEFEBACH відрізняються високою продуктивністю, економією та відповідають найсуворішим

екологічним стандартам. Це гарантує мінімальний вплив на довкілля та відповідальне ставлення до ресурсів.

Компанія пропонує широкий спектр фільтросерветок для горизонтальних фільтр-пресів різних марок, включаючи РОМ, РЗМ, ФКМ, Dieffenbach, Diemme, Larius, Summit Walley та багато інших.

Характеристики фільтросерветок:

Тип: Одинарні та подвійні

З'єднання: По центральному або кутовому колектору

Отвори: Робочі та монтажні

Деталі: Металеві люверси, липучка та інші

Розкрій: Лазерний різак для точних розмірів та оплавлених країв

Для запобігання витоку фільтрату у фільтр-пресах, особливо в старих або чутливих до втрат фільтрату виробничих процесах, використовується спеціально оброблена і ущільнена серветка. Ця серветка легко відділяє кекс при очищенні фільтру завдяки гамма-обробці тканини, включаючи нанесення мембрани з фторопласту. Тканина для фільтр-пресів має високу міцність, не розтягується під час роботи і витримує високий тиск, що створюється фільтром. Максимальне розривне навантаження такої тканини складає до 36 тонн на метр. Тканина постачається в заданому розмірі, стандартною шириною 1.05 м або 1.70 м, будь-якої довжини. Полотно оснащується металевим кліперним з'єднанням, що усуває необхідність у ручному зшиванні тканини на фільтрі. Краї тканини мають спеціальну обробку, що запобігає витоку фільтрату і не утворює бахрому під час експлуатації. Тканина не усажується і не розтягується протягом всього терміну служби, який становить від 900 до 3000 циклів, залежно від складу пульпи, марки фільтру та його стану.

Компанія "Екос" виготовила комплекс заходів, які дозволяють ефективно використовувати наявні технології і впроваджувати власні розробки для розв'язання проблем з утилізації мулових карт, зневоднення та очищення осадів стічних вод на очисних спорудах з подальшою переробкою їх у корисне органічне добриво. Основу цього підходу складає принцип скорочення обсягу

осадів за допомогою стрічкових фільтр-пресів, що дозволяє оптимізувати процес утилізації в господарських і промислових умовах.

Фільтр-прес ФП розроблено для відщідження осадів у комунальних і промислових стоках за умов температурного режиму від +1 до +40°C, відносної вологості повітря 75% і висоти над рівнем моря до 1 км. Якщо кліматичні умови відповідають цим вимогам, можна експлуатувати фільтр-прес під відкритим навісом; у іншому випадку — у закритому приміщенні. Модельний ряд фільтр-пресів включає:

Модель без згущувача.

Модель з подовженою приймальною частиною, але без згущувача.

Модель з згущувачем, який приводиться в дію електродвигуном преса.

Модель з згущувачем, який приводиться в дію власним електродвигуном.

Процес включає наступні етапи: осад подається насосом у витратний бак для постійного перемішування. З витратного бака осад направляється у змішувач, де додається розчин флокулянта з флокуляційної установки. Далі осад проходить через фільтр-прес, після чого, вже зневоднений, потрапляє в бункер-накопичувач і вивозиться на майданчик для компостування. Стрічки фільтр-преса очищуються чистою водою, яка потім стікає у каналізацію.

Зневоднений осад використовується як високоефективне органічне добриво, яке додатково знезаражується. Фільтр-прес ЕКО-ПРО (ЛМН 16-2.0-1Г-01 за ТУ) є компактним, економічним у витратах електроенергії, простим і зручним у обслуговуванні. Він призначений для обробки осадів стічних рідин, суспензій і шламів методом фільтрації під тиском через спеціальні полотна.

Фільтр-прес, розроблений спільно фахівцями Групи компаній "Екополімер" та інженерами Бердичівського машинобудівного заводу "Прогрес", є високоефективним і надійним рішенням для різних секторів промисловості та муніципального господарства. Ось деякі з його переваг:

Унікальна конструкція валків у формі бочки зі спіральними канавками компенсує прогинання валу та забезпечує ефективне відведення фільтрату.

Осі віджимних валів розташовані в площині, що майже вертикальна, що уникає потрапляння віджатого фільтрату на інші валки і підвищує продуктивність роботи.

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 надмірному мулу, м ³ /ч (при концентрації мула, що подається на обезводнення 16,5%)	3	4	5	5,5
Залишкова вогкість <u>кека</u> %	85	85	85	85
Потужність електродвигуна преса, кВт	0,75	0,75	0,75	0,75
Максимальна витрата стислого повітря, л/мін	200	200	240	240
Робоча ширина сіток, мм	650	650	650	650
Габаритні розміри, мм (довжина x ширина x висота)	2300x x1400x x1700	4300x x1400x x1700	4300x x1400x x1700	4300x x1400x x1700
Маса, кг	1200	1600	1980	2000

Система додаткового віджиму забезпечує стабільний тиск пресування, що дозволяє підтримувати необхідний рівень вологості зневодненого осаду.

Таблиця 1.2.

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 %	м3/час	до 25
Швидкість руху полотен	м/хв	0.8-2.9

Переваги фільтр-преса ЕКО-ПРО:

Фільтр-прес ЕКО-ПРО – це інноваційне рішення для зневоднення шламів, яке відрізняється низкою суттєвих переваг:

1. Автоматичне очищення форсунок. Форсунки системи промивки автоматично очищаються при засміченні, забезпечуючи безперервну роботу обладнання без простоїв та необхідності ручного втручання.

2. Регульовані режими пресування. Можливість регулювання режимів пресування в кожній зоні фільтр-преса дозволяє оптимізувати процес зневоднення для різних типів шламів. Це дає можливість отримати чистий фільтрат, який можна використовувати для промивки полотен, зменшуючи загальне водоспоживання.

3. Піддон з нержавіючої сталі. Піддон з нержавіючої сталі для збору фільтрату уникає необхідності бетонування ванни під фільтр-пресом. Це зменшує об'єм будівельних робіт та час монтажу обладнання.

4. Ефективність та практичність. Завдяки своїм перевагам, фільтр-прес ЕКО-ПРО є ефективним та практичним рішенням для вирішення завдань з управління стічними водами та осадами у різних промислових та комунальних сферах.

Фільтр-прес ХАЗ 160/1500 – це високопродуктивний фільтр-прес, спеціально розроблений для зневоднення гідрометалургійних хвостів. Він використовується для видалення води з залишків, що утворюються після вилучення металів з руди, роблячи їх більш компактними та зручними для транспортування та утилізації.

Таблиця 1.3.

Технічні характеристики фільтр-преса ХАЗ 160/1500:

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

Фільтр-прес ХМЗ 800/2000 – це високопродуктивне та універсальне обладнання, призначене для зневоднення широкого спектру матеріалів та рідин. Завдяки своїй інноваційній конструкції та автоматизованим системам, він

пропонує низку переваг, роблячи його ідеальним вибором для різних галузей промисловості.

Таблиця 1.4.

Технічні характеристики фільтр-преса XMZ 800/2000:

Площа фільтрації, м ²	800
Розміри плити фільтрації, мм	2000x2000
Кількість плит фільтрацій, шт.	110
Ширина камери фільтрації, мм	35
Загальний об'єм фільтру, м ³	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
Габаритні розміри, мм	14280x3140x2900
Маса, кг	123250

Ключові характеристики

Інтегрована гідравлічна система суперпозиційного типу. Забезпечує плавний та надійний процес пресування, зменшуючи знос та підвищуючи ефективність.

Програмований логічний контролер (PLC). Автоматизує процес фільтрації, гарантуючи послідовність та оптимальні результати.

Висока продуктивність. Здатний обробляти великі обсяги матеріалів, роблячи його ідеальним для промислових застосувань.

Універсальність: Підходить для зневоднення широкого спектру матеріалів.

Ефективність зневоднення. Особливо підходить для матеріалів, які важко піддаються фільтрації, або для клейких, липких і стискаються матеріалів.

Високий тиск фільтрації. Гарантує максимальне вилучення рідини, забезпечуючи сухіший осад.

Велика пропускна спроможність. Дозволяє швидко обробляти великі обсяги матеріалів.

1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Головну мету кваліфікаційної роботи бакалавра можна сформулювати наступним чином: вирішення питання розрахунку камерного фільтр-преса марки РКО-25 та розроблення технічних заходів з ремонту пластини.

В ході виконання кваліфікаційної роботи виконуються наступні задачі:

технологічний розрахунок фільтр-преса;

розрахунок кінематичної схеми фільтр-преса;

розрахунок фільтрувальної плити;

розрахунок гідروциліндра притискання плит;

розрахунок ланцюгової передачі приводу фільтр-преса;

розробка заходів з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування фільтр-преса;

розробка заходів з охорони праці і техніки безпеки при експлуатації фільтр-преса.

2. Конструкторська частина

2.1. Технологічний розрахунок фільтр-преса РКО 25

Кількість прольотів полотна, що розміщується 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

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

Сумарна площа всього полотна на плитах складає:

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

Маса одного квадратного метра вогкого фільтрувального полотна скла:

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

Сумарна маса полотна на плитах складає:

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

Маса осаду на плитах згідно технічних характеристик:

$$m_{\text{о}} := 1520 \quad \text{кг}$$

Маса полотна з осадом на плитах:

$$m_{\text{по}} := m_{\text{пл}} + m_{\text{о}} = 1.64 \times 10^3 \quad \text{кг}$$

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

Сила тертя, яка виникає при транспортуванні полотна з осадом:

$$S_{\text{тр}} := 9.81 \cdot \frac{m_{\text{по}}}{f} = 3.742 \times 10^4 \quad (\text{Н})$$

Крутний момент на валку:

$$M_B := S_{\text{тр}} \cdot \frac{d_{\phi}}{2} = 2.02 \times 10^3 \quad (\text{Н*м})$$

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

$$N_1 := \frac{M_B \cdot \omega_{\phi}}{1000} \quad N_1 = 10.289 \quad \text{кВт}$$

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: $\eta_{\text{кз}} := 0.9$

$$N_{\text{дв}} := \frac{N_1}{\eta_{\text{підш}}^8 \cdot \eta_{\text{лп}} \cdot \eta_{\text{кз}}^2} = 17.208 \quad \text{кВт}$$

З врахуванням стартового запасу потужності приймаємо характеристики електродвигуна:

потужність: $N_{\text{дв}} := 20 \quad \text{кВт}$

частота обертання: $n_{\text{дв}} = 1480 \quad \text{об/хв}$

2.2. Розроблення структурної та кінематичної схеми фільтр-преса

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 валок.

Розрахуємо необхідну частоту обертання приводного валка

Довжина фільтруючої поверхні плити:

$$L_{\phi} := 1.812 \text{ м}$$

Діаметр приводного валка

$$d_{\phi} := 0.108 \text{ м}$$

Рекомендована максимальна швидкість стрічки

$$v_{\phi} := 0.275 \text{ м/с}$$

Попереднє значення кутової швидкості електродвигуна $\omega_{\text{ДВ}} := 155 \text{ рад/с}$

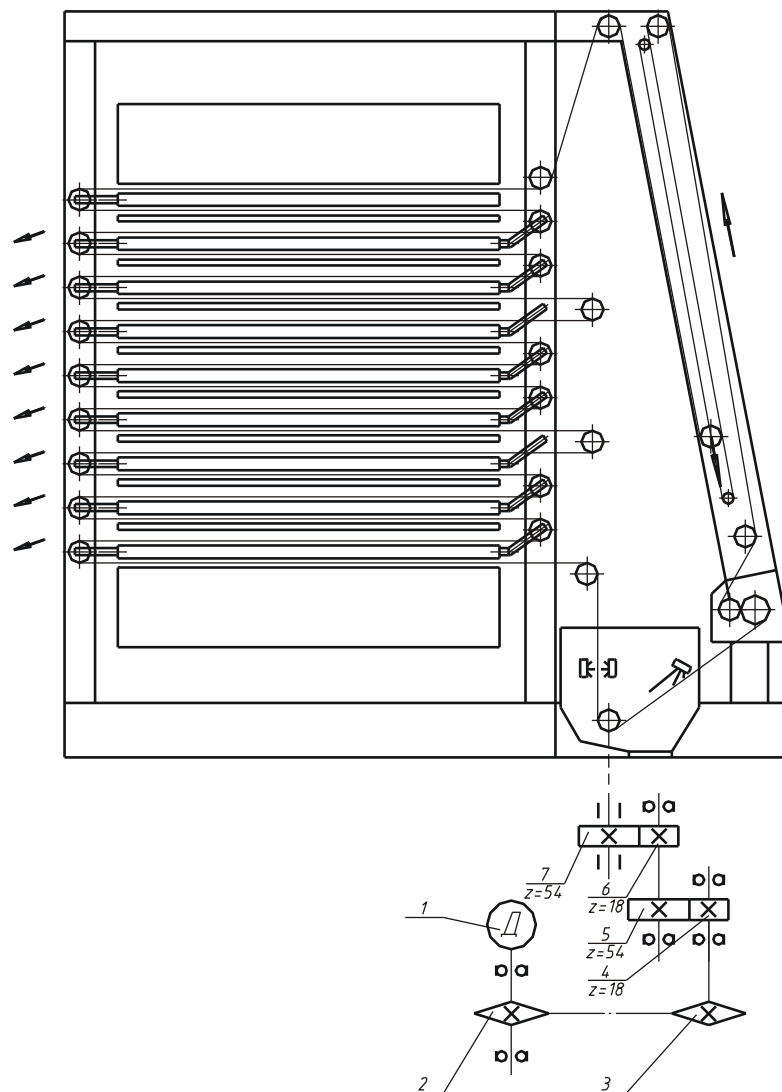


Рис 2.1.– Кінематична схема фільтр-преса.

Відповідно частота обертання вала електродвигуна:

$$n_{\text{ДВ}} := \omega_{\text{ДВ}} \cdot \frac{30}{\pi} = 1.48 \times 10^3 \quad \text{об/хв}$$

Необхідна частота обертання валика:

$$n_{\phi} := \frac{v_{\phi}}{\pi \cdot d_{\phi}} = 0.811 \quad \text{об/с}$$

Відповідно кутова швидкість обертання

$$\omega_{\phi} := 2 \cdot \pi \cdot n_{\phi} = 5.093 \quad \text{рад/с}$$

Число обертів валика за хвилину

$$n_{\phi\text{х}} := n_{\phi} \cdot 60 = 48.631 \quad \text{об/хв}$$

Розрахуюмо передаточне число другої ступені привідного редукто:

Число зубів шестерні: $z_7 := 54$

Число зубів колеса: $z_6 := 18$

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

Частота обертання ведучого вала II ступені привідного редуктора:

$$n_{\text{III}} := n_{\phi} \cdot i_{67} = 2.432 \quad \text{об/с}$$

Відповідно кутова швидкість обертання

$$\omega_{\text{III}} := 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{III}} = 15.278 \quad \text{рад/с}$$

Число обертів вала за хвилину

$$n_{\text{IIIх}} := n_{\text{III}} \cdot 60 = 145.892 \quad \text{об/хв}$$

Розрахуємо передаточне число першої ступені привідного редуктора

$$\text{Число зубів шестерні: } z_5 := 54$$

$$\text{Число зубів колеса: } z_4 := 18$$

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

Частота обертання ведучого вала I ступені привідного редуктора:

$$n_{II} := n_{III} \cdot i_{45} = 7.295 \quad \text{об/с}$$

Відповідно кутова швидкість обертання

$$\omega_{II} := 2 \cdot \pi \cdot n_{II} = 45.833 \quad \text{об/с}$$

Число обертів вала за хвилину

$$n_{IIx} := n_{II} \cdot 60 = 437.676 \quad \text{об/хв}$$

Розрахуємо передаточне число ланцюгової передачі.

Загальне передаточне число:

$$i_{\text{заг}} := \frac{\omega_{\text{дв}}}{\omega_{\text{ф}}} = 30.436$$

Необхідне передаточне число ланцюгової передачі:

$$i_{23} := \frac{i_{\text{заг}}}{i_{45} \cdot i_{67}} = 3.382$$

Приймаємо $i_{23} := 3.6$

2.3. Розрахунок плити

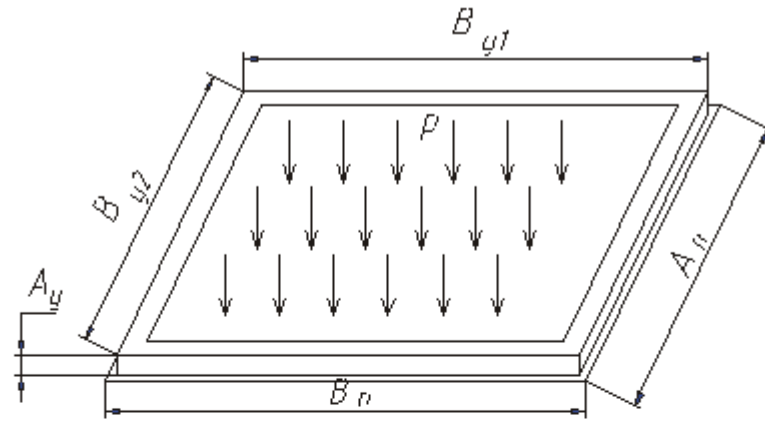


Рисунок 2.2.- Схема плити

Розрахуємо зусилля, яке виникає в момент фільтрування чи відтиску ос

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

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

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

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

Зусилля, яке виникає в момент фільтрування чи відтиску осаду.

$$Q_{д} := p \cdot F_{роб} = 2.084 \times 10^6 \quad \text{Н}$$

$$m := 1.75 \quad \text{конструктивний коефіцієнт для фільтр-пресів.}$$

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

$$B_{y1} := 1.807 \text{ м - довжина ущільнення в поздовжньому напрямку}$$

$$B_{y2} := 1.100 \text{ м - довжина ущільнення в поперечному напрямку}$$

Периметр ущільнення

$$P_{у} := 2 \cdot (B_{y1} + B_{y2}) = 5.814 \quad \text{м}$$

Площа поверхні ущільнення:

$$F_{у} := A_{у} \cdot P_{у} = 0.291 \quad \text{м}^2$$

Зусилля затиску розрахуємо за формулою:

$$R_{пр} := m \cdot p \cdot F_{у} \quad R_{пр} = 508725 \text{ (Н)}$$

2.4. Розрахунок гідроциліндра плит

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

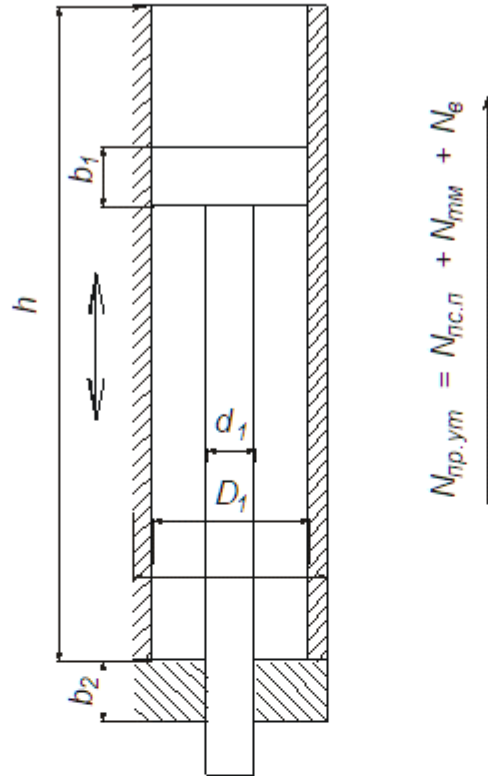


Рисунок 2.3.- Схема гідроциліндра

Вихідні дані до розрахунків:

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

$$N_{пс.п} := \frac{R_{пр}}{2} \quad N_{пс.п} = 254363 \quad \text{Н};$$

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

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

Розрахунок виконаємо в наступній послідовності.

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

$$k := 1.1$$

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

$$N_{\text{пор}} := k \cdot N_{\text{пс.п}} \quad N_{\text{пор}} = 279799 \text{ (Н)}$$

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

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

Визначаємо попередні значення діаметра поршня:

$$D_1 := 1.02 \cdot \sqrt{\frac{N_{\text{пор}}}{P_{\text{пит}} - p_{\text{в}}}} = 0.429 \text{ (м)}$$

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

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

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

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

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

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

Визначаємо сумарне зусилля активного опору $N_{\text{тм}}$ за залежністю:

$$N_{\text{тм}} = N'_{\text{тм}} + N''_{\text{тм}}$$

ââ $N'_{\text{тм}} = 0.1\pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D$

μ - коефіцієнт тертя $\mu := 0.15$

p_2 - радіальний тиск кільця:

$$p_2 := 7 \cdot 10^5 \text{ (Па)}$$

b_1 - ширина кільця $b_1 := 0.045 \text{ (м)}$

n - число кілець $n := 2$

$$N'_{\text{тм}} := 0.1\pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D_1 = 1.277 \times 10^3 \text{ (Н)}$$

При проведенні обчислень для штока:

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

Тут:

$$b_2 := 0.025 \text{ (м)}$$

$$d_1 = 0.13 \text{ (м)}$$

$$N''_{TM} := 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_2 \cdot n \cdot d_1 = 214.414 \text{ (Н)}$$

$$N_{TM} := N'_{TM} + N''_{TM} = 1.491 \times 10^3 \text{ (Н)}$$

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.

$$F_e := \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 = 0.145 \text{ (м}^2\text{)}$$

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

Знайдемо зусилля протитиску на вихлоп для безпружинних механізмів:

$$N_B := p_B \cdot F_{e.ш} = 2.639 \times 10^3 \text{ (Н)}$$

Знаходимо загальне зусилля протитиску на вихлоп:

$$N_{пр.ут} := N_{пс.п} + N_{TM} + N_B \quad N_{пр.ут} = 258492 \text{ (Н)}$$

2.5. Розрахунок ланцюгової передачі приводу фільтр-преса

Потужність на валу ведучої зірочки $P_1 := N_{дв} P_1 = 20$ (кВт); кутова швидкість ведучої зірочки $\omega_1 := \omega_{дв} \omega_1 = 155$ (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 $\frac{\Delta P}{P} = 2.7$ %;

строк служби ланцюга $h := 8000$ год.

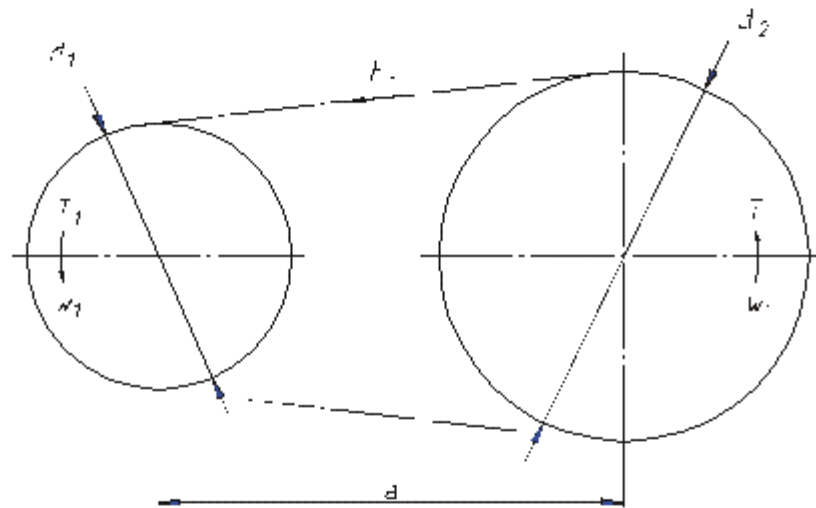


Рисунок 2.4.- Схема ланцюгової передачі.

На валу ведучої зірочки обертовий момент:

$$T_1 := \frac{P_1 \cdot 1000}{\omega_1} \quad T_1 = 129.032 \quad (\text{Н*м})$$

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

$\omega_1 = 155$ (рад/с) [] можна вибрати число зубців ведучої зірочки

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

Вибираємо $z_2 := 72$

Орієнтовне значення кроку ланцюга

$$P' := 13 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1}{z_1}} \quad P' = 24.201 \quad (\text{мм})$$

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

$A_{\text{оп}} := 180$ мм²; руйнівне навантаження $F_{\text{рн}} := 56.7$ кН; маса 1м ланцюга $q := 2.6$ кг/м.

Швидкість ланцюга

$$v := \frac{P \cdot 10^{-3} \cdot \omega_1 \cdot z_1}{2 \cdot \pi} \quad v = 12.532 \quad (\text{м/с})$$

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 $W := 128$

Розрахункова міжосьова відстань:

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

$$a_0 = 1019.733 \quad (\text{мм})$$

Міжосьова відстань передачі із забезпеченням провисання веденої вітки

$$a := a_0 - 0.003 \cdot a_0 = 1.017 \times 10^3 \quad (\text{мм})$$

Ділильні діаметри зірочок

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

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

Номінальне корисне навантаження ланцюга:

$$F_t := 2 \cdot \frac{T_1 \cdot 1000}{d_1} = 1.589 \times 10^3 \quad (\text{Н})$$

Максимальне навантаження ланцюга при пуску передачі:

$$F_{t\max} := K_{\Pi} \cdot F_t = 3.497 \times 10^3 \quad (\text{Н})$$

Максимальна сила, яка діє на вали передачі:

$$R_{\max} := 1.15 \cdot F_{t\max} = 4.021 \times 10^3 \quad (\text{Н})$$

Розрахунок шарнірів ланцюга на стійкість проти спрацювання.

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

навантаження СН, то еквівалентне корисне навантаження ланцюга:

$$F_{t\text{Есп}} := K_{\text{Есп}} \cdot F_t = 635.751 \quad (\text{Н})$$

Коефіцієнт динамічного навантаження (при помірних змінах навантаже

ня) $K_{\text{д}} := 1.3$; для однорядного ланцюга $K_{\text{м}} := 1$

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

При даному допустимому збільшенні розрахункові коефіцієнти:

$$C := 1.33 \cdot 10^6 \cdot 2.7 = 3.591 \times 10^6$$

$$K_v := \sqrt[3]{\omega_1^2} = 28.855$$

коефіцієнт міжосьової віддалі $a_p := 40$

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

Коефіцієнти, які враховують умови роботи передачі і її конструкцік

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

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

З умови стійкості проти спрацювання допустимий тиск у шарнірах

$$p_{I_{сп}} := \frac{C}{h \cdot K_v \cdot K_f \cdot K_e} = 5.136 \text{ (МПа)}$$

Визначимо розрахунковий тиск в шарнірах ланцюга.

$$p := \frac{F_{tE_{сп}} \cdot K_d}{A_{оп} \cdot K_m} = 4.592 \text{ (МПа)}$$

Стійкість шарнірів ланцюга проти спрацювання забезпечується

Розрахунок пластин ланок ланцюга на втому.

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

$$F_{tE_{ВТ}} := K_{E_{ВТ}} \cdot F_t = 1.033 \times 10^3$$

Розрахункові коефіцієнти

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

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

$$K_B := 10 \cdot \sqrt[9]{\omega_1} = 17.513$$

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

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

$$I_{p_{BT}} := \frac{270 \cdot K'_Z \cdot K_h}{K_B \cdot K_P} = 23.156 \quad (\text{МПа})$$

Розрахунковий тиск у шарнірах за умови втомної міцності пластин

$$p_{BT} := \frac{F_{tE_{BT}} \cdot K_D}{A_{оп} \cdot K_m} = 7.461 \quad (\text{МПа})$$

Втомна міцність пластин ланцюга достатня.

Розрахунок ланцюга на міцність при дії максимальних коротко- термінових перевантажень

$$s_{\checkmark} := \frac{F_{pH} \cdot 1000}{F_{tmax}} = 16.216 > s_{min} = 5$$

3. Технологічна частина

3.1. Характерні причини виходу із ладу камерного фільтр-преса марки РКО-25.

Графік ППР камерного фільтр-преса марки РКО-25

Найбільшому зношенню підпадають рухомі частини фільтр-преса: ланцюгова передача приводу і вали приводу, а також натяжні вали.

Основними зовнішніми чинниками, які впливають на роботу камерного фільтр-преса марки РКО-25, підвищена вологість та агресивні середовища. Це призводить до попадання бруду в зазори спряжень, що прискорює зношення деталей.

У випадку загального зношення елементів передач приводу рекомендується здійснити одночасну їх заміну на нові внаслідок високої вартості циклу технологічних операцій по їх відновленню; підшипникові опори підлягають заміні не рідше, ніж раз на 1,5 років; у випадку зношення валів рекомендується піддати зношені поверхні відновленню за рахунок наплавлення з послідовним зняттям надлишкового шару матеріалу і шліфуванням робочих поверхонь.

При експлуатації технологічних трубопроводів з часом появляються несправності у фланцевих, зварних та муфтоподібних з'єднаннях, вентилях, засувках і кранах, корозійне зношення труб, розриви і тріщини в трубах, вібрація та ослаблення кріплень труб тощо.

Планове технічне обслуговування передбачає перевірку стану деталей і складальних одиниць, що зношуються. Такі періодичні огляди проводять під час міжремонтних періодів ремонтним персоналом; при огляді відповідальних апаратів повинні бути присутні механік цеху та представник відділу головного механіка.

Структура ремонтних циклів камерного фільтр-преса марки РКО-25 наступна:

K-O-O-M-O-O-C-O-O-M-O-O-C-O-O-M-O-O-C-O-O-M-O-O-K

Тривалість до найближчого капітального ремонту K – 24 міс., середнього C – 6 міс., малого M – 3 міс., технічного огляду O – 1 міс. Категорія ремонтної складності – 1,0.

Норми часу на ремонтні роботи, люд.-год: $K = 35,0$, $C = 21,0$, $T = 7,0$.

Визначимо трудомісткість робіт по ремонту і технічному огляді механічної частини технологічного обладнання.

$$T_{м.ч} = \kappa * R_m,$$

де κ – коефіцієнт, що враховує вид ремонту апарата, люд.-год;

R_m – категорія складності ремонту механічної частини даного апарата.

Визначимо трудомісткість робіт по ремонту апарата за два роки. Значення коефіцієнту κ при різних видах ремонту складає $TO = 1$, $M = 7,0$, $C = 21$, $K = 35$ (люд.-год).

Визначаємо, сумуючи значення всіх знаменників: трудомісткість шістнадцяти ТО, чотирьох малих, чотирьох середніх і одного капітального ремонту.

$$16 * 1 + 4 * 7 + 4 * 21 + 1 * 35 = 163 \text{ люд.-год}$$

Отриманий результат розбиваєм по операціях:

$$\text{Слюсарні: } 163 * 0,72 = 45,36 \text{ люд.-год}$$

$$\text{Верстатні } 163 * 0,2 = 32,6 \text{ люд.-год}$$

$$\text{Інші } 163 * 0,08 = 13,04 \text{ люд.-год.}$$

Всі значення заносимо в графі графіка ППР.

Графік планово-попереджувального ремонту камерного фільтр-преса
марки РКО-25

Затверджую

Головний інженер

№ п/п	Обладнання	Тип, марка	Інвентарний номер	Час вводу в експлуатацію	Останній ремонт в попередньому році		Строк служби чи напрацювання з часу останнього ремонту		Тривалість			План і виконання	
					Вид	Міс	Ремонту	ТО	Ремонтного циклу	Ремон тамі	ТО		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	Фільтр-прес	РК-025	1	2021					12/4200	3/1050	1/350	Строк служби, міс/год	Планові
													Очікування
												План	
												Виконання	

Напрацювання і види ремонтів і ТО по місяцях і їх трудомісткість												Загальна трудомісткість робіт			
Січень	Лютий	Березе	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Всього	Слюса	Верста	Інші
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	163	45,36	32,6	13,04

3.2. Розробка технологічної документації на проведення ремонту камерного фільтр-преса марки РКО-25

Порядок складання вузла пластини зведемо в таблицю 3.2. Схема складання представлена на листі.

Таблиця 3.2.

Порядок складання пластини камерного фільтр-преса марки РКО-25.

№ п/п	Операція і переходи	Інструмент, приспособлення, матеріал	Технічні вимоги на складання	Профіль робітника, розряд робітника	Норма часу (хв)
1	2	3	4	5	6
1.	На плиту 1 встановити кронштейн 2 і прикріпити болтами 21 з шайбами 17 і 18	гайковий ключ	встановити без перекосу, перевірити надійність кріплення	Слюсар, III розряд	
2.	На плиту 1 встановити кронштейн 3 і прикріпити болтами 21 з шайбами 17	гайковий ключ	встановити без перекосу, перевірити надійність кріплення	-- // --	
3.	Встановити валик 4 і прикріпити болтами 21 з шайбами 17	гайковий ключ	встановити без перекосу, перевірити надійність кріплення	-- // --	
4.	Виставити положення валика 4 болтами спеціальними 5	гайковий ключ	виставити без перекосу	-- // --	

Продовження таблиці 3.2.

1	2	3	4	5	6
5.	Встановити прокладки 6 і прикріпити пластинами 8 з планками 7		встановити без перекосу	-- // --	
6.	Зафіксувати пластини 8 з планками 7 гвинтами 22	гайковий ключ	перевірити надійність кріплення	-- // --	
7.	Встановити пластини 9 з планками 7		встановити без перекосу	-- // --	
8.	Зафіксувати пластини 9 з планками 7 гвинтами 22	викрутка	перевірити надійність кріплення	-- // --	
9.	Встановити пальці 15	молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	
10.	Зафіксувати пальці болтами 21 з шайбами 16	гайковий ключ	перевірити надійність кріплення	-- // --	
11.	Встановити пластини 13 і 14 з шайбами 16	–	встановити без перекосу	-- // --	
12.	Зафіксувати шплінтами 16	молоток	перевірити надійність кріплення	-- // --	
13.	Встановити раму 10 і зафіксувати болтами 21 з шайбами 17 і 18	гайковий ключ	встановити без перекосу, перевірити надійність кріплення	-- // --	

Продовження таблиці 3.2.

1	2	3	4	5	6
14.	Встановити валик 4 і прикріпити болтами 21 з шайбами 17	гайковий ключ	встановити без перекосу, перевірити надійність кріплення	-- // --	
15.	Виставити положення валика 4 болтами спеціальними 5	гайковий ключ	встановити без перекосу	-- // --	

3.3. Дефектування і сортування деталей

При підготовці обладнання до ремонту необхідно слідувати порядку, що забезпечує збереження деталей і унеможливорює випадкову їх заміну на деталі інших одиниць технологічного обладнання. При розбиранні демонтованих частин деталі складають на спеціальних щитах з невеликими буртиками.

Розбираючи апарат, визначають степінь зношення деталей. Перед ремонтними роботами деталі очищають і знежирюють. На спряжені деталі наносять кернером однакові позначки. Величину зношення визначають з допомогою стандартних методик. Місця під підшипники повинні являти собою чисту поверхню без помітних задирів, подряпин та тріщин; шпонкові канавки повинні мати чисті, без подряпин, паралельні стінки. Розміри канавок перевіряються шаблоном. При перевірці стану різьби звертають увагу в першу чергу на її чистоту обробки. Пошкодження (зрив) різьби більше, ніж на 1,5 витка є недопустимими. Дрібні дефекти виправляють метчиком або плашкою. Розтяг різі не повинен перевищувати 0,5 кроку на кожні 10 ниток. На гранях гайок чи болтів не повинно бути вм'ятин; отвори під шплінти повинні бути чистими. Підшипники змащують солідолом Л, М, Т, УСс-1.

ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ

на _____ ремонт _____
 (середній, капітальний) (обладнання)

інв. № _____ встановленого в _____ цеху

№ п/п	Деталі, які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кількість Запасних деталей і матеріалів		Трудомісткість, люд.год	Оцінка стану обладнання при здачі в ремонт
				Найменування	Кількість		
1	Вісь	деформувалася	виготовлення і заміна				Незадовільний
2	Підшипник	Обертається нерівномірно, з ривками	заміна				Незадовільний
3	Вал	Зношення, деформації	заміна				Незадовільний
4	Прокладка	Поверхня має значні пошкодження	заміна				Незадовільний
5	Корпус	Деформований, спостерігається наявність тріщин	виготовлення і заміна				Незадовільний

Після встановлення стану деталей їх сортують на три групи:

- 1) придатні до використання без ремонту направляють на збирання чи в склад готових деталей.
- 2) придатні до використання після ремонту направляють в ремонт чи в склад деталей, які очікують ремонту.
- 3) повністю зношені деталі і не придатні до подальшого застосування деталі відправляють на склад брухту.

Деталі, які потребують ремонту, позначають умовною фарбою (зеленою чи жовтою) в місцях, які потребують ремонту. Забраковані деталі позначають червоною фарбою.

Результати контролю і дефектування заносять в спеціальну дефектну відомість. Дефектну відомість складають під час розбирання деталей для того, щоб визначити об'єм і характер робіт по ремонту обладнання і записати, які деталі треба замінити чи відремонтувати, які треба матеріали для ремонту і яка вартість ремонту обладнання.

3.4. Розробка технологічного процесу виготовлення осі

3.4.1. Аналіз технічних умов осі

Дана деталь (рис.3.1.) являє собою вісь. Деталь має ступінчасту форму, різьбовий осьовий отвір і 1 отвір для шплінта.

Самим точним в даній деталі є зовнішня циліндрична робоча поверхня з точністю виготовлення по 6-му квалітету точності і шорсткістю $R_a1.6$, який одержується шляхом виконання трьох операцій - чорнового і чистового розточування і тонкого точіння.

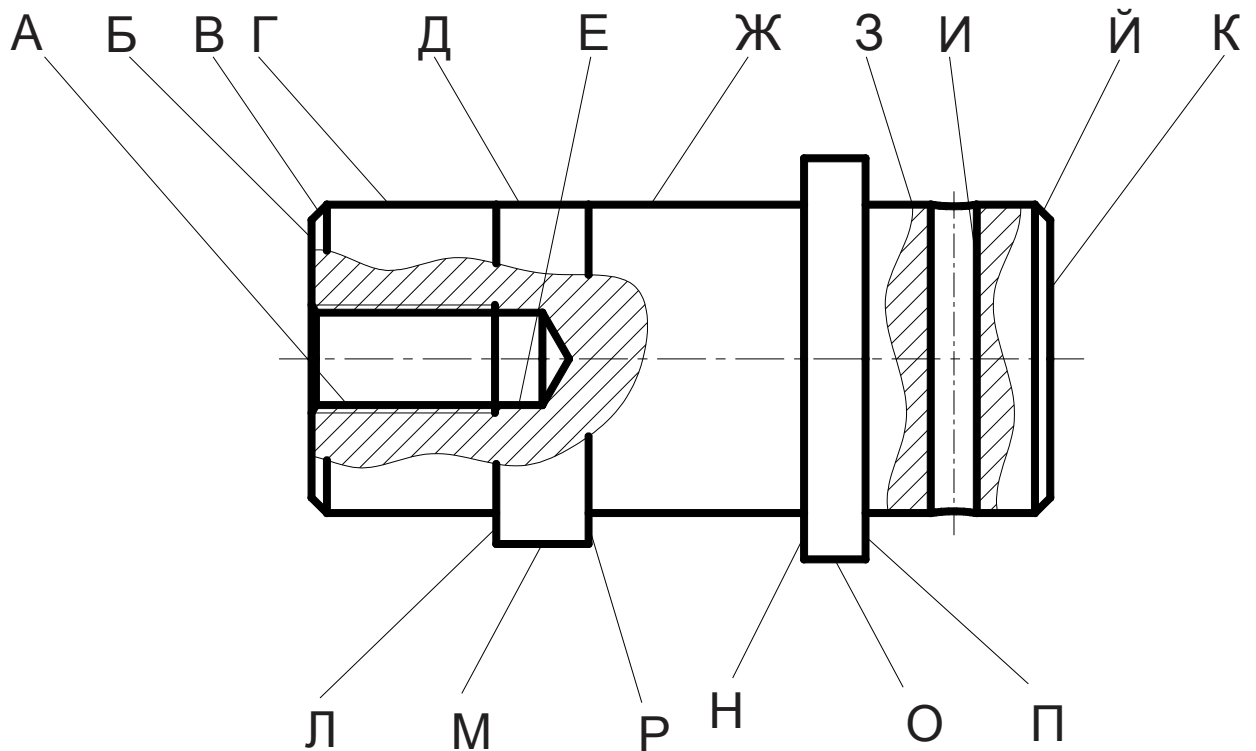


Рис 3.1. - Ескіз осі з позначенням поверхонь.

Деталь виготовляється з сталі Ст3, механічні властивості якої приведені в

таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Хімічний склад Ст 3 ГОСТ 1050 – 89 в %.

C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
0,23-0,32	0,17-0,31	0,5-0,8	0,3	0,3	0,06	0,06

Таблиця 3.5.

Механічні властивості вуглецевої сталі Ст3

Межа міцності σ_B , МПа	Межа текучості, σ_T , МПа	Межа витривалості при згині, σ_{-1} , МПа	Твердість за Бріннелем, МПа	Відносне видовження, %
380-470	210-240	170-220	1310	21-23

Аналіз технічних умов на виготовлення деталі оформлено у вигляді таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Аналіз технічних умов осі

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
Деталь	Забезпечити твердість матеріалу деталі HB 285-344	Термо-хімічна обробка	Твердомір
М, О, Й, К, Б	Точність по 14 квалітету, шорсткість Ra 6,3	Точіння чорнове	Штангенциркуль ШЦ-1-125 ГОСТ 166-80

Продовження таблиці 3.6.

1	2	3	4
Г, Ж, З, Е, А	Точність по 7 квалітету. шорсткість Ra 3,2	Точіння чистове	- // -
И	Точність по 12 квалітету, шорсткість Ra 12,5	Свердління	- // -
Д	Точність по 14 квалітету, шорсткість Ra 12,5	Фрезерування	- // -

3.4.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки

Метод одержання заготовки для деталей машин визначається призначенням, конструкцією деталі, матеріалом, типом виробництва і економічністю виготовлення.

Заготовку для даної деталі при одиничному типі виробництва можна отримати штамповкою, або з прокату.

Штамповки рекомендується використовувати, коли маса штамповки відрізняється від маси заготовки з прокату більше ніж на 15 %.

Маса заготовки з прокату:

$$M_n = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot l_3 \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot (54 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,096 \cdot 7800 = 1,7 \text{ кг.}$$

Орієнтовна

маса

штамповки:

$$M_{ш} = \left(\frac{3,14 \cdot 42^2 \cdot 28}{4} + \frac{3,14 \cdot 50^2 \cdot 12}{4} + \frac{3,14 \cdot 42^2 \cdot 28}{4} + \frac{3,14 \cdot 54^2 \cdot 8}{4} + \frac{3,14 \cdot 42^2 \cdot 24}{4} \right) \cdot$$

$$\cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 1,51 \text{ кг}$$

$$\frac{1,7 - 1,51}{1,7} = 0,11 = 11\% < 15\%$$

Отже доцільніше використовувати прокат.

Перевіримо економічну доцільність використання штамповки.

1) Вартість штамповки:

$$S_{ш} = \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} - (Q - g) \cdot \frac{S_{відк}}{1000};$$

Маса деталі: $g = 1,4 \text{ кг}$ $C_i = 106 \text{ грн}$ $S_{відк} = 14,4 \text{ грн}$ [10]

Коефіцієнти k по [10]

$$S_{заз} = \frac{106}{1000} \cdot 1,51 \cdot 1 \cdot 1,29 \cdot 0,83 \cdot 1,21 \cdot 0,77 - (1,51 - 1,4) \cdot \frac{14,4}{1000} = 0,158 \text{ грн.}$$

2) Вартість прокату:

$$S_i = 90 \text{ грн} - \text{вартість 1т заготовок} \quad [10]$$

$$S_{заз} = \frac{Q \cdot S_i}{1000} - (Q - g) \cdot \frac{S_{відк}}{1000} = \frac{1,7 \cdot 90}{1000} - (1,7 - 1,4) \cdot \frac{14,4}{1000} = 0,155 \text{ грн.}$$

Вартість виготовлення з штамповки вища отже доцільніше використати прокат.

3.4.3. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів

Розрахуємо припуск на поверхню $\varnothing 40 \text{ h6}$, для якої $Ra = 3,2$.

Визначимо необхідну кількість переходів за формулою:

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46};$$

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_\delta};$$

де T_3 – допуск заготовки, мкм ;

T_δ – допуск деталі, мкм ;

$T_3 = 460 \text{ мкм}$ для $\varnothing 42$ при IT 13;

$T_\delta = 19 \text{ мкм}$ для $\varnothing 40$ при IT 6.

Тоді.

$$\varepsilon = \frac{T_z}{T_\partial} = \frac{460}{19} = 24,2;$$

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46} = \frac{\lg(24,2)}{0,46} = 3 \text{ переходи.}$$

Тото задану точність можна досягти за три переходи, дворове проточування і шліфування.

За таблицями [10] знаходимо для кожного переходу шорсткість, глибину дефектного шару, відхилення і похибку базування.

Прокат $R_z = 150 \text{ мкм}; T = 250 \text{ мкм}.$

Чорнова обробка різцем

$$R_z = 50 \text{ мкм}; T = 50 \text{ мкм.}$$

Чистова обробка різцем

$$R_z = 25 \text{ мкм}; T = 30 \text{ мкм}.$$

Шліфування

$$R_z = 5 \text{ мкм}; T = 15 \text{ мкм}$$

Визначимо відхилення за формулою

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_u^2};$$

$$\Delta_k = 0,5 \text{ мкм/мм}$$

Довжина, на якій розглядається відхилення $l = 160 \text{ мм}$. Тоді.

$$\rho_k = L \cdot \Delta_k = 160 \cdot 0,5 = 80 \text{ мкм};$$

$$\rho_u = 0,25 \text{ мм}$$

Підставивши у формулу визначимо відхилення ρ .

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_u^2} = \sqrt{80^2 + 250^2} = 262 \text{ мкм};$$

Після чорнового обточування

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 262 = 15,7 \text{ мкм};$$

Після кінцевого обточування

$$\rho_1 = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 262 = 10,5 \text{ мкм};$$

Похибка базування $\varepsilon = 0$ (самоцентруючий патрон)

Розраховуємо мінімальні припуски.

Попереднє обточування

$$2 \cdot z_{\min 1} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}) = 2 \cdot (150 + 250 + 262) = 2 \times 662_{\text{мкм.}}$$

Кінцеве обточування

$$2 \cdot z_{\min 2} = 2 \cdot (50 + 50 + 15,7) = 2 \times 115,7_{\text{мкм.}}$$

Шліфування

$$2 \cdot z_{\min 3} = 2 \cdot (25 + 30 + 10,5) = 2 \times 65,5_{\text{мкм.}}$$

Розрахункові діаметри.

$$d_{p1} = 40,02 + 2 \cdot 0,0655 = 40,151_{\text{мм.}}$$

$$d_{p2} = 40,151 + 2 \cdot 0,1157 = 40,382_{\text{мм.}}$$

$$d_{p3} = 40,382 + 2 \cdot 0,662 = 41,706_{\text{мм.}}$$

Найбільші граничні розміри.

$$d_{\max 3} = 40,02 + 0,019 = 40,04_{\text{мм.}}$$

Таблиця 3.7

Зведена таблиця припусків і допусків поверхні $\varnothing 40$ h6.

Технологічні переходи обр. поверхні.	Елементи припуску				Розрахунковий припуск $Z_{z,min}$ мкм	Розрахунковий розмір d_p мм	Допуск Пуск δ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ	Квалітет.				d_{min}	d_{max}	$Z_{z,min}$	$Z_{z,max}$
Заготовка	150	250	262	13	–	41,706	460	41,71	42,17	–	–
Обточування попереднє	50	50	15,7	10	1324	40,382	120	40,39	40,51	1320	1660
Обточування напівчмстове	25	30	10,5	8	231	40,151	46	40,16	40,21	230	300
Обточування кінцеве	5	15	–	6	131	40,02	19	40,02	40,04	140	170
Всього										1690	2130

$$d_{\max 2} = 40,16 + 0,046 = 40,21_{\text{мм}};$$

$$d_{\max 1} = 40,39 + 0,120 = 40,51_{\text{мм}};$$

$$d_{\max} = 41,71 + 0,46 = 42,17_{\text{мм}}.$$

Граничні значення припусків.

$$2 \cdot z_{\max 3} = 40,21 - 40,04 = 0,17_{\text{мм}};$$

$$2 \cdot z_{\max 2} = 40,51 - 40,21 = 0,3_{\text{мм}};$$

$$2 \cdot z_{\max 1} = 42,17 - 40,51 = 1,66_{\text{мм}};$$

$$2 \cdot z_{\min 3} = 40,16 - 40,02 = 0,14_{\text{мм}};$$

$$2 \cdot z_{\min 2} = 40,39 - 40,16 = 0,23_{\text{мм}};$$

$$2 \cdot z_{\min 1} = 41,71 - 40,39 = 1,32_{\text{мм}}.$$

Номинальний припуск

$$z_{\text{ном}} = z_{\min} + ei_{i-1} + ei_i = 1690 + 19 + 46 + 120 = 1875_{\text{мкм}};$$

На решту оброблюваних поверхонь вала припуски і допуски приймаємо по таблицях ГОСТ 7505 – 89 і записуємо їх значення у таблицю.

Таблиця 3.8.

Зведена таблиця припусків і допусків на обробку вала.

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск мкм
		табличний	розрахунковий	
1	2	3	4	5
<i>A</i>	M12-10H	2.1,0	—	300
<i>B, K</i>	92	2.1,5	—	390
<i>B, Й</i>	3x45°	2.2,0	—	220
<i>Г, Ж, З</i>	∅ 40 h6	2.3,5	2.1,87	130
<i>Д</i>	44	2.5,5	—	540

Продовження таблиці 3.8.

1	2	3	4	5
Е	$\varnothing 10 H12$	—	—	220
И	$\varnothing 6 H12$	—	—	146
М	$\varnothing 48 H14$	2·3,5	—	612
О	$\varnothing 52 h14$	2·3,5	—	716
Н, П, Р, Л	-	1	—	118

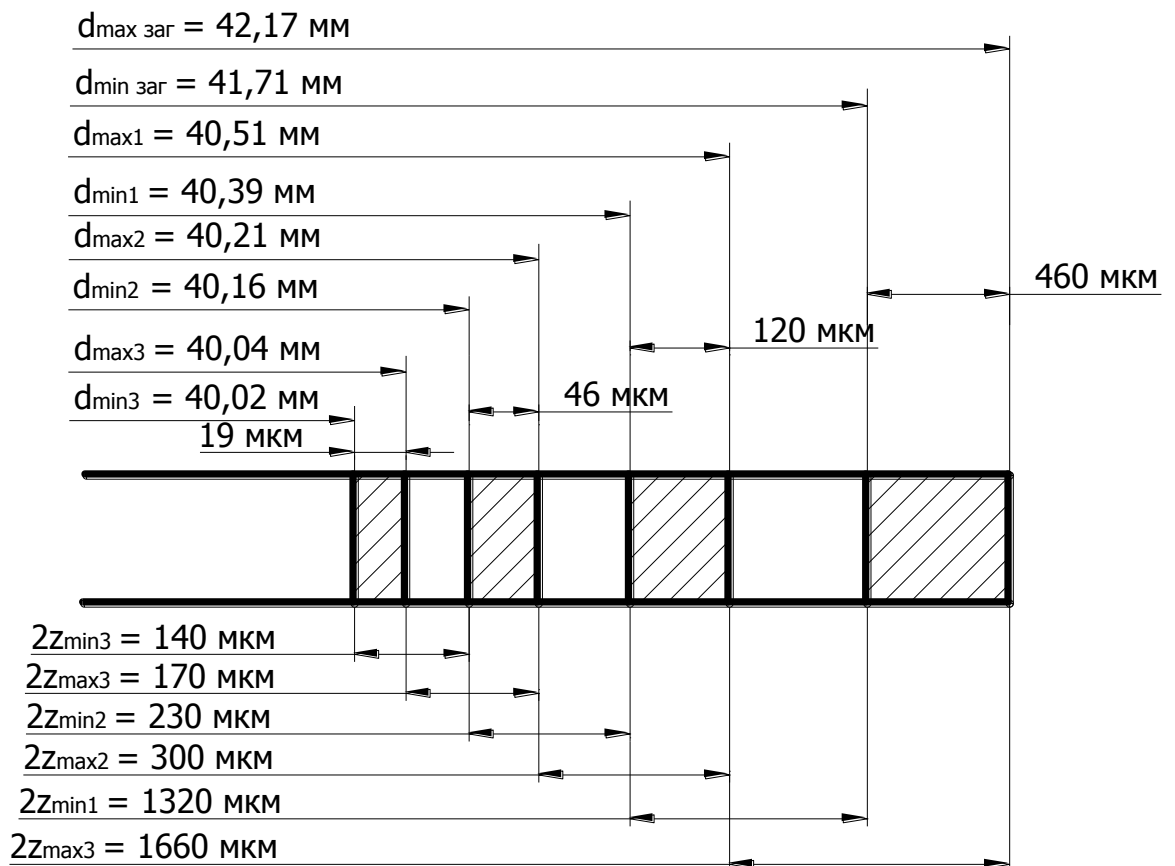


Рис 3.2. – Схема графічного розміщення припусків і допусків на поверхню $\varnothing 40 h6$.

3.4.4. Розробка технологічного маршруту механічної обробки осі

Маршрут механічної обробки технологічного процесу виготовлення осі складаємо у вигляді таблиці.

Таблиця 3.9.

Маршрут механічної обробки осі.

№ операції.	Назва операції (переходу)	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005 установ А	Токарно-гвинторізна	О, З, Й, К, П	Зовнішня поверхня заготовки	Токарно-гвинторізний верстат 16К20
установ Б	Токарно-гвинторізна	А, Б, В, Г, Е, Ж, Л, М, Н, Р	О	Токарно-гвинторізний верстат 16К20
010	Свердлильна	И	О, Б, К	Свердлильний верстат 2Н125
015	Фрезерна	Д	О, Б, К	Фрезерний верстат 692

3.4.5. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту

Таблиця 3.10

Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
1	2	3	4
005 уст. А, Б.	Токарно-гвинторізна чорнова	Різець прохідний упорний 2121 ГОСТ 18870 – 73	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80
	чистова і точіння фасок	Різець прохідний 2113 ГОСТ 18878 – 73	– // –
	відрізання	Різець відрізний Т15К10 2207-1163 ГОСТ19745-76	– // –
	підрізання торців	Різець підрізний 2334 ГОСТ 18463 – 73	– // –
	свердління	Свердло Ø 10 мм 2300-7515 по ГОСТ 4010 – 77. матеріал Р6М5	– // –
	нарізання різби	Мітчик М12 по ГОСТ 6487 – 79.	Пробка різьбова двостороння М12 по ГОСТ 6508 – 79.

Продовження таблиці 3.10.

1	2	3	4
010	Свердлильна	Свердло \varnothing 6 мм 2300-7515 по ГОСТ 4010 – 77. матеріал Р6М5.	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Пробка двохстороння 6 мм ГОСТ 6507 – 78
015	Фрезерування	Фреза торцева насадна 2234-0341 ГОСТ 9304-69	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80

3.4.6. Розрахунок режимів різання по операціях

Режими різання розраховуємо для обробки поверхні \varnothing 40 *h8*, а на інші операції і переходи режими різання вибираємо за нормативними даними [10].

Вихідні дані:

Верстат 16К20.

Заготовка – штампівка Ст. 3.

Інструмент:

а) чорнове точіння – різець прохідний упорний Т5К10.

б) чистове точіння – різець прохідний $\varphi = 45^\circ$, матеріал Т5К10.

Кріплення – патрон.

1) По величині загального припуску на обробку 2,3 мм з врахуванням залишення припуску на чистове точіння 0,15 мм, встановлюємо глибину різання при точінні.

а) чорнове $t = 2,1$ мм;

б) чистове $t = 0,15$ мм.

2) Визначаємо подачі:

а) чорнове точіння $S = 0,8 \text{ мм/об}$;

б) чистове точіння $S = 0,8 \text{ мм/об}$.

Коректуємо подачі по паспорту верстату, $S = 0,8 \text{ мм/об}$.

Міцність пластинки твердого сплаву допускає подачу $S = 2,6 \text{ мм/об}$.

Для досягнення шорсткості $Ra \ 3.2$ при чистовому точінні допустима подача $S = 0,6 \text{ мм/об}$;

Остаточно коректуємо подачі по паспорту верстату.

а) чорнове точіння $S = 0,8 \text{ мм/об}$;

б) чистове точіння $S = 0,6 \text{ мм/об}$.

3) Швидкість різання визначаємо по формулі:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v;$$

де C_v , x , y , m – коефіцієнти, які за ([2] табл. 17, с.269) рівні:

$C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,2$ для чистового і чорнового точіння.

T – період стійкості різця. При одноінструментній обробці $T = 30 - 60$

хв.

Приймаємо $T = 50$ хв.

K_v – комплексний коефіцієнт, який залежить від багатьох факторів.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv};$$

$$K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$$

$$K_z = 0,95$$

$$n_v = 1$$

$$K_{nv} = 0,9 \text{ для прокату}$$

$$K_{uv} = 0,65$$

$$K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,78.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 1,78 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 1,05.$$

Тоді швидкість різання

а) при чорновому точінні

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 2,1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,05 = 122,3 \text{ м/с};$$

б) при чистовому точінні

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,86^{0,45}} \cdot 1,05 = 243,3 \text{ м/с}.$$

4) Частота обертів шпинделя

а) при чорновому точінні

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 122,3}{3,14 \cdot 42} = 928 \text{ об/хв};$$

коректуємо по паспорту $n = 800 \text{ об/хв}$.

б) при чистовому точінні

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 243,3}{3,14 \cdot 40} = 1253 \text{ об/хв}.$$

по паспорту $n = 1100 \text{ об/хв}$

5) Фактична швидкість різання.

а) при чорновому точінні

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 42 \cdot 800}{1000} = 105,5 \text{ м/с};$$

б) при чистовому точінні

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1100}{1000} = 138,2 \text{ м/с}.$$

б) Потужність необхідна для різання

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60};$$

де P_z – тангенціальна сила;

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p;$$

$C_p = 300; x = 1; y = 0,75, n = -0,15$

(табл.22, с. 273 [2]).

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{z p};$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n; \quad n = 0,75$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,79;$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 - \text{чорнове точіння, } K_{\varphi p} = 1 - \text{чистове точіння. } K_{\gamma p} = 1,1;$$

$$K_{\lambda p} = 1; K_{z p} = 1$$

$$K_{p1} = 0,79 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,77;$$

$$K_{p2} = 0,79 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,87.$$

Тоді

$$P_{z1} = 10 \cdot 300 \cdot 2,1^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 105,5^{-0,15} \cdot 0,77 = 2897 \text{ Н};$$

$$P_{z2} = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 138,2^{-0,15} \cdot 0,87 = 987 \text{ Н}.$$

Потужність різання

а) при чорновому точінні

$$N = \frac{P_{z1} \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2897 \cdot 105,5}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт};$$

б) при чистовому точінні

$$N = \frac{P_{z1} \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{987 \cdot 138,2}{1020 \cdot 60} = 2,2 \text{ кВт}.$$

7) Потужність на шпинделі

$$N_{\text{шт}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}.$$

Потужність на шпинделі вища від необхідної потужності, отже верстат зможе виконати дані операції.

Режими різання для інших поверхонь визначаємо по довіднику і зводимо у таблицю.

Таблиця 3.11.

Зведена таблиця режимів різання по операціях.

№ п/п	Назва операції, переходу, позиції	Пере- хід	L , мм	t , мм	S_p , мм/об	n , об/хв	V , м/хв, м/с	Час різання, T_0 , хв	По- да-ча, S_m мм/хв
005	Токарно- гвинторізна	1	98	1,5	0,8	630	98,9	0,85	-
		2	24	1,5	0,6	800	189,9	0,26	-
		3	20	2,5	0,6	315	55,3	0,22	-
		4	2	1,5	0,6	800	189,9	0,15	-
		5	26	1	0,6	210	61,5	0,63	-
		6	5	1,5	1,0	210	61,5	0,6	-
		7	24	1,5	0,4	800	189,9	0,85	-
		8	20	1	0,8	315	55,3	0,22	-
		9	2	1	0,6	800	168,0	0,23	-
		10	28	1,5	0,3	800	189,9	0,93	-
		11	30	1	0,6	315	81,5	0,33	-
		12	24	1	1,0	210	61,5	1,23	-
010	Свердлильна	1	10	-	0,25	400	12,5	0,36	-
015	Фрезерна	1	10	19	0,2	200	12,6	1,20	210

3.4.7. Технічне нормування технологічного процесу. Визначення необхідної кількості обладнання і величини його завантаження

Норми часу визначаємо на основі технологічного розрахунку і проводимо для операції 015 розрахунково-аналітичним методом, а на інші операції – вибираємо за нормативами [10].

Основний технологічний час: $T_0 = 1,2 \text{ хв}$.

Норма штучного часу:

$$T_{шт} = T_0 + t_{\delta} + t_{обсл} + t_{відп}$$

де T_0 – основний час;

t_{δ} – допоміжний час;

$t_{обсл}$ – час на обслуговування робочого місця;

$t_{відп}$ – час на відпочинок.

Використовуючи довідник [10] визначаємо:

$$t_{уст.з} = 0,1хв – \text{встановлення заготовки.}$$

час на встановлення і зміну інструменту

$$t_{уст} = 0,14хв;$$

Час на керування верстатом

$$t_{уп} = 0,12хв ;$$

Час на вимірювання деталі

$$t_{вим} = 0,08хв ;$$

Загальний допоміжний час

$$T_{доп} = t_{уст} + t_{уст.з} + t_{уп} + t_{вим} = 0,14 + 0,12 + 0,08 + 0,1 = 0,44хв$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_{доп} + T_0 = 0,44 + 1,2 = 1,64хв.$$

Час на обслуговування робочого місця

$$T_{обсл} = 4\% T_{оп} = 0,04 \cdot 1,64 = 0,066хв$$

Час на відпочинок і природні потреби

$$T_{відп} = 4\%; T_{оп} = 0,066хв$$

Штучний час на операцію

$$T_{шт} = 1,64 + 0,066 + 0,066 = 1,77хв .$$

Підготовчо заключний час:

$$T_{п.з.} = 24хв .$$

Штучно-калькуляційний час можна визначити по формулі

$$T_{шк} = \varphi_k \cdot T_0.$$

$\varphi_k = 2,14$ для одиночного виробництва на токарних верстатах

$$T_{ш.к.} = 2,14 \cdot 1,2 = 2,57 \text{ хв}$$

Обчисленні результати заносимо в таблицю.

Норми часу на інші операції визначаємо по нормативах [10] і заносимо в таблицю 3.12.

Таблиця 3.12.

Розрахунок штучного часу по операціях технологічного процесу

№ п/п	Назва операції	T_0 хв	$T_{доп.} \text{ хв}$			$T_{оп.}$ хв	Час обслугов.		$T_{відп}$ хв	$T_{шт}$	$T_{п.з.}$
			$t_{уст}$	$t_{упр}$	$t_{вим}$		$T_{обсл}$	$T_{уст}$			
005	Токарно- гвинторізна	0.85	0.03	0.03	0.04	0.95	0.04	0.03	0.03	1.05	0.85
		0.26	0.04	0.03	0.02	0.35	0.03	0.03	0.04	0.45	0.26
		0.22	0.02	0.03	0.02	0.29	0.02	0.02	0.02	0.35	0.22
		0.15	0.02	0.02	0.02	0.21	0.02	0.03	0.02	0.28	0.15
		0.63	0.08	0.07	0.02	0.8	0.05	0.04	0.06	0.95	0.63
		0.6	0.06	0.04	0.03	0.73	0.04	0.04	0.09	0.9	0.6
		0.85	0.04	0.03	0.02	0.94	0.03	0.04	0.04	1.05	0.85
		0.22	0.03	0.02	0.02	0.29	0.02	0.02	0.02	0.35	0.22
		0.23	0.04	0.01	0.05	0.33	0.05	0.02	0.05	0.45	0.23
		0.93	0.03	0.04	0.05	1.05	0.05	0.1	0.15	1.35	0.93
		0.33	0.02	0.02	0.02	0.39	0.02	0.02	0.02	0.45	0.33
1.23	0.02	0.03	0.02	1.3	0.1	0.1	0.15	1.65	1.23		
010	Свердлильна	0.36	0.03	0.03	0.04	0.46	0.02	0.03	0.03	0.54	0.36
015	Фрезерна	1.2	0.03	0.03	0.04	1.3	0.02	0.03	0.07	1.42	1.2

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

4.1 Заходи з охорони праці.

До основного технологічного обладнання сокового відділення відносяться: фільтр-прес марки РКО 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 вищезазваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення.

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 трансмісії, 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 – заізовані в точках електричних контактів і заземленими. 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 використовуваного 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.

4.2. Заходи з безпеки життєдіяльності

Важлива група задач ЦО — забезпечення стійкого функціонування народного господарства в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу.

Усталена робота об'єктів агропромислового комплексу дає можливість забезпечити населення країни достатньою кількістю основних продуктів харчування, а промисловістю-сировиною.

Підвищення стійкості роботи об'єктів агропромислового комплексу і переробних підприємств досягається завчасним проведенням комплексу організаційних, інженерно-технічних, агротехнічних, зооветеринарних і інших заходів, спрямованих на максимальне зниження результатів впливу зброї масової поразки на об'єкти, а також створення умов для швидкої ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і забезпечення виробництва доброякісної харчової продукції.

У більшості випадків техногенні аварії пов'язані з неконтрольованим, мимовільним виходом у навколишнє простір речовини чи енергії. Мимовільне вивільнення енергії приводить до промислових вибухів, а речовини - до вибухів, пожежам і хімічному забрудненню навколишнього середовища.

Вибух - процес швидкого некерованого фізичного чи хімічного перетворення системи, що супроводжується переходом її потенційної енергії в механічну роботу. Механічна робота, чинена при вибуху, обусловлена швидким розширенням газів чи пари. Причиною вибухового процесу можуть лежати як фізичні так і хімічні перетворення. При хімічних вибухах речовини можуть бути твердими, рідкими, газоподібними, а також частинками горючих речовин (рідких і твердих) в окисному середовищі(частіше в повітрі).

Фізичний вибух найчастіше зв'язаний з неконтрольованим вивільненням потенційної енергії стиснутих газів із замкнутих обсягів машин і апаратів, сила

вибуху стиснутого чи зрідженого газу залежить від внутрішнього тиску цього резервуара.

Параметрами, по яких визначають потужність вибуху, є енергія вибуху і швидкість її виділення. Енергія вибуху визначається фізико-хімічними перетвореннями, що протікають при різних типах вибухів.

У виробничих умовах можливі наступні основні види вибухів: вільний повітряний, наземний, вибух у безпосередній близькості від об'єкта, а також вибух усередині об'єкта (виробничого спорудження).

Пожежі. Під пожежею розуміють неконтрольований процес горіння, що супроводжується знищенням матеріальних цінностей і створює небезпеку для життя людей. Причиною виникнення пожеж на промислових об'єктах можна розділити на двох груп. Перша - це порушення протипожежного режиму чи необережне поводження з вогнем, друга - порушення пожежної безпеки при проектуванні і будівництві будинків. Пожежі можуть виникнути при вибуху в чи приміщеннях виробничих апаратах при витоках і аварійних викидах пожежовибухонебезпечних середовищ в обсяги виробничих приміщень.

Пожежа є хімічною реакцією між горючими речовинами і киснем повітря (чи іншим видом окисного середовища). Для того щоб виникла пожежа необхідно три компоненти: пальне, кисень і первісне джерело теплоти з енергією, достатньої для початку реакції горіння.

Утворення полум'я пов'язано з газоподібним станом речовини, тому горіння рідких і твердих речовин, що супроводжується виникненням полум'я, припускає їхній попередній перехід у газоподібну фазу.

При пожежах існує кілька різних небезпечних факторів. Перший з них - це підвищені температури в зоні горіння. Вони можуть привести до теплових опіків поверхні шкіри і внутрішніх органів людей, а також викликати втрату несучої здатності будівельних конструкцій будинків і споруджень. Другим фактором є надходження в повітря робочої зони значної кількості шкідливих продуктів згоряння, у більшості випадків, що приводить до гострих отруєнь людей.

На багатьох підприємства для технологічних цілей застосовують шкідливі, у тому числі сильнодіючі отруйні речовини (СДЯВ). Так, наприклад,

часто застосовуються хлор і аміак. Широко застосовуються також луги, кислоти й інші агресивні і сильнодіючі речовини. При аварійних розгерметизаціях ємкостей, устаткування, зі змістом токсичних чи речовин їхнім перевезенням, пов'язані з підвищеним ризиком небезпек, тому що при виході на рудію цих речовин приводить до перевищення гранично припустимої концентрації, що може викликати людські жертви.

У залежності від термодинамічного стану рідини при збереженні в ємності, можливо три варіанти протікання процесу при розгерметизації ємності:

- при великих перегрівих рідина може цілком переходити в зважений і пароподібний стан з утворенням токсичних, шкідливих і пожежовибухонебезпечних сумішей;

- при низьких енергетичних параметрах рідини відбувається спокійний її пролив на тверду поверхню, а випар здійснюється шляхом тепловіддачі від твердої поверхні;

- проміжний режим, коли в початковий момент відбувається різке скипання рідини з утворенням мілкодисперсної фракції, а потім настає режим вільного випару з відносно низькими швидкостями.

Ряд речовин у промислових умовах зберігається і використовується при низьких температурах (криогенних температурах) у рідкому стані. Найбільше часто зустрічаються: рідкий кисень і азот, рідкий водень, гелій і т.д. Ці речовини в загальноприйнятому розумінні не можна назвати отруйними чи токсичними, але надходження їхній в атмосферу у великій кількості може викликати витиснення з її кисню, що також створить визначених розмірів небезпечну зону. Крім того деякі з цих речовин є чи окислювачами пожежовибухонебезпечними речовинами, низькі температури цих речовин можуть привести до додаткових небезпечних факторів, таким як потенційна небезпека опіків поверхні тіла і внутрішніх органів у людей, а також до втрати несучої здатності силових елементів будинків, машин і механізмів за рахунок холодоломкості.

Стихійні явища і нещастя. Джерелом природної НС є небезпечне природне чи явище процес, причиною виникнення якого може бути: землетрус, вулканічне виверження, зсув, обвал, карст, сель, осідання в лісових ґрунтах, ерозія,

переробка берегів, цунамі, лавина, повінь, підтоплення, затор, штормовий нагін води, сильний вітер, смерч, курна бура, суховій, сильні осадки, посуха, заморозки, туман, гроза, природна пожежа.

Грозові розряди можуть з'явитися причиною як пожеж, так і механічних ушкоджень устаткування, порушення на лініях зв'язку й енергопостачання окремих територій, вибухів технічного устаткування.

Блискавка - це електричний розряд великої потужності. Електрична напруга виникає в хмарах у результаті тертя молекул. У середині грозової хмари вітри переміщуються нагору і вниз з великою швидкістю.

Крапельки води, пилові частки і шматочки льоду труться друг об друга, відштовхуючи чи розбиваючи, при цьому наростає напруга електричного поля. Коли його напруга досягає визначеної сили, то відбувається розряд, блискає блискавка.

Температура блискавки досягає 30000 градусів. Вона так сильно розігріває навколишнє повітря, що воно стрімко розширюється і з гуркотом переборює звуковий бар'єр, подібно надзвуковому реактивному літаку. Цей гуркіт ми чуємо як гуркоти грому.

Висновки

В даній кваліфікаційній дипломній роботі виконано аналіз сучасних конструкцій обладнання для фільтрування соків бурякоцукрового виробництва, після якого було виконано ряд розрахунків камерного фільтр-преса марки РКО-25:

технологічний розрахунок фільтр-преса;

розрахунок кінематичної схеми фільтр-преса;

виконано фільтрувальної пластини;

виконано розрахунок гідроциліндра притискання пластин;

виконано розрахунок ланцюгової передачі приводу фільтр-преса;

виконано розробка заходів з ремонту, експлуатації та технічного обслуговування фільтр-преса;

виконано розробку заходів з охорони праці і техніки безпеки при експлуатації фільтр-преса.

розроблено технологічний маршрут розбирання та збирання пластини;

розроблено технологічний маршрут механічної обробки осі пластини фільтр-преса.

Запропоновані рішення дозволять ефективніше налагодити експлуатацію фільтр-преса.

Перелік посилань

1. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В., Закалов І.О. – Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2000 .– 406 с.
2. Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник/ В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007.– 648 с.
3. Закалов О.В. Розрахунок типових робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв / О.В. Закалов, А.І. Бортник.– Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2005.– 105 с.
4. Боженко Л.І. Технологія виробництва заготовок в машинобудуванні [Текст] / Л.І. Боженко – К.: УМК.ВО, 1990. – 264 с.
5. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні – К.: Вища школа, 1993. – 416 с.
6. Яковенко І. Е. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 –Прикладна механіка, 133 –Галузеве машинобудування / І. Е. Яковенко, О. А.Пермяков, А.В. Фесенко – Харків: НТУ «ХП», 2022. – 421с.
7. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С.С. Добрянський, Ю.М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
8. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.
9. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення валів : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла. — Тернопіль : ТНТУ , 2016. — 198 с.
10. Теорія різання. Розрахунок режимів різання : практикум / Булига Ю. В., Веселовська Н. Р., Міськов В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 67 с.

11. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.
12. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості; навчальний посібник / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Українець А.І. та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004.– 288 с.
13. Стадник І.Я. Обґрунтування параметрів надійності і довговічності машини статистичним моделюванням./ І.Я. Стадник, О.М.Пилипець, Ю. Паньків // Матеріали міжнародної наукової конференції “Іван Пулюй: життя в ім’я науки та України” (до 175-ліття від дня народження).Т. : ФОП Паляниця В. А., 2020. - С.101
14. Пилипець М.І. Раціональні способи виготовлення заготовок для одиничного і дрібносерійного виробництва/ М.І. Пилипець, О.М. Пилипець //Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам’яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин“, 2021. -с.13
15. Шанайда В. В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках : навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 163 с.
16. Малежик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / І. Ф. Малежик. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
17. Процеси та апарати харчових виробництв /А.М. Поперечний, О.І. Черевко, В.Б. Гаркуша, Н.В. Кирпиченко.– К.: ЦУЛ, 2007.– 304с.
18. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин.– К.: Вища школа, 1993.– 556с.
19. Pylypets M. I. Designing uniformly loaded threaded connections M. I. Pylypets, O.M. Pylypets, V. R Pankiv Modern research in technical sciences: the impact of martial law in Ukraine (March 6–7, 2024. Riga, the Republic of Latvia) : International scientific conference. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024,-p.11-16.
20. Пожарова О. В. Охорона праці : навчальний посібник / О. В. Пожарова. - Одеса, 2022. - 86 с.

21. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.