

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ О.Л.Сокольський

«_____» _____ 2023 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 131 Прикладна механіка

на тему: Дисковий вакуум фільтр з модернізацією розподільчої головки

Студент групи ЛУ-91 Дередера Павло Валерійович _____
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник проекту:

Ст.викл. Борщик Сергій Олександрович _____
(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ _____

ТЕХ. МАШ. _____ ст. викладач Борщик С.О.

ОХОРОНА ПРАЦІ _____ к.т.н. ст. викладач Ковтун А.І.

РЕЦЕНЗЕНТ _____ к.т.н. доцент кафедри ТПЗА Цапарь В.С.

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ 2023 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського» Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність - 131 Прикладна механіка

Програма професійного спрямування - інжиніринг пакувань та пакувального обладнання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.Л.Сокольський**

« »

2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студента

Деребери Павла Валерійовича

1 . Тема проекту «Дисковий вакуум фільтр з модернізацією розподільчої головки», керівник проекту Борщик Сергій Олександрович, ст.викл., затверджені наказом по університету від «2. 04» 2023 р. № 978-с

2 . Термін подання студентом проекту 21.06.2023 р

3 . Вихідні дані до проекту Дисковий вакуум фільтр з модернізацією розподільчої головки.

4 . Зміст пояснювальної записки Реферат (укр.); Реферат (англ); Перелік позначень; Пояснювальна записка; Розрахунки; Технологія машинобудування; Загальні висновки; Список літератури; Додатки.

5 . Перелік графічного матеріалу Лист 1 – Загальний вигляд дискового вакуум фільтра (A1). Лист 2 – Загальний вигляд розподільної головки (A3). Лист 3 – Модернізована розподільча головка (A3). Лист 4 – Ячейкова шайба розподільчої головки (A3). Лист 5 – Ячейкова шайба з пристосуванням трьохкулачкового патрона (A3). Лист 6 – Плакат Розрахунки в ANSYS (A1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
МАТ. МОДЕЛЮВАННЯ			
ТЕХ. МАШИНОБУД.	ст. викладач Борщик С.О		
ОХОРОНА ПРАЦІ	к.т.н. ст. викладач Ковтун А.І.		

Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання від дипломного керівника та проходження переддипломної практики	17.04.23-20.05.23	
2	Робота в бібліотеці, а також пошук літератури на інтернет ресурсах. Проведення літературно-патентного пошуку.	22.05.23-27.05.23	
3	Обрання модернізації.	28.05.23-29.05.23	
4	Підготовка розділу “Пояснювальна записка”	30.05.23-2.06.23	
5	Виконання параметричних розрахунків базової конструкції. Розрахунки базової та модернізованої конструкції за допомогою ANSYS, та їх порівняння.	3.06.23-7.06.23	
6	Підготовка розділу “Розрахунки”	8.06.23-9.06.23	
7	Підготовка розділу “Технологія машинобудування”	10.06.23-11.06.23	
8	Виконання креслень: загального вигляду, розподільчої головки, модернізованої частини, технології машинобудування, а також створення плакату з результатами розрахунків.	14.06.23-20.06.23	

Студент _____ Дерєбера
П.В.

Керівник проекту _____ Борщик С. О.

ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

РЕФЕРАТ (укр.)	1
РЕФЕРАТ (англ).....	1
ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ	1
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	24
РОЗРАХУНКИ	26
ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	13
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	1
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	2
ДОДАТКИ.....	7

РЕФЕРАТ

Дипломний проект: с., рис., табл., додатків, джерел.

Об'єкт розробки і проектування □ дисковий вакуум-фільтр

Мета проекту □ розробка і проектування, згідно з технічним завданням, дискового вакуум-фільтра на основі існуючих промислових аналогів; визначення можливостей і здійснення модернізації вузлів вакуум-фільтра.

Методи розробки і проектування □ аналітичні, розрахункові, (експериментальні), проектувальні; з використанням відомих методик, чисельних методів, комп'ютерних програм, нормативних документів.

При розробці і проектуванні дискового вакуум-фільтру, на основі аналітичного огляду науково-технічної літератури, нормативної та конструкторської документації, патентних досліджень, інженерно-технічних розрахунків, виконано наступне:

- 1) вивчено принципи роботи і конструкцію промислових дискових вакуум-фільтрів, проаналізовано технічні параметри і характеристики вакуум-фільтрів;
- 2) виконано ряд інженерних розрахунків, необхідних для розробки і проектування дискового вакуум-фільтра, згідно з технічним завданням;
- 3) на основі виконаних патентних досліджень модернізовано розподільчу головку фільтра;
- 4) розроблено і спроектовано дисковий вакуум-фільтр з модернізованою розподільчою головою.

ДИСКОВИЙ ВАКУУМ-ФІЛЬТР, ФІЛЬТРУВАННЯ, РОЗПОДІЛЬЧА ГОЛОВКА, ОБЕРТОВІ ВАКУУМ-ФІЛЬТРИ, , РОЗРОБКА, ПРОЕКТУВАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, РОЗРАХУНКИ, ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

ABSTRACT

Diploma project: c., fig., tab., sources.

Facility design and planning - disk vacuum filter

The purpose of the project - development and design, according to the terms of reference of disk vacuum filter based on existing industrial analogues; determining and implementing modernization nodes vacuum filter.

Methods of making and designing - analytical, computational, (experimental), design; using known techniques, numerical methods, computer programs and regulations.

When developing and designing disk vacuum filter, based on an analytical review of scientific literature, regulatory and design documentation, patent research, engineering calculations, performed the following:

- 1) studied the principles of construction and industrial disc vacuum filters, analyzes the technical parameters and characteristics of vacuum filters;
- 1) made a number of engineering calculations required for the development and design of disk vacuum filter, under terms of reference;
- 2) on the basis of the patent research modernized distribution head filter;
- 3) developed and designed disk vacuum filter with modernized distribution head.

DISC VACUUM FILTERS, FILTER, ROTATING FILTERS, DISTRIBUTION HEADS, DEVELOPMENT, DESIGN, MODERNIZATION, CALCULATIONS, PATENT RESEARCH

Перелік позначень

Умовні позначення

V_0 – умовний об'єм фільтрату на 1 м^2 площі фільтрування;

φ_{mr} – кут сектора «мертвої» зони;

ρ_0 – густина вологого осаду, кг/м^3 ;

r_m – питомий опір осаду, м/кг ;

c – маса твердої фази, що відкладає на фільтрі 1 м^2 суспензії, кг ;

φ – кут занурення фільтрувального диска, $^\circ$;

Q – повна продуктивність фільтра, $\text{м}^3/\text{хв}$;

N – повна потужність електродвигуна, кВт ;

i – кількість дисків;

h – відстань від осі диска до рівня суспензії, м ;

C_1 – концентрація вихідного сухого матеріалу суспензії, кг/кг ;

C_2 – концентрація сухої речовини в осаді, кг/кг ;

ρ_Φ – об'ємна маса фільтрату, кг/м^3 ;

ρ_c – об'ємна маса сухого залишку, кг/м^3 ;

$P_{\text{пр}}$ – тиск промивання, Па ;

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

**на тему: «Дисковий вакуум-фільтр з модернізацією розподільчої
головки»**

Київ – 2023 року

ЗМІСТ

ВСТУП	2
1. ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСКОВОГО.....	3
ВАКУУМ-ФІЛЬТРА.....	3
2. ПРИЗНАЧЕННЯ ВАКУУМ-ФІЛЬТРА. ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРІВ ТА ОПИС	
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ	4
2.1. Призначення та галузь застосування дискового вакуум-фільтра.....	4
2.2. Опис технологічного процесу переробки шламів	5
3. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ, ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИП.....	8
ДІЇ ДИСКОВОГО ВАКУУМ-ФІЛЬТРУ	8
4. ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД РОЗПОДІЛЬЧОЇ ГОЛОВКИ ДИСКОВОГО	
ВАКУУМ-ФІЛЬТРУ.....	10
5. РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВОГО ВАКУУМ-ФІЛЬТРА.....	13
5.1. Розрахунки кінематичних характеристик вакуум-фільтра	17
5.2. Розрахунки кінематичних характеристик мішалки.....	21
5.3. Розрахунки параметрів зубчатої передачі	23
5.4. Розрахунок на міцність елементів зубчатої передачі.....	30
6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	35
6.1 Виробничий шум та вібрація	35
6.2 Повітря робочої зони	36
6.3 Небезпека враження електричним струмом.....	37
6.4 Пожежна безпека	39
6.5 Освітлення.....	40
Висновок	42
ВИСНОВКИ	43
ЛІТЕРАТУРА	44

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Дисковий вакуум-фільтр з модернізацією розподільчої головки	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Деребера П.В.					1	40
Перев.		Чемерис А.О.						
Керівник								
Н. Контр.								
Затверд.						НТУУ «КПІ», ІХФ, ЛУ-91		

ВСТУП

У хімічній промисловості використовуються різноманітні машини, такі як дробарки, грохоти, млини, фільтри, живильники, центрифуги та змішувачі. Однак, у цьому курсовому проекті буде детальніше розглянуто використання дискового вакуум-фільтра.

Вакуум-фільтр має широке застосування в хімічній, харчовій, вугільній, гірничорудній та інших галузях промисловості, а також в кольоровій і чорній металургії для розділення суспензій.

Головною метою цього курсового проекту є модернізація механізму розподільчої головки в дисковому вакуум-фільтрі. Для цього був виконаний літературний та патентний огляд для вибору оптимального варіанту модернізації механізму розподільчої головки дискового вакуум-фільтра. В результаті була обрана конструкція розподільчої головки для обертових вакуум-фільтрів, яка забезпечує можливість регулювання степеню інтенсифікації та підвищує надійність конструкції головки. Запропонована модернізація дозволить зменшити затрати на ремонт, а також збільшиться строк служби розподільчої головки вакуум-фільтра.

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСКОВОГО ВАКУУМ-ФІЛЬТРА

В даному розділі наведені характеристики базової машини відповідно до вихідних даних технічного завдання.

Поверхня фільтрації, м² 49

Різниця тисків при фільтрації та сушці, МПа (кгс/см²) . 0,06 (0,6)

Тиск повітря при віддувці, МПа (кгс/см²). . . . 0,04 (0,4)

Встановлена потужність електродвигуна, кВт:

привода дисків 0,24

привода мішалки 2,2

Передаточне число відкритої зубчастої передачі, *i* . 10,22

Частота обертання, об/хв.:

дисків 0,09

мішалки 68

Напруга струму, В 380

Діаметр дисків, м. 1,34

Кількість:

дисків 8

секторів у диску 16

Маса фільтру, кг 13620

2. ПРИЗНАЧЕННЯ ВАКУУМ-ФІЛЬТРА. ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРІВ ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

В даному розділі приведена інформація про призначення та галузі застосування дискових вакуум-фільтрів. Також наведена схема та опис процесу переробки шламів з використанням дискового вакуум-фільтра.

2.1. Призначення та галузь застосування дискового вакуум-фільтра

Дисковий вакуум-фільтр – вакуум-фільтр, де робочим органом є порожнистий обертовий диск з фільтруючою перегородкою, розміщеною на бокових поверхнях. Завдяки більшій площі фільтрувальної поверхні, дискові вакуум-фільтри мають переваги перед барабанными вакуум-фільтрами, що включає більшу продуктивність при однакових габаритах фільтра, можливість швидкої і простої заміни секторів з порваною фільтрувальною тканиною, та меншу металоємність. Ці фільтри зазвичай використовуються на збагачувальних фабриках для фільтрування тонкоподрібнених рудних концентратів з крупністю до 0,2 мм та вугільних - до 0,5 мм.

Дискові вакуум-фільтри призначені для розділення суспензій, що містять до 70% завислих часточок з густиною твердої фази до 5000 кг/м³ і які утворюють нерозтріскуючий і не потребуючий промивки осад.

Дискові вакуум-фільтри широко використовуються в різних галузях промисловості для розділення суспензій. Наприклад:

В хімічній промисловості: для фільтрування розчинів, відновлення каталізаторів, видалення води зі сполук, досліджень і фармацевтичної промисловості.

У харчовій промисловості: для фільтрування вина, соків, розчинів, які містять цукор, сиропу і ін.

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В гірничорудній промисловості: для вилучення металів з рудних концентратів.

У вугільній промисловості: для вилучення води з вугільних концентратів.

У металургії: для вилучення металів з концентратів.

В інших галузях промисловості: виробництво електроенергії, нафтопереробка, нафтогазова промисловість, виробництво паперу та інших сировинних матеріалів.

Дисковим вакуумним фільтрам характерні:

- висока продуктивність;
- низька вологість осаду;
- полегшені сектори;
- легкість в обслуговуванні.

2.2. Опис технологічного процесу переробки шламів

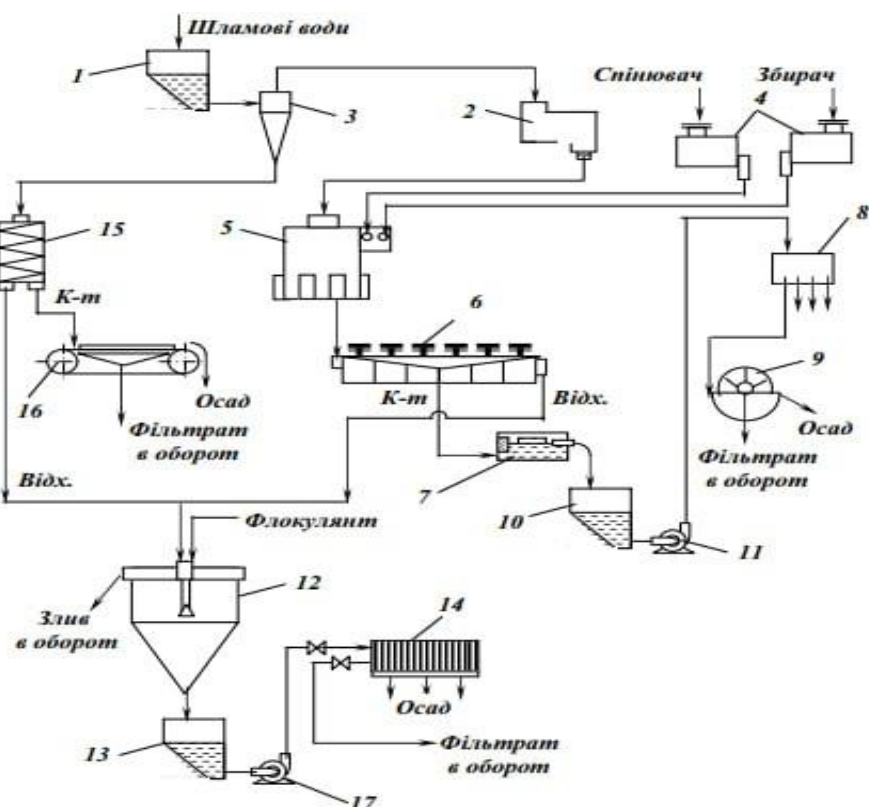
На вуглезбагачувальних фабриках вода є технологічним середовищем, у якому здійснюються основні операції обробки вугілля. Якість води визначається її фізичними, хімічними і бактеріологічними властивостями. Від властивостей води значною мірою залежать ефективність збагачення і зневоднення вугілля, її витрати. Витрати технологічної води на фабриках коливаються у межах 2-5 м³ /т збагачуваного вугілля. Для зменшення витрат води, запобігання засміченню річок і водойм на фабриках передбачаються водно-шламові схеми з оборотним водопостачанням, що дозволяє скоротити забір води із зовнішніх джерел водопостачання до 0,1-0,2 м³ /т збагачуваного вугілля.

Сучасна технологічна схема переробки шламів наведена на рис. 2.1. Вихідна пульпа надходить у буферну ємність 1, звідки направляється в класифікаційний гідроциклон 3 для розділення за крупністю.

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Злив гідроциклона (тонкий шлам) надходить у витратомірний бак 2 і далі в апарат кондиціонування пульпи 5. З реагентних баків 4 за допомогою спеціальних живильників (на схемі не показані) в апарат кондиціонування пульпи подаються реагенти (збирач і спінювач). Підготовлена до флотації пульпа розподіляється по флотаційних машинах 6. Флотаційний концентрат спрямовують у піногасник 7 і далі у збірник концентрату 10, звідки відцентровим насосом 11 перекачується у пульпоподільвач 8 і розподіляється по дискових вакуумфільтрах 9. Згущений продукт гідроциклонів (крупнозернистий шлам) направляється на гвинтові сепаратори 15, де розділяється на концентрат і відходи. Концентрат гвинтових сепараторів після зневоднення на стрічкових вакуум-фільтрах 16 спільно із зневодненим на дискових вакуум-фільтрах флотаційним концентратом спрямовується на сушку і потім у відвантаження. Фільтрати вакуум-фільтрів використовують як оборотну воду. Відходи флотації і гвинтової сепарації направляються у циліндроконічні згущувачі 12 для згущення із застосуванням флокуляції. Злив згущувачів є оборотною водою. Згущений продукт надходить у ємність 13 для відходів, звідки насосом 17 перекачується на фільтрпреси 14. Фільтр-преси дозволяють отримати транспортабельний осад, що направляється у відвал. Згущений продукт гідроциклонів (крупнозернистий шлам) може спрямовуватися на відсаджувальні машини (як транспортна вода) або на вакуум-фільтри (при відносно низькій зольності). В останньому випадку крупнозернистий шлам сприяє поліпшенню структуроутворення осаду на дисках вакуум-фільтрів і підвищенню їхньої продуктивності.

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1, 13 – буферні ємності; 2 – витратомірний бак; 3 – класифікаційні гідроциклони; 4 – реагентні баки; 5 – апарат кондиціонування пульпи; 6 – флотаційні машини; 7 – піногасник; 8 – пульпоподілювач; 9 – дискові вакуум-фільтри; 10 – збірник концентрату; 11, 17 – насоси; 12 – циліндроконічні згущувачі; 14 – фільтр-преси; 15 – гвинтові сепаратори; 16 – стрічкові вакуум-фільтри.

Рис.2.1. Схема переробки шламів

3. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ, ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИП ДІЇ ДИСКОВОГО ВАКУУМ-ФІЛЬТРУ

Згідно з технічним завданням - дисковий вакуум-фільтр (див. рисунок 3.1). складається з горизонтально розташованого обертового коміркового вала 5 з дисками 3, які частково занурені у ванну 2 з фільтруємою успензією. Несучою конструкцією фільтра є рама, на торцях якої встановлені підшипники ковзання для обертання вала. Вал має радіальні поздовжні ребра всередині, розділені на комірки, число яких дорівнює числу секторів у диску. Усередині вал розділений глухою перегородкою поперек на дві незалежні колекторні системи. Використання однієї головки допускається тільки для фільтрів з поверхнею фільтрування меншою до 51 м². Кількість дисків на валу складає 8 (ДУ80–2,7), 10 (ДУ140–3,5У) або 14 (ДУ250–3,75). Кількість дисків на валу – 8, зібрані з 16 секторів у даній конструкції.

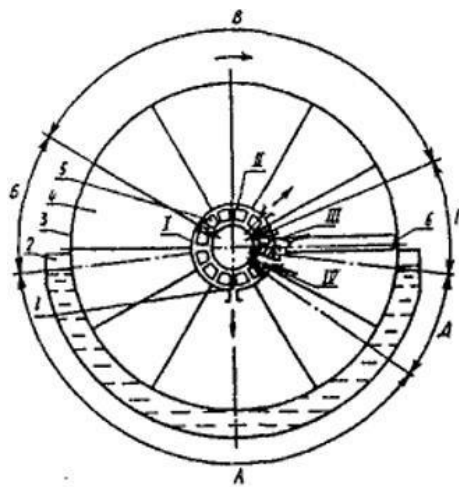


Рисунок 3.1 – Дисковий вакуум-фільтр

Сектори мають рельєфні або проколоті стінки і зовні покриті фільтруючою тканиною або сіткою. Фільтруючий матеріал кріпиться до секторів у спеціальних пазах, розташованих по периметру сектора, або натягується на сектори. Порожнина кожного сектора диска суміщується з відповідним каналом (коміркою) вала. Канали виходять на торцеву поверхню

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

валу, до якої притиснута нерухома шайба розподільчої головки 1. При обертанні валу сектори послідовно повідомляються з камерами I-IV розподільчої головки.

У зоні А фільтрат під дією вакууму надходить через фільтрувальну перегородку в порожнину секторів, а потім через канали валу та камеру 1, сполучену з вакуумною лінією, відводиться з фільтра.

Тверда фаза затримується та лежить на поверхні перегородки, утворюючи шар осаду. У зонах А і В рідина відсмоктується з осаду і відводиться з фільтра через камеру I і II. У зоні Г знімання осаду - через камеру III подають всередину секцій стиснене повітря для відокремлення осаду від фільтрувальної тканини і знімають його ножем 6. Віддування осаду здійснюється імпульсом за допомогою клапана віддування. У зоні Д відбувається регенерація тканини повітрям, що надходить через камеру IV. У фільтрів у вуглецевому виконанні порожнистий осередковий вал - литий, складається з окремих частин по довжині, у фільтрів з корозійностійких сталей вал зварний з окремих секцій (осередків) - сегментів, цілісних по довжині.

Сектори дисків можуть бути звареними або відливатися із силуміну.

Ванна фільтра – зварене з переливним жолобом для забезпечення постійного рівня суспензії.

Мішалка, що обертається, має індивідуальний привід. Розподільна головка – лита, зі штуцерами для відведення фільтрату із зон фільтрування та просушування, а також для імпульсної подачі стисненого повітря на віддування осаду та регенерацію тканини.

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД РОЗПОДІЛЬЧОЇ ГОЛОВКИ ДИСКОВОГО ВАКУУМ-ФІЛЬТРУ

В основу корисної моделі [1] поставлено задачу підвищення строку служби та ефективності роботи розподільних головок. Поставлена задача вирішується таким чином, що в розподільній головці вакуум-фільтру, яка містить корпус, нерухому розподільну та рухому ячейкову шайби з отворами для проходу розрідженого та стисненого повітря, згідно з корисною моделлю робоча частина ячейкової шайби виконана з пружнодеформуемого стійкого проти спрацювання та корозійностійкого матеріалу і з'єднана з металевою частиною ячейкової шайби шпильками, які встановлено врівень з третьовою поверхнею робочої частини ячейкової шайби, при цьому шпильки виконані з того ж матеріалу, що і робоча частина ячейкової шайби.

Розподільна головка має корпус 1, розподільну шайбу 2, ячейкову шайбу, яка складається з металевої частини 3, та робочої частини 4, яку виконано з пружнодеформуемого стійкого проти спрацювання та корозійностійкого матеріалу, наприклад, капролону. Частини 3 та 4 шайби з'єднані шпильками 5. Ячейкова шайба, що має отвори 6, жорстко закріплена на валу вакуум-фільтра 7 за допомогою болтів 8

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

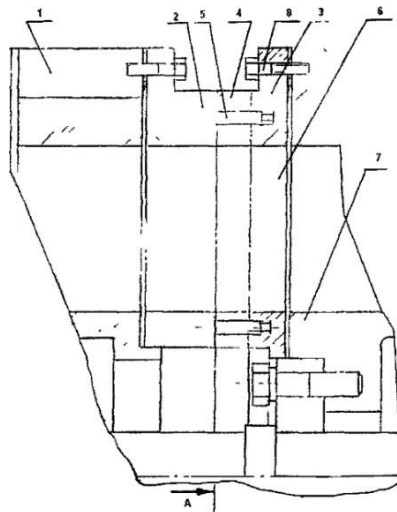


Рисунок 4.1 Загальний вигляд розподільчої головки

Винахід [2] відноситься до вдосконалення конструкції розподільної головки обертаються вакуум-фільтрів типу барабанних або дискових, що застосовуються в глиноземному виробництві і інших галузях хімічних і гідрометалургійних виробництв.

Відома розподільна головка для вакуум-фільтра включає корпус, розподільну та коміркову шайбу з отворами для проходу розрідженого повітря. Недоліком є підвищена витрата розрідженого повітря під час просушування осаду. Мета винаходу - зменшити витрату розрідженого повітря та забезпечити високий вакуум. З цією метою розподільна шайба в зоні отвору для розрідженого повітря виконана з виступом 7, що регулює величину перерізу отвору 8.

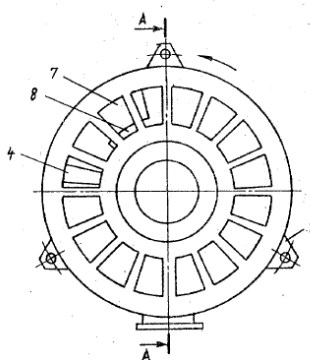


Рисунок 4.2 Розподільча головка вакуум-фільтра з регулюванням отвору

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модернізація [3] розподільчої головки дискового вакуум-фільтра (рисунок 4.3) полягає у тому що розташування отворів для підведення вакууму 4 до зони сушки та набору 5 виконанні у торцевій стінці 9 циліндричного корпусу 1. Зокрема, один з отворів під патрубок 4 для підведення вакууму до зони сушки співвідноситься з кільцевою камерою 6 та з'єднується з нею каналом 10, який має поперечний переріз, що зменшується у напрямку до патрубку для підведення вакууму до зони сушки.

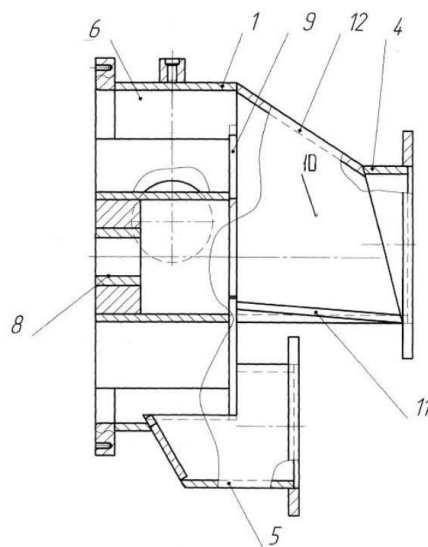


Рисунок 4.3 Розподільча головка вакуум-фільтра

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВОГО ВАКУУМ-ФІЛЬТРА

Згідно з технічним завданням наведені дані для розрахунку за методикою[1]:

1. Умовний об'єм фільтрату на 1м² площі фільтрування, $V_0=3,68 \text{ м}^3/\text{м}^2$;
2. Кут сектора «мертвої» зони, $\varphi_{\text{mr}} = 34^\circ$;
3. Кількість дисків, $i = 8$;
4. Радіус меж поверхні фільтра, м:
 - зовнішньої, $r = 1,1$;
 - внутрішньої $r_0 = 0,35$;
5. Відстань від осі диска до рівня суспензії, $h = 0,13 \text{ м}$;
6. Частота обертання диска, $n = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ 1/с}$;
7. Стала фільтрації, $b_1 = 56 \cdot 10^2 \text{ хв/М}^2$;
8. Загальна площа поверхні фільтрації, $F_0 = 49 \text{ М}^2$.
9. Концентрація вихідного сухого матеріалу суспензії, $C_1 = 0,280 \text{ кг/кг}$;
10. Концентрація сухої речовини в осаді $C_2 = 0,560 \text{ кг/кг}$;
11. Об'ємна маса фільтрату, $\rho_{\text{ф}} = 1,3 \text{ кг/м}^3$;
12. Об'ємна маса сухого залишку, $\rho_{\text{с}} = 2,6 \text{ кг/м}^3$;
13. Тиск промивання, $P_{\text{пр}} = 3,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$;

Питомий опір осаду:

$$r_m = r'_m (0,1P)^s = 8,4 \cdot 10^7 (0,1 \cdot 3,2 \cdot 10^5)^{0,7} = 3,05 \cdot 10^{11} \frac{\text{М}}{\text{кг}}$$

Густина вологого осаду:

$$\rho_0 = \frac{1}{\frac{C_2}{\rho_{\text{с}}} + \frac{1-C_2}{\rho_{\text{ф}}}} = \frac{1}{\frac{0,56}{2,6 \cdot 10^3} + \frac{1-0,56}{1,3 \cdot 10^3}} = 1,34 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Маса твердої фази, що відкладає на фільтрі 1м² суспензії:

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$c = \frac{\rho_{\phi}}{\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2}} = \frac{1,3 \cdot 10^3}{\frac{1}{0,28} - \frac{1}{0,56}} = 0,367 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Кут занурення фільтрувального диску:

$$\varphi = 2 \arccos \frac{h}{2} = 2 \arccos \frac{0,13}{2} = 174^\circ$$

Повна продуктивність фільтра:

$$Q = 120 \pi i n (r^2 - r_0^2) \sqrt{(V^2 - \frac{180 - \varphi_{mr}}{360 n b_1 60} V)} = 120 \cdot 3,14 \cdot 8 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot$$

$$\cdot (1,1^2 - 0,35^2) \sqrt{3,68^2 - \frac{180 - 34}{360 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 56 \cdot 10^2 \cdot 60} - 3,68} = 6,66 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}}$$

Повна потужність електродвигуна

$$N = 1150 \sum \frac{M_i n}{\eta_y}$$

Де $\sum M_i$ – сума моментів опору, Н*м;

η_y – ККД урухомника

$$\eta_y = \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{клп}} \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{зп}} = 0,87 \cdot 0,96 \cdot 0,987 \cdot 0,99 = 0,81$$

$$\sum M_i = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де M_1 - момент опору, що виникає внаслідок незрівноваженості шару осаду під час обертання дисків, Н*м:

$$\begin{aligned} M_1 &= 0,187 i \rho_0 h_2 (D^3 - d^3) g \\ &= 0,187 \cdot 8 \cdot 1,34 \cdot 10^3 \cdot 0,13 \cdot (2,2^3 - 0,7^3) \cdot 9,8 \\ &= 8,509 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

Момент опору зрізу осаду, Н*м:

$$\begin{aligned} M_2 &= 0,6 f i K h_2 \frac{(D^3 - d^3)}{D + d} = 0,6 \cdot 0,1 \cdot 8 \cdot 700 \cdot 0,11 \cdot \frac{(2,2^3 - 0,7^3)}{2,2 + 0,7} \\ &= 58,21 \text{ Н} \cdot \text{м}, \end{aligned}$$

де: f – коефіцієнт тертя металу об осад, $f=0,1$

K – питомий опір зрізанню осаду, $K = 700 \text{ Н/м}^2$

Момент опору тертю дисків об суспензію

$$M_3 = 0,02 \cdot M_2 = 0,02 \cdot 58,21 = 1,16 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент опору тертю вала фільтра об розподільчу головку, Н*м:

$$M_4 = \frac{1}{3} z f P \frac{d_2^3 - d_3^3}{d_2^2 - d_3^2} = \frac{1}{3} * 2 * 0,1 * 0,06 * \frac{0,46^3 - 0,24^3}{0,46^2 - 0,24^2} = 2,16 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент опору тертю в підшипниках вала:

$$M_5 = \mu G \frac{d_{\text{ц}}}{2} = 0,1 * 9200 * \frac{0,44}{2} = 202,4 \text{ Н},$$

де μ – коефіцієнт тертя, $\mu = 0,1$;

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

G – маса вала з дисками й осадом, кг;

Сумарний момент опору:

$$\sum M_i = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 =$$

$$8509 + 58,21 + 1,16 + 2,16 + 202,4 = 8772,77 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1. Розрахунки кінематичних характеристик вакуум-фільтра

Вибираємо двигун АИР71В8

$$P_{\text{дв}} = 0,25 \text{ кВт}, n_{\text{дв}} = 690 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичне передавальне відношення

$$i = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{ф}}} = \frac{690}{0,09} = 7667$$

$$n_{\text{ф}} = 1,5 * 10^{-3} * 60 = 0,09 \text{ об/хв}$$

$n_{\text{ф}}$ - швидкість обертання коміркового валу фільтра

Визначаємо передаточне відношення. Загальне передаточне відношення:

$$i = i_{\text{кп}} * i_p * i_{\text{зп}} = 7667$$

$i_{\text{кп}}$ - передаточне відношення клинопасової передачі. Приймаємо $i_{\text{кп}} = 6$

$i_p = 125$ - передаточне відношення триступінчастого редуктора

$i_{\text{зп}} = 10,22$ - передаточне відношення відкритої зубчастої передачі

$$i = 6 * 125 * 10,22 = 7667$$

Проведемо розбивку передаточного відношення триступінчастого редуктора.

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передаточне число другого проміжного ступеня визначається за формулою:

$$i_2 = \sqrt[3]{i_p} = \sqrt[3]{125} = 5$$

$$i_1 * i_3 = \frac{i_p}{i_1} = \frac{125}{5} = 25$$

Передаточне число швидкохідного ступеня:

$$i_1 = 1,2 \sqrt{i_1 * i_3} = 1,2 \sqrt{25} = 6$$

Передаточне відношення тихохідного ступеня:

$$i_3 = \frac{i_1 * i_3}{i_1} = \frac{25}{6} = 4,17$$

$$\omega_1 = \frac{\pi n_{дв}}{30} = \frac{3,14 * 690}{30} = 72,22 \text{ c}^{-1}$$

$$n_1 = n_{дв} = 690 \text{ об/хв}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_u} = \frac{72,22}{6} = 12,04 \text{ c}^{-1}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_u} = \frac{690}{6} = 115 \text{ об/хв}$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{i_q} = \frac{12,04}{125} = 0,096 \text{ c}^{-1}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_3 = \frac{n_2}{i_q} = \frac{115}{125} = 0,92 \text{ об/хв}$$

$$\omega_4 = \frac{\omega_3}{i_q} = \frac{0,096}{10,22} = 0,0094 \text{ с}^{-1}$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_q} = \frac{0,92}{10,22} = 0,09 \text{ об/хв}$$

Крутні моменти:

Крутний момент на валу двигуна:

$$T_d = 9550 \frac{P_{дв}}{n_{дв}} = 9550 \frac{0,25}{690} = 3,46 \text{ Н * м}$$

Крутний момент на тихохідному валу клинопасової передачі:

$$T_2 = T_d * i_{кп} * \eta_p * \eta_d = 3,46 * 6 * 0,96 * 0,75 = 14,95 \text{ Н * м}$$

Крутний момент на тихохідному валу триступінчатого редуктора:

$$T_3 = T_2 * i_p * \eta_p = 14,95 * 125 * 0,97 = 1813 \text{ Н * м}$$

Крутний момент на комірковому валу:

$$T_4 = T_3 * i_{зп} * \eta_{зп} = 1813 * 10,22 * 0,95 = 17602 \text{ Н * м}$$

Результати розрахунків кінематичних характеристик вакуум-фільтра (табл. 2.1).

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

Параметр	Позначення	Вали			
		I	II	III	IV
Передача (двигун)		Двигун	Клинопасова	Триступінчатий редуктор	Відкрита зубчата передача
ККД	η	0,87	0,96	0,97	0,95
Передаточне відношення	i		6	125	10,22
Кутова швидкість, c^{-1}	ω	72,22	12,04	0,096	0,0094
Кількість обертів, об/хв.	n	690	115	0,92	0,09
Момент, $H^*_{\text{м}}$	T	3,46	14,95	1813	17602

5.2. Розрахунки кінематичних характеристик мішалки

При корисній потужності на валу мішалки $P_{\text{кор}}=1,5$ кВт потужність двигуна:

$$P_d = \frac{P_{\text{кор}}}{\eta_p * \eta_{\text{л.п}}} \div \eta = 1,97 \text{ кВт}$$

$\eta=0,81$ – ККД двигуна;

$\eta_p = 0,97$ - ККД одноступінчатого редуктора;

$\eta_{\text{лп}} = 0,97$ - ККД ланцюгової передачі.

Обрано двигун 4A80B2112MA8 з потужністю $P_d=2,2$ кВт та синхронною швидкістю $n_0=750$ об/хв. ($s=6\%$, $n_d=n_0*(1-s)=750*(1-0,06)=705$ об/хв.).

Визначено фактичне передаточне відношення:

$$i = \frac{n_d}{n_m} = \frac{705}{68} = 10,4$$

$$i = i_p * i_{\text{лп}} = 10,4$$

i_p - передаточне відношення редуктора;

$i_{\text{лп}}$ - передаточне відношення ланцюгової передачі.

Зробимо розбивку передаточного відношення:

$$i_p = 4$$

$$i_{\text{лп}} = 2,6$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кутова швидкість швидкохідного вала редуктора:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_d}{30} = \frac{3,14 * 705}{30} = 73,79 \text{ c}^{-1}$$

Кількість обертів швидкохідного вала редуктора:

$$n_1 = n_d = 705 \text{ об/хв}$$

Кутова швидкість тихохідного вала редуктора:

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_p} = \frac{73,79}{4} = 18,45 \text{ c}^{-1}$$

Кількість обертів тихохідного вала редуктора:

$$n_2 = \frac{n_1}{i_p} = \frac{705}{4} = 176,25 \text{ об/хв}$$

Кутова швидкість вала мішалки:

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{i_{лп}} = \frac{18,45}{2,6} = 7,1 \text{ c}^{-1}$$

Кількість обертів вала мішалки:

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{лп}} = \frac{176,25}{2,6} = 68 \text{ об/хв}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3. Розрахунки параметрів зубчатої передачі

$\Psi_{ba}=0,3$ – для відкритої передачі;

$K_{H\beta}=1,1$;

Для сталевих коліс $K_a=495$ МПа (для відкритої пердачі).

Мінімальна міжосьова відстань:

$$\begin{aligned} a_{min} &= K_a * (i + 1) * \sqrt[3]{\frac{T_1 * K_{H\beta}}{i * \psi_{ba} * [\sigma]_H^2}} \\ &= 495 * (10,22 + 1) * \sqrt[3]{\frac{1813 * 1,1}{10,22 * 0,3 * 487^2}} = 777,41 \text{ мм} \end{aligned}$$

Приймаємо найближче стандартне значення 780.

Приймаємо число зубців для шестерні $Z_1=23$.

Для колеса:

$$z_2 = z_1 * i = 23 * 10,22 = 235$$

$$\text{Уточнюємо } i = \frac{235}{23} = 10,22$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модуль зубців:

$$m'_n = \frac{2a_w \cos \beta}{\frac{z_1}{1} + \frac{z_2}{2}} = \frac{2a_w}{\frac{z_1}{1} + \frac{z_2}{2}} = \frac{2 * 710}{23 + 235} = 5,5$$

Приймаємо за стандартом $m_n=6$.

Попередні значення деяких параметрів передачі:

Ділильні діаметри шестерні та колеса

$$d_1 = \frac{m_n * z_1}{\cos \beta} = 6 * 23 = 138 \text{ мм}$$

$$d_2 = \frac{m_n * z_2}{\cos \beta} = 6 * 235 = 1410 \text{ мм}$$

Уточнюємо міжосьову відстань.

Фактична міжосьова відстань:

$$a_w = 0,5(d_1 + d_2) = 0,5(138 + 1410) = 774 \text{ мм}$$

Ширина зубчатих вінців:

$$b_2 = \psi_{ba} * a_w = 0,3 * 774 = 232,2 \approx 240 \text{ мм}$$

$$b_1 = b_2 + 2 = 218 + 2 = 220 \text{ мм}$$

$$V = \omega_1 \frac{d_1}{2} = 0,096 * \frac{138 * 10^{-3}}{2} = 0,007 \text{ м/с}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт торцевого перекриття:

$$\varepsilon_{\alpha} = (1,88 - 3,2 (\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2})) \cos \beta = (1,88 - 3,2 (\frac{1}{23} + \frac{1}{235})) = 1,73$$

Колова сила:

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 * 1813}{138 * 10^{-3}} = 26275,4 \text{ Н}$$

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну втому.

$$Z_M = 275 \text{ МПа};$$

$$Z_H = 1,77 \cos \beta = 1,77;$$

$$z_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_{\alpha}}} = \sqrt{\frac{1}{1,73}} = 0,76$$

Для ступеня точності $n_{\text{ст}}=8$ наведено відповідні коефіцієнти:

$$K_{H\alpha}=1, K_{H\beta}=1.1, K_{HV}=1.04.$$

Питома розрахункова колова сила:

$$W_{Ht} = \frac{F_t}{b_2} * K_{H\alpha} * K_{H\beta} * K_{HV} = \frac{26275,4}{242} * 1 * 1,1 * 1,04 = 124,21 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункове контактне напруження:

$$\sigma_H = Z_M * Z_H * Z_\varepsilon * \sqrt{\frac{W_{Ht}}{d_1} * \frac{i+1}{i}} = 275 * 1,77 * 0,76 \sqrt{\frac{124,21}{138} * \frac{10,22+1}{10,22}}$$

$$= 367,73 \text{ МПа} < [\sigma]_H = 487 \text{ МПа}$$

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну міцність при перевантаженні:

$$\sigma_{Hmax} = \sigma_H \sqrt{\frac{T_{1max}}{T_1}} = \sigma_H \sqrt{2} = 367,73 \sqrt{2} = 520,1 \text{ МПа} < [\sigma]_{Hmax} = 1792 \text{ МПа}$$

Розрахунок зубців на втому при згині:

$$Y_{F1} = 4,01$$

$$Y_{F2} = 3,62$$

$$Y_\varepsilon \approx 1$$

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta^\circ}{140} = 1$$

$$K_{F\alpha} = (4 + (\varepsilon_\alpha - 1)(n_{ст} - 5)) \frac{1}{4\varepsilon_\alpha} = (4 + (1,73 - 1)(6 - 5)) \frac{1}{4 * 1,73} = 0,68$$

$$K_{F\beta} = 1,15$$

$$K_{FV} = 1,1$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питома розрахункова колова сила:

$$W_{Ht} = \frac{F_t}{b_2} * K_{H\alpha} * K_{H\beta} * K_{HV} = \frac{26275,4}{240} * 1 * 1,1 * 1,04 = 125,25 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}$$

Розрахункове напруження згину:

$$\sigma_{F1} = Y_{F1} * Y_{\varepsilon} * Y_{\beta} * \frac{W_{Ft}}{m_n} = 4,01 * 1 * 1 * \frac{125,25}{6} = 83,71 \text{ МПа} < [\sigma]_{F1} \\ = 596 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{F2} = Y_{F2} * Y_{\varepsilon} * Y_{\beta} * \frac{W_{Ft}}{m_n} = 3,62 * 1 * 1 * \frac{125,25}{6} = 75,57 \text{ МПа} < [\sigma]_{F2} \\ = 521 \text{ МПа}$$

Розрахунок зубців на міцність при згині в умовах перевантаження:

$$\sigma_{Fmax1} = \sigma_{F1} \frac{T_{1max}}{T_1} = \sigma_{F1} * 2 = 83,71 * 2 = 167,42 \text{ МПа} < [\sigma]_{Fmax1} \\ = 610 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{Fmax2} = \sigma_{F2} \frac{T_{1max}}{T_1} = \sigma_{F2} * 2 = 75,57 * 2 = 151,14 \text{ МПа} < [\sigma]_{Fmax1} \\ = 534 \text{ МПа}$$

Розрахунок параметрів зубчатої передачі:

$$h_a = m_n = 6 \text{ мм}$$

$$h_f = 1,25 * m_n = 7,5 \text{ мм}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кут профілю зуба $\alpha_n = 30^\circ$

Кут нахилу зубців $\beta = 0$

$$d_1 = 138 \text{ мм}$$

$$d_2 = 1410 \text{ мм}$$

Діаметр вершин зубців шестерні:

$$d_{a1} = d_1 + 2 * m_n = 138 + 2 * 6 = 150 \text{ мм}$$

Діаметр вершин зубців колеса:

$$d_{a2} = d_2 + 2 * m_n = 1410 + 2 * 6 = 1422 \text{ мм}$$

Діаметр впадин зубців шестерні:

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 * m_n = 138 - 2,5 * 6 = 153 \text{ мм}$$

Діаметр впадин зубців колеса:

$$d_{f2} = d_2 - 2,5 * m_n = 1410 - 2,5 * 6 = 1425 \text{ мм}$$

Міжосьова відстань:

$$a_\omega = 774 \text{ мм}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина вінця шестерні:

$$b_1 = 242 \text{ мм}$$

Ширина вінця колеса:

$$b_2 = 240 \text{ мм}$$

Розрахунок сил у зачепленні.

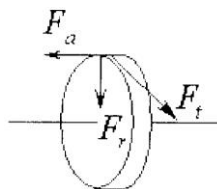


Рис. 4.1. Схема до розрахунку сил в зачепленні

$$F_t = 26275,4 \text{ Н}$$

$$F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha_n = 15170,11 \text{ Н}$$

$$F_a = F_t \operatorname{tg} \beta = 0$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4. Розрахунок на міцність елементів зубчатої передачі

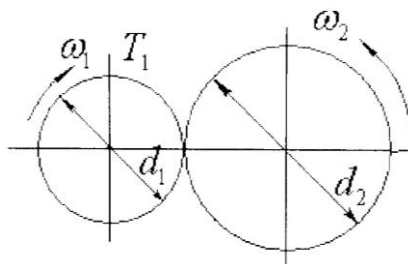


Рис. 5.1. Схема до розрахунку відкритої циліндричної зубчатої передачі

$$T_3 = 1813 \text{ Н*м};$$

$$\omega_3 = 0,096 \text{ с}^{-1};$$

$$n_3 = 0,92 \text{ об/хв.};$$

$$\omega_4 = 0,0094 \text{ с}^{-1};$$

$$n_4 = 0,09 \text{ об/хв.};$$

$$i = 10,22;$$

$$h = 20000 \text{ год.}$$

Приймаємо наступні матеріали та термообробку:

Для шестерні – сталь 40ХН, термообробка – поліпшення, 280НВ;

$$\sigma_{b1} = 900 \text{ МПа} \quad \sigma_{T1} = 750 \text{ МПа}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для колеса – сталь 40Х, термообробка – поліпшення, 245 НВ;

$$\sigma_{b1} = 790 \text{ МПа} \quad \sigma_{T1} = 640 \text{ МПа}$$

Визначення числа циклів навантаження:

$$N_{цш} = 60 * n_3 * h = 60 * 0,92 * 20000 = 1,1 * 10^6$$

$$N_{цк} = 60 * n_4 * h = 60 * 0,09 * 20000 = 1,08 * 10^5$$

Еквівалентні числа циклів навантаження: для режиму СН коефіцієнти навантаження $K_{HE}=0,18$; $K_{FE}=0,1$.

Для розрахунку на контактну міцність:

$$N_{HEш} = K_{HE} * N_{цш} = 0,18 * 1,1 * 10^6 = 0,2 * 10^6$$

$$N_{HEк} = K_{HE} * N_{цк} = 0,18 * 1,08 * 10^5 = 0,19 * 10^5$$

Для розрахунку на міцність при згині:

$$N_{FEш} = K_{FE} * N_{цш} = 0,1 * 1,1 * 10^6 = 1,1 * 10^5$$

$$N_{FEк} = K_{FE} * N_{цк} = 0,1 * 1,08 * 10^5 = 1,08 * 10^4$$

Розрахунок допустимих напружень:

Допустимі напруження на контактну втому

$$[\sigma]_H = \frac{\sigma_{Hlimb}}{S_H} Z_R * K_{HL}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Границя контактної витривалості:

$$\sigma_{Hlimb1} = 2H_1 + 70 = 2 * 280 + 70 = 630 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{Hlimb2} = 2H_2 + 70 = 2 * 245 + 70 = 560 \text{ МПа}$$

База випробувань

$$\text{Для шестерні } N_{HO1} = 30H_1^{2,4} = 30 * 280^{2,4} = 2,24 * 10^7$$

$$\text{Для колеса } N_{HO2} = 30H_2^{2,4} = 30 * 245^{2,4} = 1,63 * 10^7$$

$$N_{HO1} > N_{HEш} \rightarrow K_{HL1} = 2,6$$

$$N_{HO2} > N_{HEE} \rightarrow K_{HL2} = 2,6$$

Коефіцієнт запасу $S_H=1,1$

Коефіцієнт шорсткості поверхні зуба $Z_R=1$

$$[\sigma]_{H1} = \frac{\sigma_{Hlimb1}}{S_H} Z_R * K_{HL1} = \frac{630}{1,1} * 1 * 1 = 573 \text{ МПа}$$

$$[\sigma]_{H2} = \frac{\sigma_{Hlimb2}}{S_H} Z_R * K_{HL2} = \frac{560}{1,1} * 1 * 1 = 509 \text{ МПа}$$

Розрахункове допустиме напруження:

$$[\sigma]_H = 0,45 ([\sigma]_{H1} + [\sigma]_{H2}) = 0,45 (573 + 509) = 487 \text{ МПа}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) допустимі граничні напруження на контактну міцність:

$$[\sigma]_{Hmax} = 2,8\sigma_{T1} = 2,8 * 640 = 1792 \text{ МПа}$$

в) допустимі напруження на втому при згині:

$$[\sigma]_F = \frac{\sigma_{Flimb}}{S_F} K_{FC} * K_{FL}$$

Границя витривалості на згин:

$$\sigma_{Flimb1} = 1,8H_1 = 1,8 * 280 = 504 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{Flimb2} = 1,8H_2 = 1,8 * 245 = 441 \text{ МПа}$$

Базове число циклів $N_{FO} = 4 * 10^6$

$$N_{FEш} > N_{FO1} \rightarrow K_{FL1} = 2,6$$

$$N_{FEk} > N_{FO2} \rightarrow K_{FL2} = 2,6$$

Для нереверсивної передачі $K_{FC}=1$

Коефіцієнт запасу $S_F=2,2$

$$[\sigma]_{F1} = \frac{\sigma_{Flimb1}}{S_F} K_{FC} * K_{FL1} = \frac{504}{2,2} * 1 * 2,6 = 596 \text{ МПа}$$

$$[\sigma]_{F2} = \frac{\sigma_{Flimb2}}{S_F} K_{FC} * K_{FL2} = \frac{441}{2,2} * 1 * 2,6 = 521 \text{ МПа}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

г) граничні допустимі напруження при згині

$$[\sigma]_{Fmax1} = \frac{4,8H_1}{S_F} = \frac{4,8 * 280}{2,2} = 611 \text{ МПа}$$

$$[\sigma]_{Fmax2} = \frac{4,8H_2}{S_F} = \frac{4,8 * 245}{2,2} = 534,6 \text{ МПа}$$

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРАХУНОК МОДЕРНІЗОВАНОЇ ДЕТАЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ «SOLIDWORKS SIMULATION»

6.1 Опис програмного пакету ” SOLIDWORKS SIMULATION ”

SOLIDWORKS Simulation – це портфель простих у застосуванні інструментів для структурного аналізу, в яких використовується метод кінцевих елементів. Такий аналіз дозволяє прогнозувати поведінку виробу реальному середовищі шляхом віртуального тестування CAD-моделей. У лінійці пропонуються інструменти з функціями лінійного, нелінійного статичного та динамічного аналізу.

Моделювання та аналіз в деяких областях промисловості дозволяє уникнути дорогих і тривалих циклів розробки типу «проектування - виготовлення - випробування».

					ЛУ9104.1126.01-90PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2 Розрахунок

За темою дипломного проекту «Дисковий вакуум-фільтр з модернізацією розподільчої головки» зроблено розрахунки капролонової частини ячеєвої шайби.

Модель була побудована в програмному забезпеченні КОМПАС-3D (рис. 6.1)

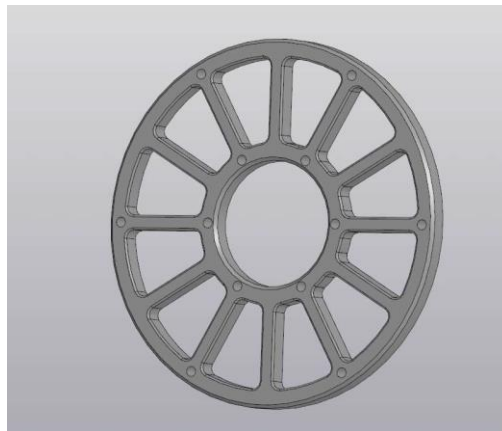


Рисунок 6.1 – 3D-модель шайби в КОМПАС-3D

6.3 Результати виконання в обчислювальній системі ” SOLIDWORKS SIMULATION ”

Було розраховано напружено-деформований стан шайби дискового вакуум-фільтра. Найбільші переміщення спостерігаються на більшому діаметрі шайби.

Шайба статично закріплена у місцях де розташовані отвори під шпильки, які кріплять шайбу до металевої частини ячеєвої шаби. Ячеєва шайба притискається до розподільчої шайби за допомогою пружинного механізму.

					ЛУ9104.1126.01-90PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тиск, що створюється пружинами між поверхнями шайб, що труться, 0,1-0,2 МПа, та момент опору тертю вала фільтра об розподільчу головку, тобто опір тертя розподільчої шайби по ячеювковій шайби складає 2.16 Н*м.

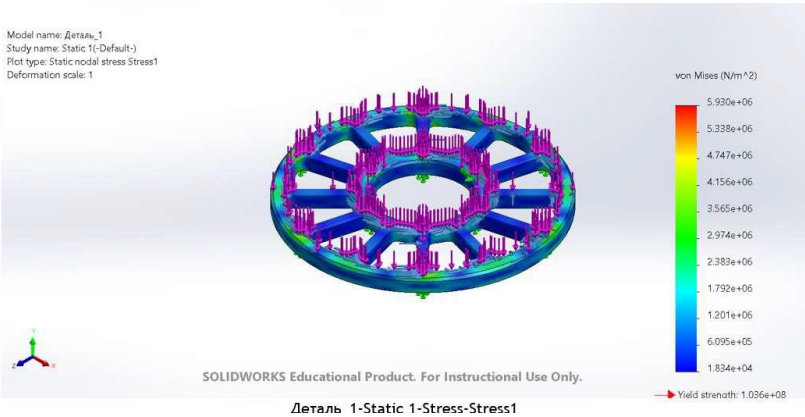


Рис. 6.2 Розрахунок на напружень

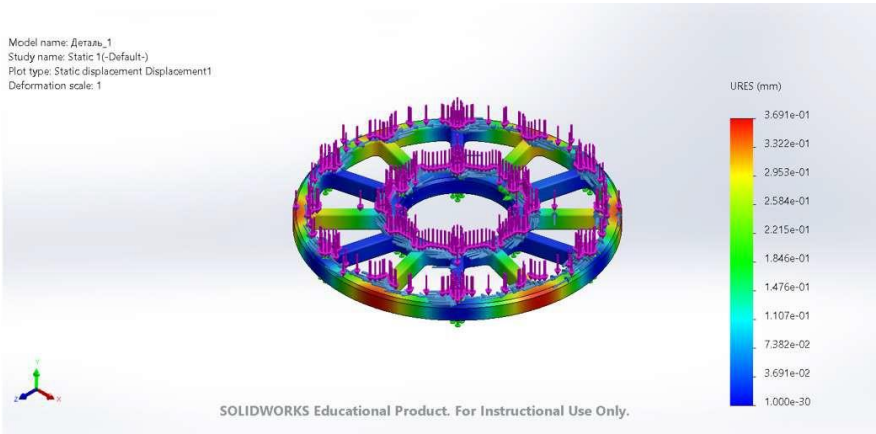


Рис. 6.3 Розрахунок переміщень

					ЛУ9104.1126.01-90PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

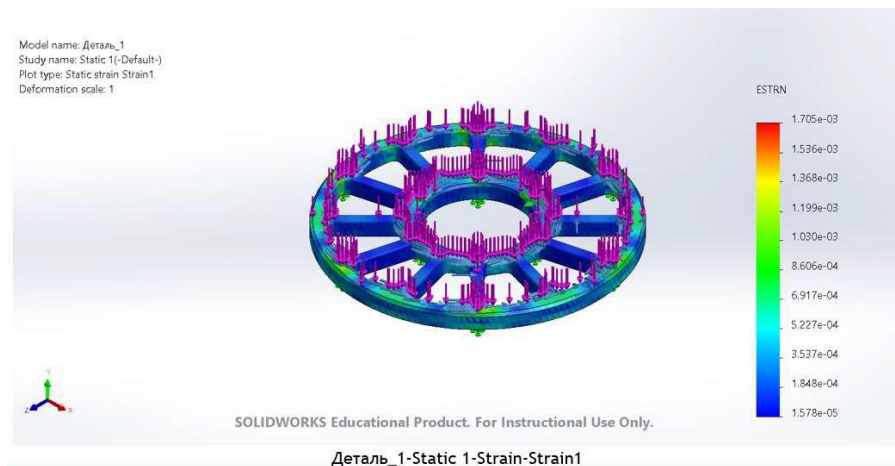


Рис. 6.4 Розрахунок статичної деформації

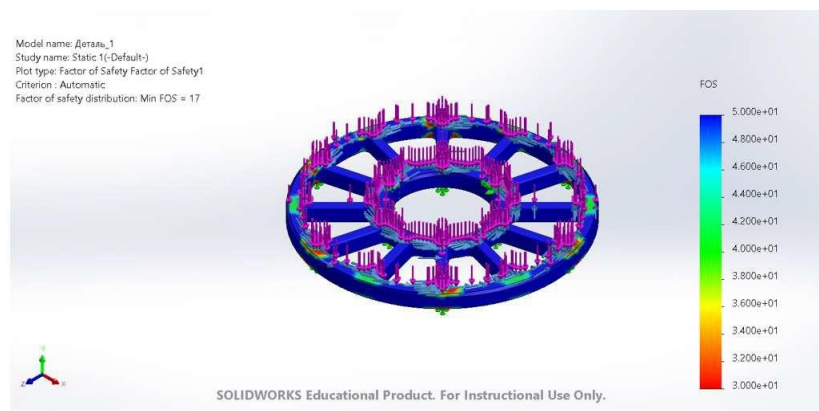


Рис. 6.5 Розрахунок на міцність

Схема результатів обчислювальної в системі "SOLIDWORKS SIMULATION" наведенна на кресленні ЛУ9104.1126.005-90.

За результатами розрахунку видно, що шайба виконана з капралону витримує робочі навантаження, при цьому коефіцієнт запасу міцності буде 17.

					ЛУ9104.1126.01-90PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті зроблені параметричні та кінематичні розрахунки, за допомогою яких було знайдено основні параметри шнекової осаджувальної центрифуги, розрахунки на міцність підшипників та болтів. Також був проведений розрахунок модернізованої шайби виконаної із капралону за допомогою обчислювальної системи "SOLIDWORKS SIMULATION".

					ЛУ9104.1126.01-90PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ У РОЗДІЛІ

1. Розрахунки основних процесів машин та апаратів хімічних виробництв:
Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / І.В. Коваленко, В.В. Малиновський.
– К.: Норіта - плюс, 2007 – 216 с.
2. Вибір електродвигуна, кінематичний та силовий розрахунок механічного приводу, розрахунок і конструювання передач гнучкою в'яззю: Метод. вказівки до викон. розрахунково-графічних робіт з дисципліни «Деталі машин» для студ. машинобудівних спец. усіх форм навчання / Уклад.: В. А. Стадник, В.Г. Шарапов, В.Л. Дубнюк.. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004 – 60 с.
3. Краткий справочник к расчетам деталей машин. / Гузенков. П. Г. – М.: «Высшая школа», 1964 – 324 с.

					ЛУ9104.1126.01-90PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це комплекс заходів, вкладених у забезпечення безпеки та здоров'я працівників з виробництва. В рамках охорони праці розглядаються питання усунення причин травматизму та професійних захворювань, а також забезпечення правового захисту трудових прав. Крім того, важливим аспектом є запобігання надзвичайним ситуаціям на виробництві.

Охорона праці спрямована на запобігання небезпечним умовам праці, таким як шум, вібрація, пил, хімічні речовини, підвищена температура, електричний струм та інші фактори. Також охорона праці включає питання запобігання надзвичайним ситуаціям на робочому місці, таких як пожежі, викиди шкідливих речовин, аварії з електропостачанням та інші.

Охорона праці є важливим аспектом управління підприємством, оскільки забезпечення безпеки та здоров'я працівників сприяє покращенню продуктивності та якості роботи, зменшенню витрат на лікування травм та захворювань, а також збереженню репутації компанії.

При розробці дискового вакуум-фільтра з розподільчою головкою на стадії виробництва вживаються заходи щодо забезпечення безпечних умов праці. Важливо враховувати основні небезпечні фактори, такі як:

Ризик ураження електричним струмом

Якість освітлення

Виробничий шум та вібрація

Пожежну безпеку

Стан повітря у робочій зоні

6.1 Виробничий шум та вібрація

Фільтраційні системи застосовуються до апаратури, що породжує небажані звукові коливання. Середній рівень звуку вимірюється в одиницях децибелу $L = 75$ (дБА). Для кожного постійного робочого місця, де встановлено активне обладнання, фактичний рівень звукового тиску становить 60 дБА та не

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевищує запропонованих стандартів згідно з нормативним документом ДСН 3.3.6.037–99. Крім того, визначено специфічні показники рівнів звуку в октавних смугах частот та еквівалентних рівнів звуку.

Для зниження поширення шуму ми застосовуємо методи, які включають ізоляцію джерел шуму чи приміщень. Це включає використання різних засобів, таких як звукоізолюючі огороження, кожухи, кабіни, екрани та засоби віброізоляції. Ці заходи допомагають зменшити шум його шляху поширення.

Крім того, для забезпечення індивідуального захисту від шуму, рекомендується використовувати спеціальні протишумові пристрої, такі як протишумові вкладиші, навушники та шоломи. Ці засоби дозволяють знизити негативний вплив шуму на слух та забезпечити безпеку для працівників за умов підвищеного шумового фону.

6.2 Повітря робочої зони

Незважаючи на те, що усе обладнання, що використовується в приміщенні з дисковим вакуум-фільтром, має спеціальне вибухобезпечне виконання, існує потенційний ризик утворення небезпечних концентрацій у повітрі. Тому система вентиляції, що забезпечує ці приміщення, повинна бути розрахована на ефективне видалення рідин та газів.

При цьому слід не забувати про важливість регулярного технічного обслуговування системи вентиляції для забезпечення її належного функціонування та ефективного видалення небезпечних концентрацій. Також рекомендується проводити систематичні перевірки та контрольні вимірювання показників якості повітря в робочій зоні з метою створення безпечного та комфортного робочого середовища. Ці заходи сприятимуть зниженню ризику впливу небезпечних речовин і забезпечать безпеку персоналу та довкілля.

У таблиці 5.1 подано порівняння фактичних показників температури, вологості та швидкості повітря в робочій зоні з рекомендованими значеннями,

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

які встановлені відповідно до вимог ДСН 3.3.6.042-199.

Таблиця 5.1 – Порівняння рекомендованих та фактичних значень показників температури, вологості та швидкості повітря в робочій зоні.

Сезон року	Категорія робіт – 1б					
	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	Оптим	Фактич	Оптим	Фактич	Оптим	Фактич
Холодний	19–25	19–20	Не більше 75	40–65	Не більше 0,2	0,2
Теплий	19–25	20– 25	Не більше 75	40–70	Не більше 0,2	0,2

Для підвищення пропускної спроможності рідин і газів в атмосфері приміщення з дисковим вакуум-фільтром застосовуємо дві системи витяжної вентиляції з об'ємом повітря, що надходить 100 м3/год.

Параметри повітря у робочій зоні відповідають встановленим нормам. Для забезпечення необхідних значень параметрів узимку використовується водяне опалення з температурою теплоносія 70–90 °С, а в теплу пору року застосовується витяжна вентиляція відповідно до вимог ГОСТ 2.04.05-86.

Всі ці заходи сприяють покращенню робочого середовища, забезпечуючи ефективне видалення шкідливих речовин та зниження ризиків для здоров'я персоналу та навколишнього середовища.

6.3 Небезпека враження електричним струмом

У зв'язку з можливим розташуванням установки на відкритому повітрі, відповідно до Правил устрою електроустановок (ПУЕ), її відносять до категорії особливо небезпечних. Елементи цієї установки живляться трифазною напругою

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

220/380 В при частоті 50 Гц. Існує декілька причин, що можуть призводити до травмування обслуговуючого персоналу: ненавмисне включення установки, пробій корпусу, дотик до відкритих струмопровідних частин, старіння і пошкодження ізоляції, а також дотик до частин установки, які можуть опинитися під напругою у разі короткого замикання.

Безпеку експлуатації обладнання забезпечують за допомогою таких заходів: використання низьких напруг, захисного розділення мереж, систематичного контролю і профілактики пошкодження ізоляції, забезпечення недоступності струмоведучих частин та використання засобів індивідуального захисту.

Деякі конкретні заходи безпеки для запобігання травмам включають: розташування рубильників у спеціальній шафі для управління установкою, застосування спеціальних захисних вимикачів для автоматичного відключення електродвигунів у разі контакту людини зі струмом, використання захисних металевих рукавів для проводів, виведення сигнальних ламп індикації вмикання електроустаткування на панель керування та використання зажимів для приєднання заземлення на вузлах установки, які можуть опинитися під напругою.

Додатково, важливо враховувати, що обслуговуючий персонал повинен мати необхідну кваліфікацію.

Для перевірки надійності ізоляції електричної системи проводиться випробування на напругу 200 В із частотою 50 Гц протягом однієї хвилини. Мінімальний необхідний опір ізоляції становить 0,5 МОм. Вимірювання стану ізоляції провідників здійснюється за допомогою мегаомметра моделі Vm500a, а напруга контролюється вольтметром SM8124. Регулювання ступеня захисту електричного обладнання всередині приміщення проводиться відповідно до вимог ГОСТ 14254-80.

Для забезпечення безпеки під час роботи з інструментами використовуються неметалеві корпуси та ізольовані ручки. Додаткові запобіжні заходи включають використання гумових рукавичок і бот, а також розміщення

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

індикаторів напруги поблизу електричного щита. Затискачі заземлення виділяються червоними квітами і відзначаються постійними незмивними знаками "ЗЕМЛЯ". У разі аварійної ситуації виконується обов'язкове заземлення відповідно до $R_{\text{зз}} = 3,8 \text{ Ом}$ ГОСТ 12.1.030-82. Все це допоможе запобігти нещасним випадкам і забезпечити належну роботу електричних установок.

6.4 Пожежна безпека

При роботі з електричними пристроями в умовах вібрації, різких коливань і поштовхів виникають проблеми із щільністю електричних контактів, а з'єднання проводів стають неміцнішими, що може призвести до локального нагрівання та займання ізоляції, а зрештою - до пожеж. Для безпечної експлуатації електричних машин необхідно врахувати ці фактори та застосувати відповідні запобіжні заходи.

Відповідно до Правил пристрою електроустановок (ПУЕ), установка "дисковий вакуум-фільтр" класифікується як зона класу В, а її рівень захисту відповідає класу П-Іа за Основними нормами технологічного проектування (ОНТП) 24-86. Згідно з будівельними нормами та правилами (СНіП) 2.01.02-85, вогнестійкість будівлі відповідає ступеню вогнестійкості ІІ.

Для запобігання загоранням необхідно дотримуватись технологічних норм і правил експлуатації, обмежувати використання відкритого вогню, куріння дозволяти тільки у спеціально відведених місцях, проводити своєчасні інструктажі з охорони праці для обслуговуючого персоналу. Також важливо мати засоби сигналізації, такі як система електричної пожежної сигналізації (ЕПС) та засоби оперативного зв'язку з пожежною частиною, а також наявність засобів пожежогасіння в безпосередній близькості від установки, наприклад, піску, ковдр та вогнегасників.

Для гасіння маленьких вогнищ загорання на вимкненому електрообладнанні рекомендується використовувати вогнегасники з

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вуглекислим газом ОУ-8, а гасіння включених електромереж - порошкові вогнегасники ОП-10.

У приміщенні, де розташована установка, повинні бути встановлені пожежні гідранти на відстані 30 метрів один від одного з рукавами довжиною до 10 метрів. Відстань до пожежного виходу не повинна перевищувати 40 метрів, а кількість пожежних виходів має бути не меншою за два. Відповідно до СНиП 2.09.02-85, ширина отвору дверей евакуаційного виходу повинна становити 2 метри, а двері повинні відчинятися назовні.

Належне обслуговування обладнання та навчання допоможуть запобігти нещасним випадкам та забезпечити ефективну та безпечну роботу електричних установок.

6.5 Освітлення

Застосування правильно спроектованого та виконаного освітлення на підприємствах, зайнятих машинобудівною промисловістю, має важливе значення для забезпечення нормального виробничого процесу. Умови висвітлення суттєво впливають на збереження зору, стан нервової системи та забезпечення безпеки на робочому місці. Протягом денного періоду виробниче приміщення висвітлюється природним світлом, що сприяє створенню комфортних умов працівників.

Для досягнення оптимального природного освітлення приймається нормативне значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) 1,0. Для перевірки відповідності цього значення проводиться розрахунок природного освітлення, враховуючи особливості розмірів виробничого приміщення $L \times B = 15 \times 12$ м та висоти його стелі $H = 10$ м, а також висоту робочої поверхні $h_p = 1,5$ м. Наприклад, якщо будівля знаходиться в Києві (IV світловий пояс), і вікна, орієнтовані на захід, не мають перешкод, можна розрахувати бічне

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одностороннє природне освітлення. У разі передбачається, що виконуються роботи середньої точності, що також впливає вибір оптимальних параметрів освітлення.

Перед розрахунком необхідно визначити необхідні значення, такі як коефіцієнт запасу $K_3=1,3$ та світлова характеристика вікон η_B , яка залежить від співвідношень $I/B=15/12=1,25$ та $B/h=12/8=1,5$. Ці значення можна знайти у таблиці 3.4. $\eta_B=12,75$. Площа підлоги виробничого приміщення $S_{II}=180 \text{ м}^2$, приймаємо кількість вікон = 27.

Згідно з Державним будівельним кодексом України (ДБНВ2.5.28-2006), робота з обслуговування обладнання відноситься до VI розряду підрозряду "а", що передбачає загальне спостереження за перебігом виробничого процесу. Відповідно до цих вимог робоче місце оператора має бути освітлене робочою зоною з освітленістю $E_{нор} = 150 \text{ лк}$.

Для досягнення необхідної освітленості можна вибрати лампу розжарювання типу Г з потужністю 500 Вт та світловим потоком $F=8300 \text{ лм}$ (з урахуванням відхилення від розрахункового світлового потоку на 8%), при напрузі 220 В. Фактична освітленість (E_f) становитиме 200 лк, що відповідає вимогам, встановленим у Державному будівельному кодексі України (ДБНВ2.5.28-2006).

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

У цьому розділі дипломної роботи було розглянуто питання, пов'язані з безпекою праці, усуненням причин травматизму, попередженням професійних захворювань та аварійних ситуацій з виробництва. Дослідження, проведене в рамках теми дипломного проекту, присвяченої розробці дискового вакуум-фільтра з розробкою розподільчої головки, дозволило виявити фактичні шкідливі та небезпечні виробничі фактори, що існують на стадії виробництва та роботи лінії.

За допомогою аналізу фактичних та нормативних показників було встановлено, що фактичні значення перебувають у межах норми і додаткові заходи безпеки не потрібні. Це говорить про те, що існуючі заходи безпеки та системи контролю дають змогу забезпечити відповідний рівень захисту трудових прав та безпеки працівників на даній стадії виробництва.

Проте слід зазначити, що забезпечення безпеки у виробництві є безперервним процесом. У зв'язку з цим рекомендується продовжити регулярні аудити та контрольні перевірки, щоб гарантувати довгострокову ефективність та реагувати на будь-які нові або змінювані ризики. Крім того, рекомендується забезпечити регулярне навчання та оновлення знань працівників щодо заходів безпеки, а також заохочувати активну участь персоналу в ініціативах щодо покращення безпеки праці.

Надання безпечних умов праці та запобігання виробничим пригодам є пріоритетними завданнями для успішного функціонування виробництва. Постійне дотримання норм та стандартів безпеки не тільки захищає здоров'я та благополуччя працівників, але також сприяє підвищенню ефективності та якості виробничих процесів.

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Ст.

1. Опис і призначення деталі.....
2. Призначення і вибір пристосування для обробки деталі
3. Розрахунок сил закріплення деталі
- Висновки.....

					ЛУ9104.1126.01-90ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Дисковий вакуум-фільтр з модернізацією розподільчої головки	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Деребера П.В.						
Перев.		Борщик С.О.						
Керівник								
Н. Контр.								
Затверд.		Сокольський О.Л.				НТУУ «КПІ», ІХФ, ЛУ-22		

1. Опис і призначення деталі

При виконанні розділу "Технологія машинобудування" дипломного проекту був розроблений технологічний процес виготовлення робочої частини ячеювкої шайби (відповідно до патенту) та спроектовано технологічне оснащення, призначена послідовність виконання технологічних операцій виготовлення деталі, вибір устаткування і інструмента для кожної операції технологічного процесу, розрахунок припусків і допусків для виготовлення деталі, розрахунок елементів режимів різання, сил різання і норм часу.

Ячеювкова шайба розподільчої головки (Рис. 8.1) служить для з'єднання зони фільтрації з джерелом вакууму та стисненого повітря. Шайба жорстко закріплюється на ячеювому валу дискового вакуум-фільтра. Число отворів в шайбі має співпадати з числом повздовжніх каналів валу.

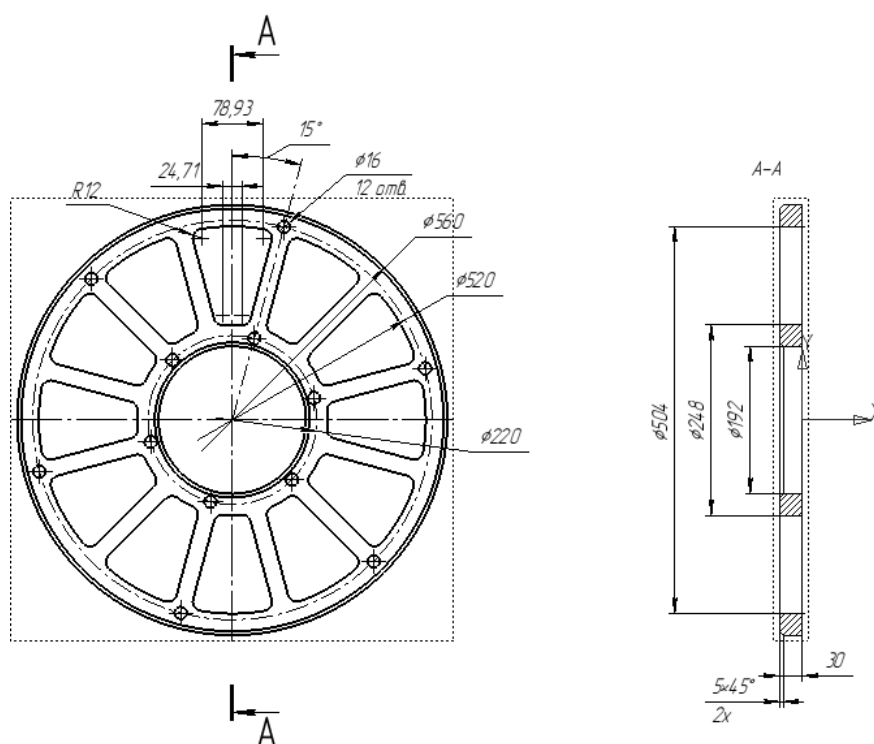


Рисунок 8.1 – Ескіз робочої частини ячеювкої шайби

					ЛУ9104. 1126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заготовку для виготовлення деталі (рис.8.2) отримуємо із капролону (поліамід 6, ГОСТ 7850-86), у вигляді листа 600мм х 600 мм та товщиною 35мм.

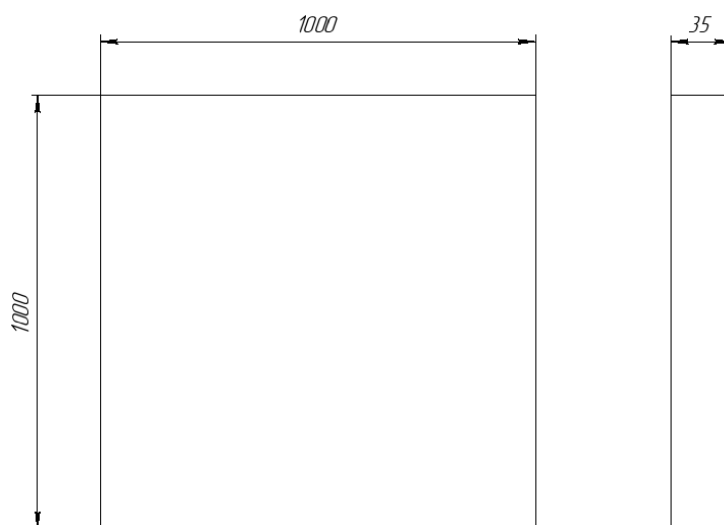


Рисунок 8.2 – Заготовка деталі

Капролон (поліамід 6) - унікальний неметалевий синтетичний матеріал, продукт полімеризації амідів амінокапронової кислоти. Матеріал конструкційного й антифрикційного призначення. Постачається у вигляді листів, стрижнів, блоків чи заготовок складної форми. Застосовується виготовлення деталей шляхом механічної обробки заготовок.

Властивості капролону:

- щільність матеріалу 1150-1160 кг/м³;
- капролон плавиться по досягненні температур 220-250оС;
- міцність поліаміду 6 на розтяг в межах 65-85 МПа;
- модуль пружності матеріалу 2300-3000 МПа;
- твердість по Бриннелю становить 160-180 НВ;
- теплопровідність 0,3 Вт/(м•К);
- коефіцієнт тертя по сталі 0,2-0,3, з використанням мастила знижується до 100 разів.

					ЛУ9104. 1126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Призначення і вибір пристосування для обробки деталі

Заготовки з капролона достатньо легко обробляються на металообробних верстатах. При цьому необхідно брати до уваги що. Через погану теплопровідність і порівняно низьку (порівняно з металом) точку плавлення необхідно забезпечити достатній відвід тепла застосовуючи воду або стиснене повітря. Також потрібно забезпечити хороший відвід стружки від інструменту.

Деталь отримуємо завдяки операції фрезерування. Для фрезерування використовуємо фрезерувальний верстат з ЧПК, у якого менша сторона робочого стола не менше 600 мм. Наприклад верстат серії ФС160МФЗ. Для того щоб закріпити заготовку на станині використовуємо пересувні шарнірні прихвати (ГОСТ 9058-69) разом з ексцентриковим затискачем (ГОСТ 9061-68). Заготовку з пристосуванням наведено на (рис 8.3).

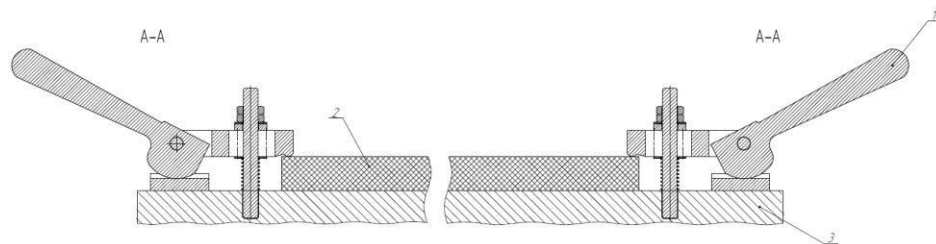


Рис. 8.3. Заготовка з пристосуванням

Ексцентрикові кулачки представляють собою круглі диски у яких вісь обертання зміщена щодо їх геометричного центру.

Даний ексцентриковий зажим (рис. 8.4), працює наступним чином: при повороті рукоятки в напрям стрілки, круглий ексцентриковий кулачок ковзає по опорі і за допомогою прихватки затискає деталь.

					ЛУ9104. 1126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

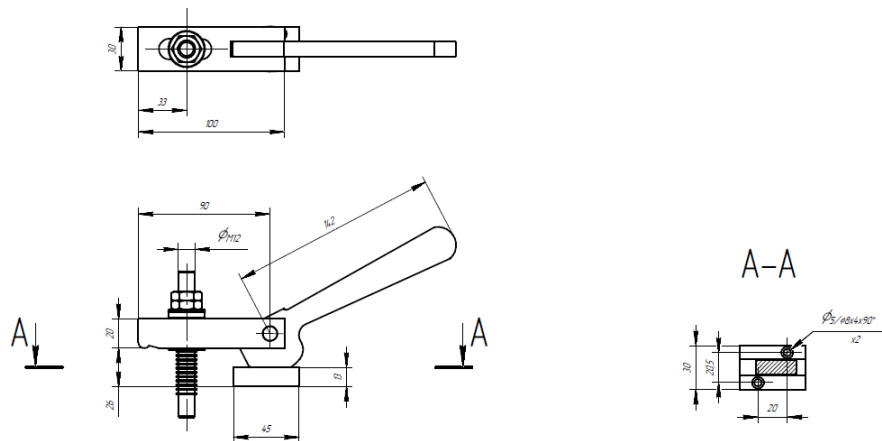


Рис. 8.4. Ексцентриковий зажим

					ЛУ9104. 1126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Розрахунок сил закріплення деталі

Сила затискання визначається із рівності:

$$Q = \frac{M_{кр}}{f \cdot r},$$

де $M_{кр}$ – крутний момент свердла;

f – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях.

Для забезпечення надійності, силу затискання додатково збільшують на величину коефіцієнту запасу K , тоді формула для знаходження сили затискання набуває остаточного вигляду:

$$Q = \frac{K \cdot M_{кр}}{f \cdot r}.$$

Обертаючий момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D_q \cdot s_y \cdot K_p$$

де коефіцієнти $C_M=0,0345$, $q=2$, $y=0,8$;

$S = 0,15$ мм/об – подача свердла;

K_p – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки; приймаємо $K_p = 0,7$.

Остаточню:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 18_2 \cdot 0,15_{0,8} \cdot 0,7 = 17,15 \text{ Нм};$$

Коефіцієнт запасу K :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

де $K_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу для усіх пристроїв;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні оброблюваної заготовки;

					ЛУ9104. 1126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_2 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив сил різання від прогресуючого затуплення інструменту;

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, яка створюється приводом пристосування;

$K_5 = 1$ – коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток у затискному пристрої;

$K_6 = 1$ коефіцієнт, що враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку.

Значення коефіцієнта запасу:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 2,16.$$

Остаточна сила затискання заготовки у пристосуванні:

$$Q = \frac{2,16 \cdot 17,15}{0,35 \cdot 0,055} = 1924 \text{ Н},$$

де $r = 0,055$ – відстань від точки прикладання сили затискання до місця свердління;

$f = 0,35$ – коефіцієнт тертя для гладких поверхонь.

Приймаємо силу затиску $Q = 2000 \text{ Н}$.

					ЛУ9104. 1126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

За завданням дипломного проекту При виконанні розділу "Технологія машинобудування" даного дипломного проекту було розроблено технологічний процес виготовлення ячеювкової шайби, призначена послідовність виконання технологічних операцій виготовлення деталі, вибір устаткування і інструмента для кожної операції технологічного процесу, розрахунок припусків і допусків для виготовлення деталі, розрахунок елементів режимів різання, сил різання і норм часу.

					ЛУ9104. 1126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У пояснювальній записці зроблено опис технологічної лінії переробки шламів з застосуванням дискового вакуум-фільтру.

Представлено технічні характеристики дискового вакуум-фільтру та виконаний опис конструкції і принцип роботи вакуум-фільтру.

Проведений патентно – літературний огляд, у якому описано 3 патенти. Для модернізації розподільчої головки дискового вакуум-фільтру. Результатами огляду є обраний патент [1] розподільчої головки обертових вакуум-фільтрів, рішення якого забезпечує можливість змінни робочої частини ячеєвої шайби та підвищує надійність розподільчої головки.

У проекті зроблені параметричні та кінематичні розрахунки, за допомогою яких було знайдено основні параметри дискового вакуум фільтра його продуктивності, розрахунки на міцність підшипників та болтів та підібрано компоненти кінематичної схеми вакуум-фільтра типу ДОО 100-2.5-5У.

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Общая химическая технология. Том 1. / Вольфович С.И.,
Высш. шк. , 1953. – 632 с.
2. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та
перероблене. / За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа,
2006 — 448 с.
3. Розрахунки основних процесів машин та апаратів хімічних виробництв:
Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / І.В. Коваленко, В.В.
Малиновський. – К.: Норіта - плюс, 2007 – 216 с.
4. Вибір електродвигуна, кінематичний та силовий розрахунок механічного
приводу, розрахунок і конструювання передач гнучкою в'яззю: Метод.
вказівки до викон. розрахунково-графічних робіт з дисципліни «Деталі
машин» для студ. машинобудівних спец. усіх форм навчання / Уклад.: В.
А. Стадник, В.Г. Шарапов, В.Л. Дубнюк.. – К.: ІВЦ "Видавництво
«Політехніка»", 2004 – 60 с.
5. Shvachko D.G., Shcherbina V. Yu., & Borshchik S. A. (2021). Thermal
protection insulation in the lining of the rotary kilns. Modern engineering and
innovative technologies. (16-01), 18–23. [https://doi.org/ 10.30890/2567-
5273.2021-16-01-033](https://doi.org/10.30890/2567-5273.2021-16-01-033)
6. Краткий справочник к расчетам деталей машин. / Гузенков. П. Г. –
М.: «Высшая школа», 1964 – 324 с.

					ЛУ91.041126.01-90ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

