

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ „КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”**

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ О.Л.Сокольський

«_____» _____ 2022 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: **Лінія виробництва сухих будівельних сумішей з модернізацією грохота**

Виконав студент 4-го курсу, групи ЛУ-91

(шифр групи)

Борисова Вікторія Юріївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник д.т.н. доц. Сокольський О.Л.

(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

ПЕРЕВІРКА НА СХОЖІСТЬ проф. Щербина В.Ю.

ОХОРОНА ПРАЦІ доц. Ковтун А.І.

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ ст. викл. Борщик С.О.

РЕЦЕНЗЕНТ _____

посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

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

Студент _____

Київ – 2023 рік

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ „КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ”**

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність: 131 – Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.Л.Сокольський

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Борисова Вікторія Юріївна

1. Тема проекту:

Лінія виробництва сухих будівельних сумішей з модернізацією грохота

керівник проекту д.т.н. доц. Сокольський О.Л. затверджена наказом по

університету від «25» травня 2023 р. №1145-с

2. Строк подання студентом проекту «15» червня 2023 р.

3. Вихідні дані до проекту Довжина 2800 мм, ширина 1700 мм, висота 1670 мм, продуктивність грохота 30 т/год, розмір сита 1200×3000 мм, кут нахилу 16-20°, число обертів робочого вала 7 об/хв, число обертів електродвигуна 1440 об/хв, маса машини без електродвигуна і ременів 2687 кг.

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

1.Опис конструкції, принцип роботи лінії 2.Літературно-патентний огляд, 4.Охорона праці, 5.Параметричні розрахунки основних параметрів і характеристик грохота, 7.Розрахунок на міцність 8.Розрахунок деталі що модернізується, 9.Опис і призначення деталі, 10.Розробка технологічного процесу виготовлення деталі, 11.Призначення і розрахунок пристосування для обробки деталі.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1). Грохот вібраційний з модернізацією приводу 2). Вал ексцентриковий 3). Грохот вібраційний (модернізація) 4). Шків 5).Ексцентриковий вал в зборці 6).Технологічна схема 7). Пристосування притискне

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Перевірка на схожість	Д.т.н., проф Щербина В.Ю.		
Тех.маш.	Ст.викл. Борщик С.О.		
Охорона праці	Ковтун А.І.		

Дата видачі завдання:

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання для дипломного проекту		
2	Проходження переддипломної практики		
3	Здійснення пошуку патентів. Виконання кінематичних та параметричних розрахунків		
	Обґрунтування модернізації		
	Підготовка розділу «Пояснювальна записка»		
	Виконання розрахунків		
	Підготовка розділу «Розрахунки»		
	Підготовка розділу «Технологія виготовлення деталей і монтажу вузлів»		
	Робота над кресленнями в САД-системах		
	Захист дипломного проекту		

Студент

(підпис)

В.Ю. Борисова

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

О.Л. Сокольський

(ініціали, прізвище)

ЗМІСТ

Реферат (українська мова).....	6
Реферат (іноземна мова).....	7
Перелік умовних позначень і скорочень.....	8
Пояснювальна записка.....	9
Розділ «Розрахунки».....	36
Розділ «Технологія машинобудування»	59

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Борисова В.Ю.			Лінія виробництва сухих будівельних сумішей з модернізацією грохота	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Сокольський					5	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ		
Н. Контр.								
Затверд.		Сокольський						
					5			

Реферат

Дипломний проект: 78 с, 11 рис, 2 табл, 2 додатків, 16 джерел.

Об'єкт розробки і проектування – грохот вібраційний з модернізацією приводу.

Мета проекту – розробка і проектування, згідно з технічним завданням, грохоту вібраційного з модернізацією приводу, на основі існуючих промислових аналогів; визначення можливостей і здійснення модернізації вузлів грохоту.

Проект містить опис технологічного процесу в якому приймає участь вібраційний ексцентриковий грохот, його призначення та місце в технологічній схемі, розрахунки, що підтверджуються працездатність та надійність конструкції, відповідність розроблюваної машини вимогам охорони праці, рекомендації що до монтажу та експлуатації, рівень стандартизації та уніфікації.

При конструюванні вібраційного ексцентрикового грохоту було зроблено патентний пошук модернізації приводу, креслення виконані за допомогою графічного редактора КОМПАС. Результати розрахунків зведені в розрахунково-пояснювальну записку.

До складальних креслень вібраційного ексцентрикового грохоту, ексцентрикового валу, додаються специфікації.

ПРИВІД, ВІБРАЦІЙНИЙ ГРОХОТ, ЕКСЦЕНТРИКОВИЙ ВАЛ,
ЕКСЦЕНТРИКОВИЙ ГРОХОТ, СОРТУВАННЯ

Abstract

Diploma project: 78 entry, 11 illustration, 2 table, 2 additions, 15 sources.

The object of development and design – the roar vibration to the modernization of drive.

The aim of project is deveiopment and designing. in accordance with terms of reference vibrating screen with modernization occasion, on the basis of existing indtstrial analogues, identify opportunities and implement modernization of nodes roar.

A project contains description of technological process in which the eccentric person riddler, his setting and place, takes part in a flowsheet, calculations which are confirmed capacity and reliability of construction, accordance of exploit machine to the requirements of labour protection, to recommendation in relation to editing and exploitation, level of standardization and standardization.

At constructing of eccentric person riddler it was done patent search, the drafts are executed by the graphics editor COMPASS. The results of calculations are taken in a calculation-explanatory message.

Before the frame-clamping drafts of eccentric person riddler, eccentric person billow are added to the specification.

DRIVE MODERNIZATION, CRASH, ECCENTRIC PERSON BILLOW, ECCENTRIC PERSON CRASH, CLASSIFY

Розділ

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

**на тему: «Лінія виробництва сухих будівельних сумішей з
модернізацією грохота»**

ЗМІСТ

ВСТУП	2
1. Призначення та галузь застосування виробу, який проектується.....	3
2. Технічна характеристика грохоту вібраційного	7
3. Опис конструкції машини, яка розробляється та принцип її роботи	8
4. Патентно-літературний огляд грохота з вибором модернізації	9
5. Охорона праці.....	21
5.1.Виробничий шум.....	21
5.2.Повітря робочої зони.....	22
5.3.Враження електричним струмом	23
5.4.Пожежна безпека.....	24
Висновки.....	26
Список літератури	27

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ			
Зм..	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	Лінія виробництва сухих будівельних сумішей з модернізацією грохота	Літ..	Аркуш	Аркушів
Розроб..	Борисова В.Ю.	Сокольський О.Л.				1	27	
Перев.						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		
Н. Контр.								
Затверд..	Сокольський О.Л.							

ВСТУП

Сортування – це процес поділу подрібненого матеріалу на частки певної крупності (фракції) механічним, повітряним і гідравлічним способами.

Повітряне сортування застосовують для виділення особливо тонких фракцій (менше 1,0...0,1 мм), коли механічне сортування стає неефективним. В процесі повітряної сепарації великі і дрібні частинки матеріалу розлітаються в повітряному потоці під дією сил тяжіння, відцентрових сил і тиску потоку повітря.

Гідравлічну класифікацію, засновану на різній швидкості осідання у воді частинок різної крупності та щільності, застосовують при очищенні щебеню та піску від забруднюючих пилоподібних, глиняних і мулистих частинок. Гідравлічному очищенню піддають матеріал, величина якого в основному не перевищує 5..10 мм, тобто дрібний заповнювач бетону - пісок та щебінь.

Механічне сортування (грохочення) – це процес поділу вихідної маси за крупністю на плоских чи криволінійних просіюючих поверхнях, які виконуються машинами (грохотами), в яких матеріал пропускають через решітки (сита) з отворами певного розміру і форми. Число отриманих фракцій матеріалу визначається числом сит в грохоті (n+1), крупність фракцій – розмірами отворів у цих ситах. При цьому матеріал, що не пройшов через сито і пройшов, називають відповідно верхнім і нижнім класом.

Дана робота являє собою введення про застосування і розробку вібраційного грохоту та його можливу модернізацію. Приведені параметричні та кінематичні розрахунки.

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Призначення та галузь застосування виробу, який проектується

Грохот вібраційний - машина з вібраційним приводом, призначена для розділення сипучих матеріалів на декілька класів шляхом просіювання їх через сита. Застосовується грохот у будівельній промисловості для розділення щебеню, дробленої руди, кварцового піску, кам'яного вугілля, металургійного шлаку, мінеральних добрив та різних сумішей. Розглянемо технологічну схему приготування сухих будівельних матеріалів де бере участь віброгрохот. Будівельні суміші та матеріали — основа промислового і житлового будівництва. Від рівня їхнього виробництва залежать темпи і якість будівельних робіт. До будівельних сумішей відносяться різні природні і штучні матеріали, застосовувані для спорудження, обладнання і ремонту промислових гідротехнічних, житлових, адміністративних і культурно-побутових будинків і споруджень. За призначенням сухі суміші поділяються на: монтажні для замоноличування стиків і монтажу класів В 7,5; В 10; В 12,5; В 15; 22,5; морозостійкістю F 50 і F 75;- кладочні цементно-піщані класів В5; В 7,5; В 10; 15; морозостійкістю F 35 і F 50;- штукатурні цементно - піщані і цементно-вапняно-піщані для ручної і механізованої подачі класів В 5; В 7,5; В 10,15; морозостійкістю F 35 і F 50;- плиткові цементно-піщані класів В 7,5; В 10; В 15; морозостійкістю F 35; і F 50;- шпаклювальні для вирівнювання поверхонь під фарбування, обклеювання шпалерами тощо.

В якості в'язучих матеріалів при виробництві сухих бетонних сумішей використовують портландцемент марок 400 і 500, вапно-пущенку, напівводяний гіпс будівельний. Заповнювачем є кварцовий пісок з модулем крупності більше 2,5 мм.

Залежно від виду застосовуваного в'язучого сухі суміші мають такі області застосування: поверхонь бетонних або цегляних в приміщеннях з відносною вологістю повітря понад 60% - портландцемент марки не нижче 400, шлакопортландцемент марки 400, пуцолановий портландцемент; - для штукатурення зовнішніх поверхонь не піддаються систематичному зволоженню: кам'яних, цегляних, і бетонних, дерев'яних і гіпсових і гіпсових-портландцемент

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

марки 400, вапно з добавкою гіпсового в'язучого, суміш вапна і гіпсу, водостійкі гіпсові в'язучі;- для штукатурення внутрішніх поверхонь (стіни, перегородки, перекриття) в приміщеннях з відносною вологістю повітря до 60% - кам'яних і бетонних – портландцемент марки 400, - дерев'яних і гіпсових – вапно з додаванням гіпсового в'язучого, водостійкі гіпсові в'язучі; - для будівельних і монтажних сумішей для надземних конструкцій в приміщеннях з відносною вологістю повітря менше або рівної 60% і для фундаментів, що зводяться в мало вологих ґрунтах – портландцемент шлакопортландцемент, пуцолаваний портландцемент; - для будівельних і монтажних сумішей для надземних конструкцій в приміщеннях з відносною вологістю більше 60% і для фундаментів, що зводять у вологих ґрунтах – портландцемент, шлакопортландцемент, пуцолановий портландцемент; для будівельних і монтажних сумішей для фундаментів, що зводять у вологих агресивних (сульфатних) ґрунтах і для конструкцій з морозостійкістю F 200 і вище – сульфатостійкий портландцемент; - для кладочних сумішей , для надземних конструкцій в приміщеннях з відносною вологістю повітря менше або дорівнює 60%- портландцемент, шлакопортландцемент, суміш портланд-цементу і вапна.

Приготування сухих сумішей проходить таким чином:

Дрібний заповнювач попередньо піддається віброгрохоченью, сушінню та просіюванню через вібросито. Потім заповнювач, в'язучі і добавки надходять на вагову лінію за допомогою гвинтових дозаторів. Для пігментів є спеціальні ємкості,обладнані каналом пневматичної подачі. Після відважування матеріали надходять у змішувач, де здійснюють перемішування вихідних компонентів до отримання однорідної маси.

Зі змішувача приготвлена суміш через завантажувальну воронку з підйомно-транспортного обладнання надходить в завантажувальну машину. Виробництво сухих сумішей здійснюють на спеціалізованих заводах.

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технічна характеристика грохоту вібраційного

Продуктивність грохота в <i>t/god</i>	30
Розмір сита в мм	1200×3000
Кут нахилу сита в градусах	16-20
Число обертів робочого вала за хвилину	7
Число обертів електродвигуна за хвилину	1440
Маса машини без електродвигуна і ременів в кг	2687
Габаритні розміри в мм :	
довжина	2800
ширина	1700
висота	1670

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

3. Опис конструкції машини, яка розробляється та принцип її роботи

Грохот вібраційний (ЛУ91.131123.000-60ВЗ) складається з опор 5, рами 1, всередині якої на різних рівнях розміщуються сита 6. В середній частині рами встановлено вал дебаланс 4. Вал опирається на два роликотпідшипника, котрі кріпляться до рами. На кінцях вала симетрично встановлені дебаланси, що забезпечують безступінчате регулювання статичного моменту. На одному з кінців вала знаходиться шків, з'єднаний клинопасовою передачею 3 зі шківом електродвигуна 2.

Відцентрові сили інерції, що виникають при обертанні дебалансів, викликають колові чи близькі до них коливальні рухи коробу грохота. Амплітуда цих коливань залежить від сил інерції, характеристики амортизаторів і навантаження на грохот.

Грохот опирається на фундамент, для цього рама забезпечена чотирма кронштейнами, котрими він спирається на пружини 7. При збільшенні навантаження на грохот, амплітуда коливань його короба відповідно зменшиться, і навантаження на підшипники залишається практично постійним, тобто вібраційний грохот має властивість «самозахисту» від перевантажень. Ця властивість дозволяє успішно використовувати вібраційні грохоти для грубого грохочення крупнокускового матеріалу, наприклад, для відсіву мілкового матеріалу перед первинним подрібненням.

									ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
										7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

4. Патентно-літературний огляд грохота з вибором модернізації

Завдання патентно-літературного огляду полягає у дослідженні стану «Грохот вібраційний», пошуку патентів, його можливого покращення та вибір модернізації приводу. Патентний пошук проводиться в інтернеті на сайті Держаного підприємства «Український інститут інтелектуальної власності» (<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewsearchres&page=2>)

Таблиця 4.1- Результати пошуку патентів

Назва патенту	Номер патенту	Класиф. індекси МПК	Номер патенту	Суть патенту
1	2	3	4	5
Грохот вібраційний	Романуша В.О. Жеребних С.М. Жеребних О.С. Яковлєва Ю. В.	В07В1/00	65716	Вдосконалення вібраційного грохота з метою збільшення ефективності класифікації сипких матеріалів
Грохот вібраційний	Надутый В.П. Левченко П.В.	В07В1/40	77403	Застосування віброприводу двох кінематично не зв'язаних між собою самосинхронізованих інерційних віброзбудників

Продовження таблиці 4.1

Грохот вібрацій- ний	Франчук В.П. Федоскін В.О. Куниця В. Ф.	B07B1/46	81082	Удосконалення вібраційного грохоту за допомогою гвинтового руху частинок матеріалу
Вібро- збудник	Мікульонок І.О. Швачко Д.Г. Борисова В.Ю.	B07B1/46	150846	Вдосконалення віброзбудника

1. Патент UA №65716, B07B1/40, Вібраційний грохот.

Корисна модель належить до обладнання для розподілу по класах крупності сипучих полідисперсних матеріалів, що мають у своєму складі переважно частки діаметром меншим 1 мм, і може бути застосована в будівельній, хімічній, вугільній, харчовій та інших галузях промисловості.

Відомий грохот, що включає, корпус, рами, сита, віброприводи, зв'язані з ситами, завантажувальний і розвантажувальні пристрої, в якому кожна точка збудження коливань сит має окремий вібропривод.

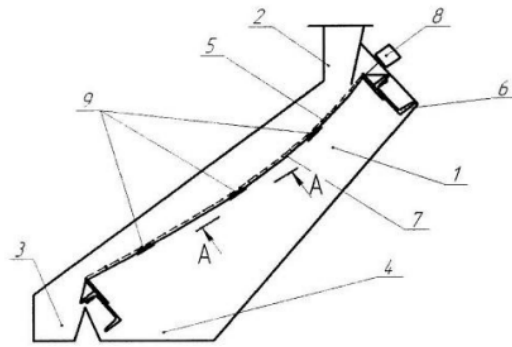
Вібраційний грохот включає корпус 1, завантажувальний 2 і розвантажувальні пристрої 3 і 4, сито 5 у рамі 6, виготовлене так, що перетини поверхні, що просіває, вертикальними площинами в подовжньому напрямку є увігнутими (опуклими), а перетини в поперечному напрямку –

опуклими (увігнутими) лініями, струни 7, що охоплюють поверхню, що просіває, з опуклої сторони її перетину, причому кожна струна з однієї сторони закріплена на поперечині рами, а з іншою зв'язана з вібратором 8 змонтованим

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

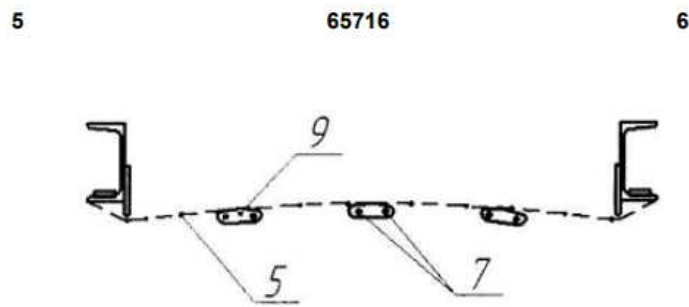
ЛУ91.131126.01-90ПЗ

на протилежній поперечині рами 6. Натягнення струн регулюється натяжними болтами.



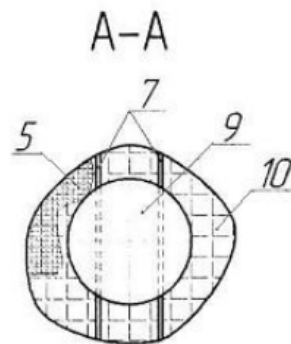
Фиг. 1

Рисунок 4.1-Подовжній розріз вібраційного грохоту



Фиг. 2

Рисунок 4.2-Поперечний розріз



Фиг. 3

Рисунок 4.3- Вид А-А

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

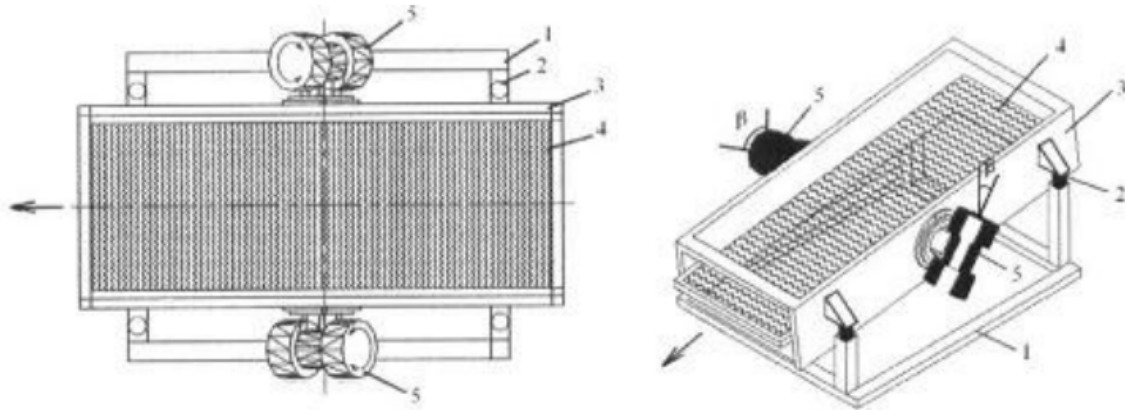
2.Патент UA № 77403 МПК: B07B 1/40 Грохот вібраційний

Корисна модель належить до конструкції машин для вібраційного поділу корисних копалин за крупністю, які можуть бути використані у гірничо-збагачувальній, металургійній, будівельній та хімічній галузях промисловості Відомий "Грохот вібраційний", що включає короб з класифікуючим ситом, встановленим без натягнення, віброзбуджувач, опорні амортизатори і динамічно активну поверхню, розташовану під верхнім ситом і виконану у вигляді натягнутих паралельно упоперек короба еластичних струн, поверх яких додатково встановлено, вільно, без натягнення, полімерне сито із незмочуваного матеріалу з розміром чарунки в 5-10 разів більше, ніж у верхньому класифікуючому ситі. Недоліком даної конструкції є відсутність регулювання якихнебудь траєкторій коливання просіваючої поверхні та однобічний рух матеріалу по класифікуючому сити, внаслідок чого зменшується час його перебування на робочому органі, що призводить до зниження ефективності грохочення. Недоліком прототипу є його низька продуктивність та значні динамічні навантаження на металоконструкцію та фундамент за рахунок розвороту дебалансних мас віброзбуджувача відносно один одного. В основу корисної моделі поставлена задача створення вібраційного грохота, у якому за рахунок того, що вібропривід складається з двох самосинхронізованих інерційних віброзбуджувачів, осі яких повернені у протилежні напрямки на однаковий кут (β відносно вертикальної осі центра мас короба, а жорсткість пружних елементів у поздовжньому перерізі у 2-3 рази більша, ніж у поперечному, збільшується шлях пересування матеріалу по просіваючій поверхні і, як наслідок, підвищується ефективність процесу просівання. Поставлена задача вирішується тим, що у вібраційному грохоті, що містить короб з просіваючою поверхнею, розташований через пружні елементи на опорній рамі, та вібропривід, згідно з корисною моделлю, вібропривід складається з двох кінематично не зв'язаних між собою самосинхронізованих інерційних віброзбуджувачів, встановлених з протилежних бортів короба грохота, перпендикулярно його поперечній осі, при цьому осі віброзбуджувачів повернені

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

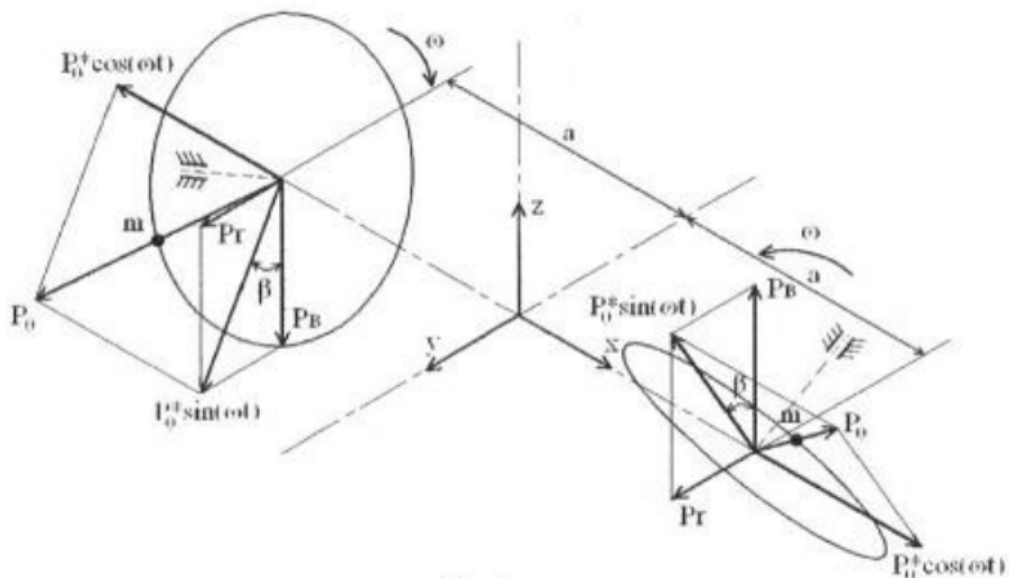
у протилежні напрямки на однаковий кут β відносно вертикальної осі центра мас короба, а жорсткість пружних елементів у поздовжньому перерізі у 2-3 рази більша, ніж у поперечному. Вібраційний грохот (рис.4.4) встановлений на опорній рамі 1, містить через пружні елементи 2 короб 3 з поверхнею, що просіває 4. З протилежних бортів грохота, перпендикулярно його поперечній осі, закріплені віброзбуджувачі 5, що повернені у протилежні напрямки у вертикальній площині короба 3 на однаковий кут β . Вібраційний грохот працює наступним чином. При роботі віброзбудників 5 короба грохота передаються динамічно стійкі просторові гармонійні коливання (рис.4.5), які складаються з лінійних направлених коливань ($2 \cdot P_{\Gamma}$) та обертового моменту ($2 \cdot P_{\beta}$) уздовж поздовжньої осі короба грохота 3. Під впливом збуджуючої сили віброприводу мінеральна сировина рухається з високою швидкістю по зигзагоподібній траєкторії до розвантажувальної частини грохота. При цьому збільшується шлях транспортування матеріалу та відповідно - ефективність просівання. Шар сипкого матеріалу, що знаходиться на ситі 4, у вигляді віброкиплячої маси інтенсивно сегрегує. При цьому дрібні частинки матеріалу переміщуються до просіваючої поверхні, а крупні - до верхньої поверхні шару маси, що переробляється. За рахунок зміни кута напрямку збуджуючої сили β , а також частоти обертання та величини статичних моментів мас віброзбуджувачів 5, можна отримати різноманітні траєкторії коливання короба грохота 3, тим самим оптимізуючи роботу машини до різноманітних умов експлуатації при її високих технологічних показниках.

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Фиг. 1

Рисунок 4.4- Загальний вигляд заявленого грохота



Фиг. 2

Рисунок 4.5- Схема дії збуджуючих сил

3. Патент UA №81082, B07B1/46 Вібраційний грохот

Вібраційний грохот містить короб, сито, пружні елементи, одновальний віброзбудник, завантажувальне вікно. Вал віброзбудника розміщено в центрі мас рухомих елементів грохота під гострим кутом до поверхні сита. Робоча поверхня сита виконана у вигляді поздовжніх жолобів з пружними елементами.

										Арк.
										13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛУ91.131126.01-90ПЗ					

Корисна модель належить до обладнання для розділення сипких матеріалів і може бути використана в гірничій, будівельній, металургійній, хімічній та інших галузях промисловості. Відомий вібраційний грохот з неоднорідним полем еліптичних і кругових коливань, який включає в себе короб, поверхні, що просіюють, віброізолятори і віброзбудник, який зміщений відносно центра мас рухомих елементів у бік розвантаження і нахилений до площини розвантажувальної частини поверхні, що просіює.

Недоліком такого рішення є те, що напрямок траєкторій коливання короба по його довжині змінюється, що призводить до нерівномірного руху матеріалу, нераціонального використання робочої поверхні сита і зниження ефективності грохочення.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення вібраційного грохоту, в якому за допомогою нового конструктивного рішення забезпечується гвинтова траєкторія руху частинок матеріалу, спрямована в бік розвантажувального вікна, за рахунок одночасного накладення кругових коливань поперек жолобів і прямолінійних коливань уздовж жолобів поверхні, що просіює, збільшення шляху проходження матеріалу по поверхні, що просіює, перемішування матеріалу в шарі, очищення сітки в процесі роботи грохоту, і, за рахунок цього, підвищення ефективності поділу матеріалів і продуктивності грохоту, зниження енерговитрат.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомій конструкції вібраційного грохоту, який містить короб, сито, пружні елементи, одновальний віброзбудник, згідно з корисною моделлю, вал віброзбудника розміщено в центрі мас рухомих елементів грохоту під гострим кутом до поверхні сита, спрямованим у бік завантажувального вікна, а робоча поверхня сита виконана у вигляді поздовжніх жолобів з пружними елементами, розташованими вздовж внутрішніх поверхонь вершин жолобів.

Вібраційний грохот містить короб 1, розташований на опорних пружних елементах 2. Короб 1 забезпечений змінним ситом 3, робоча поверхня якого виконана у вигляді поздовжніх жолобів. Так, сітка 4, може бути закріплена на фігурному профілі поперечин 5 сита 3 за допомогою притискних планок 6 та

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

болтів 7 При невеликій ширині поверхні, що просіює, притискні планки 6 кріпляться по краях, а при збільшенні ширини сита 3 можливо додаткове кріплення в середній частині. Таким чином, робоча поверхня набуває форму поздовжніх жолобів з заданим профілем (круглим, прямокутним, трикутним і т.п.). По вершинах фігурного профілю поперечин 5, сполучаючись з внутрішньою поверхнею вершин жолобів, укладений пружний елемент 8. До короба 1 закріплений одновальний інерційний віброзбудник 9 таким чином, що вісь його дебалансного вала 10 розташована у вертикальній поздовжній площині симетрії короба, проходить через центр мас (ц. м.) рухомих елементів грохоту і утворює гострий кут з поверхнею, що просіює, сита 3. При цьому вершина кута нахилена убік завантажувального вікна 11. Для розвантаження надрешітного продукту служить розвантажувальний пристрій 12, а підрешітного продукту - розвантажувальний пристрій 13.

При обертанні дебалансного вала 10 віброзбудника 9, який встановлений в центр мас рухомих елементів грохоту з розташуванням вала у вертикальній поздовжній площині симетрії короба під гострим кутом до поверхні сита 3, спрямованим убік завантажувального вікна 11, виникає просторове коливання короба 1. При цьому короб 1 буде здійснювати кругові коливання поперек жолобів і прямолінійні коливання уздовж жолобів поверхні, що просіює. У зв'язку з цим, матеріал, що надходить із завантажувального вікна 11, буде переміщатися по гвинтовій траєкторії, що призводить до його інтенсивного перемішування, збільшення шляху просіювання матеріалу і оновлення поверхні контакту. Крім цього в процесі поділу беруть участь і бічні поверхні жолобів, що збільшує площу поверхні, що просіює. Коливання коробу 1 створює коливальний рух пружним елементам 8, які утворюють з сіткою 4 віброударну пару. Високочастотний ударний вплив на сітку 4 з боку пружних елементів 8 призводить до струшування, вибивання частинок та інтенсивного очищення поверхні, що просіює. Матеріал, який розділяється, рухається по віброуючій поверхні, що просіює, при цьому частинка матеріалу з меншим розміром, ніж отвори поверхні, що просіює, проходять крізь них і розвантажуються через розвантажувальний пристрій 13. Частинки матеріалу більшого розміру

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортуються по поверхні, що просіює і розвантажується через розвантажувальний пристрій 12.

Таким чином, запропоноване технічне рішення забезпечує збільшення шляху проходження матеріалу по поверхні, що просіює, самоочищення поверхні, що просіює, і перемішування матеріалу в шарі, що призведе до збільшення ефективності поділу сипких матеріалів і продуктивності грохоту.

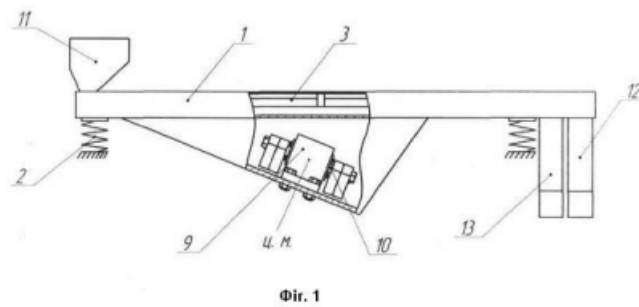


Рисунок 4.6- Вібраційний грохот

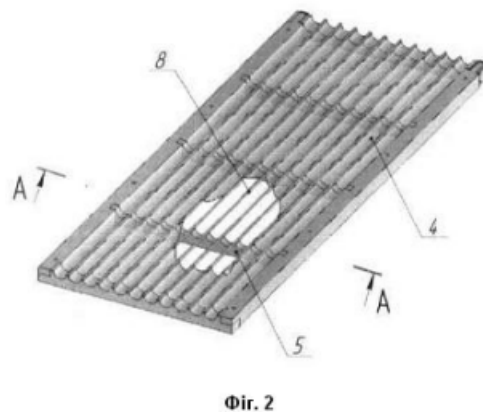


Рисунок 4.7- Сито вібраційного грохоту

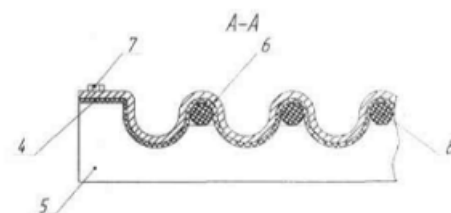


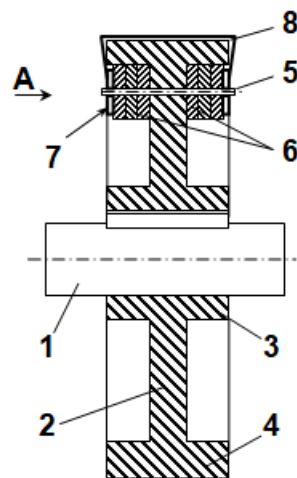
Рисунок 4.8- Кріплення до сита поверхні, що просіює

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

кілець 6, забезпечуючи потрібну масу дебалансу. Знімні кільця 6 стягують між собою маховичками 7, які для запобігання само відкручуванню під час роботи віброзбудника стягують між собою лапками П-подібного пружного фіксатора 8 (загнуті кінці лапок при цьому входять в отвори маховичків 7, що не лише надійно фіксує їх на різьбовому стрижні 5, а й унеможливорює злітання П-подібного пружного фіксатора 8 з ободу 4 під дією відцентрової сили під час обертання приводного вала 1).

Під час обертання приводного вала 1 внаслідок наявності не зрівноваженої маси віброзбудник генерує коливання, які передаються на робочі органи технологічного обладнання, що полегшує оброблення сипких (порошкоподібних, гранульованих, кускових) матеріалів.

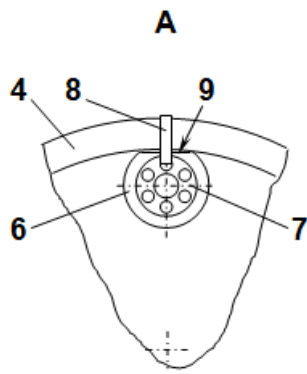
Пропонована корисна модель істотно розширює технологічні можливості віброзбудника.



Фіг. 1

Рисунок 4.10- Поздовжній розріз пропонованого віброзбудника

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18



Фіг. 2

Рисунок 4.11- Вид А на рис.4.10

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

5. Охорона праці

Охорона праці виявляє і вивчає можливі причини нещасних випадків , професійних захворювань , аварій , вибухів , пожеж. Розроблює систему заходів і потреб з ціллю усунення цих причин і створення безпечних для людини умов праці.

Відповідно до теми дипломного проекту *«Лінія виробництва сухих будівельних сумішей з модернізацією грохота»* на стадії виробництва при роботі лінії розробляються заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

При роботі слюсаря на робочому місці площа $S = 14\text{м}^2$ і об'єм якого $V = 56\text{м}^3$, існують такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори , як виробничий шум , параметри повітря робочої зони , враження електричним струмом , пожежна безпека.

5.1. Виробничий шум

Шум – це будь-який небажаний звук, якій наносить шкоду здоров'ю людини, знижує його працездатність, а також може сприяти отриманню травми в наслідок зниження сприйняття попереджувальних сигналів. З фізичної точки зору – це хвильові коливання пружного середовища, що поширюються з певної швидкістю в газоподібній, рідкій або твердій фазі.

Основним джерелом шуму при роботі грохота є ексцентриковий вал, що обертається та електродвигун.

Методи боротьби з шумом.

З шумними технологічними процесами або особливо шумним устаткуванням влаштовують кабіни спостереження і дистанційного керування. Їх виготовляють із звичайних будівельних матеріалів у вигляді ізольованих приміщень, обладнаних вентиляцією, оглядовими вікнами, дверми (з щільними притворами) та віброізоляторами для запобігання проникнення в кабіни структурного шуму. Нерідко в кабінах стеля і частина стін облицьовують звукопоглинальними матеріалами.

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливу увагу звертають на замазування щілин і наскрізних отворів в місцях проходження комунікацій. Використовують індивідуальні засоби захисту.

5.2. Повітря робочої зони

Робота відноситься до важкої фізичної роботи, оскільки установка розташована в умовах шуму та підвищеної відносної вологості, робота проводиться в 3 зміни, цілодобово, у будь-який час року.

Основні параметри повітря в робочій зоні для даної категорії роботи наведено у таблиці 1

Таблиця 5.1- Параметри температури, відносної вологості і швидкості руху 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

Параметри повітря робочої зони відповідають ГОСТ 12.1.005–88. Забезпечення параметрів здійснюється в зимовий час за допомогою водяного опалення з температурою теплоносія 70–90 °С, а в теплий час року – витяжною вентиляцією ДСН 3.3.6.042–99.

5.3. Враження електричним струмом

При роботі з електроустаткуванням необхідно, перш за все, остерігатися безпосереднього зіткнення зі всякого роду струмопровідними частинами, з частинами устаткування і металоконструкціями, які виявилися під напругою унаслідок порушення ізоляції в тих або інших електроустановках.

У сухих виробничих приміщеннях відносно безпечною вважається напруга струму до 40В приміщеннях жарких, сирих, із земляною або бетонною підлогою безпечна напруга лише до 12 В. Провода високої напруги мають бути, розміщені в місцях, не доступних для зіткнення з ними.

Чим більша сила струму, тим більше небезпека поразки. Струм в 0,1 А і вище, як правило, є для людини смертельним.

Степінь небезпеки ураження електричним струмом залежить від ряду умов, зокрема від характеру дотику до токоведущим частин. Особливо небезпечний двополосний дотик, тобто одночасний дотик до двох фаз електричної мережі, що знаходиться під напругою. Тіло людини тоді виявляється під дією повної робочої напруги мережі, і струм, що проходить через нього, досягає 0,1 А.

Для безпечного проведення робіт передбачаються наступні заходи:

1. Заземлення або занулення всіх металевих частин устаткування.
2. Вживання індивідуальних засобів захисту (ізолюючі гумові килимки і рукавички, інструмент з ізольованими ручками і так далі)
3. Вживання безпечної напруги (не вище 36 В при користуванні ручними переносними лампами і не вище 12 В при роботі в особливо небезпечних умовах – в сирих приміщеннях, усередині апаратів і тому подібне)
4. Спорудження тимчасових обгороджувань від дротів і кабелів, що знаходяться під напругою і проходящих в районі ремонтного майданчика.

Якщо відключення установки не може бути здійснене досить швидкий, потрібно прийняти заходи до відділення потерпівшого від токоведучих частин, до яких він торкається.

									Арк.
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЛУ91.131126.01-90ПЗ

В цілях ізоляції, хто надає допомогу повинен надіти діелектричні рукавички і галоші або обмотати свої руки шарфом, обернути суконним кашкетом, натягнути на гроні руки рукав і тому подібне. Для ізоляції рук можна також накинути на потерпівшого гуму, прогумовану матерію (плащ) або просто суху матерію. Можна також встати на суху дошку або якусь суху, що не проводить електричний струм підстилку, згорток одягу і так далі .

При відділенні потерпівшого від токоведучих частин рекомендується діяти по можливості однією рукою. При необхідності потрібно перерубати або перервати дроти сокирою з сухою дерев'яною рукояткою або іншим відповідним ізольованим інструментом. Виробляти це потрібно з належною обережністю (не стосуватися дротів, рубати кожен дріт окремо, надівши діелектричні гумові рукавички і галоші).

При відділенні потерпівшого від землі або від токоведущих частин, що знаходяться під напругою вище 1000 В, необхідно бути в рукавичках і діяти штангою або кліщами, розрахованими на відповідну напругу.

5.4. Пожежна безпека

До основних профілактичних заходів можна віднести:

- видалення пожаро – і вибухонебезпечних продуктів (сировини, напівпродуктів, готової продукції) з апаратів і комунікацій;
- очищення, промивання, пропарювання і продування ремонтваного устаткування;
- підтримка строгого розпорядку при виробництві вогневих робіт.

З метою запобігання пожежам в період підготовки до ремонту з приміщення, апаратів і комунікацій віддаляється сировина, продукти реакцій, готова продукція, тара, пакувальні матеріали; розчищаються пошкоджені ділянки полов, облицювань, ізоляцій, які просочені хімічними речовинами. Проводиться прибирання і провітрювання приміщень.

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Апаратура і технологічні трубопроводи, в яких знаходилися шкідливі і легкозаймисті речовини, піддаються ретельній обробці. Вигляд обробки застосовується виходячи з місцевих умов і вживаних у виробництві речовин.

Найбільш відповідальними і трудомісткими є вогневі роботи, до яких відноситься електрична і газова зварка, а також різання металів.

Перед електрозварювальними роботами проводиться ретельна підготовка всього приміщення (цеху, ділянки).

У необхідних випадках з метою швидкої ліквідації пожеж передбачаються спеціальні заходи: установка додаткових пожежних ліній, що відходять від магістральних трубопроводів, збільшення на небезпечних ділянках переносимих або таких, що перевозяться засобів гасіння пожеж.

З метою розробки пожежопрофілактичних заходів для вибухо – і пожаронебезпечного цеху притягується фахівець, який визначає об'єм і терміни ремонту пожежних водопроводів, спрінклерних і дренчерних пристроїв, а також пінного і углекислотного устаткування і інвентаря. Визначаються найбільш небезпечні ділянки, уточнюється список протипожежних засобів, перевіряється наявність і справність протипожежного устаткування і інвентаря. Фахівець з пожежної техніки спільно з керівництвом цеху на підставі графіка ремонту устаткування вказує місця розташування тимчасових пожежних постів і встановлює способи сигналізації на випадок виникнення пожежі (автоматична тривожна сигналізація, переносний тимчасовий телефон і так далі).

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Під час курсового проектування було досліджено і розраховано грохот вібраційний.

Знайдена технологічна лінія, досліджено будову, принцип дії та сферу застосування грохоту вібраційного. Індивідуальним завданням курсового проектування було знайти варіанти модернізації ланцюговий робочий орган грохоту вібраційного. В зв'язку з цим було зроблено літературно-патентний огляд і вибрано конструкцію яка найкраще підходить для обраної машини.

Також були зроблені параметричні та міцнісні розрахунки грохоту вібраційного, кінематичні розрахунки приводу грохоту вібраційного, підібрано для приводу грохоту вібраційного, та зроблені розрахунки, які підтверджують параметричні розрахунки для грохоту вібраційного.

Також було знайдено варіанти модернізації грохоту вібраційного.

Були зроблені креслення загального вигляду машини, грохоту вібраційного з модернізацією приводу, модернізація грохота вібраційного та технологічна схема.

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список літератури

1. Розрахунок та конструювання валів, вибір підшипників кочення за динамічною вантажопідйомністю: Методичні вказівки до проведення розрахунково – графічних робіт з дисципліни «Деталі машин» /Укл.: Стадник В.А. – К.:НТУУ «КПІ», 2004. – 108с.
2. Анурьев В.И. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 1, 2, 3 М.: 1982
3. Вибір електродвигуна, кінематичниц та силовий розрахунок механічного приводу: Методичні вказівки до виконання робіт з дисципліни «Деталі машин» » /Укл.: Герасімов Г.В. – К.:НТУУ «КПІ», 2008. – 110с.
4. Методические указания для выполнения курсовых работ по дисциплине «Процессы и аппараты отрасли» К. КПИ 1978 9. Курсова робота з дисципліни ПАХТ на тему: вібраційний грохот.
5. . Справочник конструктора-машиностроителя. Том 1, 2, 3 М.: 1982
6. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1971. – 754 с.
7. Киркач Н.Ф, Баласанян Р.А.. Расчет и проектирование деталей машин. Харьков «Основа»: 1991. — 273с.
8. Клушанцев Б.В. Щоківі дробарки. – М.: ЦИНТИ, 1962. – 181 с.
9. Кольман-Иванов Э.Э. Машины химических производств: Атлас конструкций: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1981. – 118с.
10. Писаренко Г.С. та ін. Опір матеріалів: підручник. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища школа, 2004. – 655 с.
11. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов. – М.: Промиздат, 1970. – 343 с.
12. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов изделий и конструкций. М.: 1971. — 381с.

Розділ

РОЗРАХУНКИ

до дипломного проекту

**на тему: «Лінія виробництва сухих будівельних сумішей з
модернізацією грохота»**

ЗМІСТ

РОЗРАХУНКИ.....	2
1. Кінематичні розрахунки.....	3
1.1. Вибір електродвигуна	3
2. Розрахунки на міцність	9
3. Розрахунок шпоночних з'єднань	11
4. Вибір підшипників	12
5. Розрахунок на міцність в системі CATIA та ANSYS.....	15
Висновки.....	22

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ								
Зм..	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	Лінія виробництва сухих будівельних сумішей з модернізацією грохота								
Розроб..	Борисова В.Ю.									Літ..	Аркуш	Аркушів	
Перев.										1	27		
Н. Контр.										<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>			
Затверд..	Сокольський О.Л.												

РОЗРАХУНКИ

Вихідні дані:

$\Pi\rho = 30 \text{ т/год}$ продуктивність грохота;

$D' = 0,1 \text{ м}$, $D''_{cp} = 0,03 \text{ м}$ крупніють кусків матеріалу,

$\rho = 2 \text{ т/м}^3$;

$\mu = 0,65$ ступінь розпушення .

Число обертів вала вібратора:

$$n \geq \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g \cos \alpha}{\pi^2 \cdot r}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{9,8 \cdot \cos 18^\circ}{3,14^2 \cdot 0,003}} = 8,9 \text{ об/с} \quad (4.1)$$

де r - амплітуда вібрації $r = (1 \dots 3) 10^{-3}$.

Приймаємо: $r = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

$$n = 30 \text{ об/с}$$

Ширину поверхні, що просіює знайдемо з формули продуктивності:

$$\Pi\rho = 7200 \cdot D_{cp} \cdot r \cdot n \cdot \rho \cdot \mu \cdot \text{tg} \alpha, \quad (4.2)$$

де B –ширина грохота.

$$\text{Отже, } B = \frac{\Pi\rho}{2700 \cdot r \cdot n \cdot \rho \cdot \mu \cdot \text{tg} \alpha} = \frac{30}{720 \cdot 0,1 \cdot 0,003 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 0,65 \cdot \text{tg} 18^\circ} = 1,040 \text{ м.} \quad (4.3)$$

$$\text{Довжина грохота: } L = 2,5 \cdot B = 2,5 \cdot 1,040 = 2,600 \text{ м.} \quad (4.4)$$

Число сит в грохоті – 2.

$$\text{Маса дебаланса: } m\partial = \frac{m \cdot r}{r\partial} = \frac{5 \cdot 0,003}{0,30} = 0,05 \text{ т.} \quad (4.5)$$

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Кінематичні розрахунки

1.1. Вибір електродвигуна

Загальне значення передаточного числа для кожного з чотирьох двигунів в залежності від синхронної частоти обертання:

$$\tilde{U} = \frac{3000}{n}; \quad \tilde{U} = \frac{1500}{n}; \quad \tilde{U} = \frac{1000}{n}; \quad \tilde{U} = \frac{750}{n} \quad (4.21)$$

де n – частота обертання валу віброгрохоту

$$n = 600 \text{ об/хв.}$$

$$\tilde{U} = \frac{3000}{600} = 5; \quad \tilde{U} = \frac{1500}{600} = 2,5; \quad \tilde{U} = \frac{1000}{600} = 1,7; \quad \tilde{U} = \frac{750}{600} = 1,25$$

Виходячи з кінематичної схеми приводу, загальне передаточне число $U_0 = U_1$, де U_1 – передаточне число клинопасової передачі. Для клинопасової передачі рекомендований інтервал передаточних чисел $U = 2...5$, тому

$$U_{\min} = 2; \quad U_{\max} = 5$$

Порівнюючи загальні (приблизні) передаточні числа кожного з чотирьох електродвигунів з мінімальним максимальним передаточними числами та беручи до уваги умову $U_{\min} < \tilde{U}_i < U_{\max}$, отримаємо $\tilde{U}_i = 2,54$. Згідно ГОСТ 195823 – 81 вибираємо двигун 4А90L4У3 з потужністю $P_n = 2,3 \text{ кВт}$; частотою обертання

$$n_0 = 1425 \text{ об/хв.}$$

Потужність приводу:

$$N = 4 \cdot \pi^3 \cdot n^3 \cdot m_g \cdot r_1 \cdot d_g \cdot f / \eta_n, \quad (4.22)$$

де d_g - діаметр валу у місці встановлення підшипників, м; $d_g = 40 \text{ мм}$

f - приведений коефіцієнт тертя ковзання підшипника, $f = 0,0025$

η_n - ККД приводу

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta_n = \eta_{\text{об}} \cdot \eta_{\text{кл.п}} \cdot \eta_{\text{нидм}}^2 = 0,87 \cdot 0,96 \cdot 0,987^2 = 0,81, \quad (4.23)$$

Таким чином:

$$N = \frac{4 \cdot 3,14^3 \cdot 30^3 \cdot 0,04 \cdot 0,188 \cdot 0,04 \cdot 0,0025}{0,81} = 3,1 \quad \text{кВт}$$

6.1.2 Розрахунок клинопасової передачі:

Вихідні дані для розрахунку потужності, що передається ведучим шківом:

$$P_1 = P_{\text{д.сн}} = \frac{P_n}{\eta}, \quad \text{де } \eta = 0,96, \quad (4.24)$$

$P_{\text{д.сн}} = 2,3 \text{ кВт}$, частотою обертання ведучого шківа $n_1 = n_2 = 1425 \text{ об/хв}$,

$U' = U_1$ - попереднє значення передаточного числа клинопасової передачі

$$U_1 = 2,5$$

Згідно ГОСТ 12843 – 30 вибираємо переріз паса – А. Для прийнятого перерізу паса діаметр ведучого шківа $d_1 = 100 \text{ мм}$.

Колова швидкість:

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{1000 \cdot 60} \leq [V] = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 1425}{1000 \cdot 60} = 7,14 \text{ м/с} < 30 \text{ м/с} \quad (4.25)$$

де d_1 – діаметр ведучого шківа

n_1 - частота обертання ведучого шківа

$[V]$ - допустима колова швидкість для даного перерізу паса, $[V] = 30 \text{ м/с}$

Діаметр веденого шківа (орієнтовано):

$$d_2' = d_1 \cdot U' \cdot (1 - \xi), \quad (4.26)$$

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ξ - коефіцієнт пружного ковзання паса, $\xi = 0,017$.

$$d'_2 = 100 \cdot 2,5 \cdot (1 - 0,017) = 246 \text{ мм} \quad (4.27)$$

За ГОСТ 20898 – 75 приймаємо $d_2 = 250 \text{ мм}$

Уточнюємо передаточне число:

$$U = \frac{d_1}{d_1 \cdot (1 - \xi)} = \frac{250}{100 \cdot (1 - 0,017)} = 2,54. \quad (4.28)$$

Відносна похибка передаточного числа:

$$\Delta = \left| \frac{U' - U}{U'} \right| \cdot 100\% \leq [\Delta] = 5\% \quad (4.29)$$

$$\frac{2,5 - 2,54}{2,5} \cdot 100\% = 1,6\% < 5\%$$

Фактична частота обертання веденого шківів:

$$n_2 = \frac{n_1}{U} = \frac{1425}{2,54} = 580 \text{ об/хв} \quad (4.30)$$

Міжосьова відстань (орієнтовно):

$$a' = k \cdot d_2 = 1,1 \cdot 250 = 275 \text{ мм}, \quad (4.31)$$

де $k=1,1$.

При цьому необхідне виконання умови:

$$2(d_1 + d_2) \geq a' \geq 0,55(d_1 + d_2) + h, \quad (4.32)$$

де h – висота перерізу паса $h=8 \text{ мм}$,

$$2 \cdot (100 + 250) \geq 275 \geq 0,55 \cdot (100 + 250) + 8$$

$$700 \geq 275 \geq 200,5$$

Розрахункова довжина паса:

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_p = 2 \times a' + \frac{\pi \times (d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \times a'} = 2 \times 275 + \frac{3,14 \times (250 + 100)}{2} + \frac{(250 - 100)^2 \times 4 \times 275}{4 \times 275} = 1119,9 \text{ мм}$$

(4.33)

Згідно ГОСТ 1284.1 – 80 приймаємо $L = 1120 \text{ мм}$

Число обертів паса:

$$U = \frac{V}{L} \leq [U] = 15 \text{ с}^{-1} \quad (4.34)$$

$$U = \frac{7,4}{1,12} = 6,6 < 15 \text{ с}^{-1}$$

Відповідно прийнятій довжині паса уточнюємо міжосьову відстань:

$$a = 0,125 \left\{ 2L - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2L - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right\} =$$

$$= 0,125 \cdot \left\{ 2 \cdot 1120 - 3,14 \cdot (250 + 100) + \sqrt{[2 \cdot 1120 - 3,14 \cdot (250 + 100)]^2 - 8 \cdot (250 - 100)^2} \right\} = 275 \text{ мм} \quad (4.35)$$

Кут обхвату ведучого шківів:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57,3^\circ \cdot \frac{d_2 - d_1}{a} \geq [\alpha_{\min}] = 120^\circ$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57,3^\circ \cdot \frac{250 - 100}{275} \geq 149^\circ > 120^\circ \quad (4.36)$$

Потрібна кількість пасів:

$$Z' = \frac{P_1}{P_0 \cdot C_p \cdot C_\alpha \cdot C_l \cdot C_z} \leq 6(8) \quad (4.37)$$

P_0 - допустима номінальна потужність, $P_0 = 1,45 \text{ кВт}$

C_p - коефіцієнт динамічності та режиму роботи передачі, $C_p = 0,83$

C_α - коефіцієнт кута обхвату, $C_\alpha = 0,92$

C_l - коефіцієнт, що враховує вплив на довговічність довжини паса, $C_l = 0,86$

C_z - коефіцієнт, що враховує число пасів у комплекті клинопасової передачі, $C_z = 0,95$

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

$$Z' = \frac{2,3}{1,45 \cdot 0,83 \cdot 0,92 \cdot 0,86 \cdot 0,95} = 3 < 6(8)$$

$$Z = \frac{2,3}{1,45 \cdot 0,85 \cdot 0,92 \cdot 0,86 \cdot 0,95} = 2,6 \text{ Приймаємо } 3$$

Конструювання шківів [ЛУ91.131121.004-60]

Вибір матеріалу шківів залежить від швидкості. В зв'язку з тим, що шків виготовляють з сірого чавуна СЧ 15 ГОСТ 1412 – 85. З технологічних міркувань приймаємо шків зі спицями та с тупицею по ГОСТ 20897 – 75.

Для діаметра вала $d = 50 \text{ мм}$:

$$l_p = l - b = 70 - 14 = 56 \text{ мм}$$

$$\sigma_{зм} = \frac{4T}{dl_p h} = \frac{4 \cdot 82,8}{0,05 \cdot 0,056 \cdot 0,009} = 13,1 \text{ МПа} < 130 \text{ МПа}$$

Розрахунковий діаметр шківів $d_p = 250 \text{ мм}$

Зовнішній діаметр шківів $d_e = 256,6 \text{ мм}$

Внутрішній діаметр маточини $d = 40 \text{ мм}$

Ширина шківів $B_{шк} = 50 \text{ мм}$

Визначення сил напружень та розрахункової довговічності:

Колова сила:

$$F_t = \frac{10^3 P_1}{V} = \frac{10^3 \cdot 2,3}{7,4} = 310 \text{ Н}$$

Сила початкового натягу одного паса:

$$F_0 = \frac{780 P_1}{V \cdot C_p \cdot C_\alpha \cdot Z} + g \cdot V^2$$

де g – маса 1 м паса, $g = 0,1 \text{ кг/м}$

$$F_0 = \frac{780 \cdot 2,3}{7,4 \cdot 0,83 \cdot 0,92 \cdot 3} + 10 \cdot 7,4^2 = 653,4 \text{ Н}$$

Сили, що діють на вал та підшипники:

$$F_r = 2 \times F_0 \times Z \times \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \times 653,4 \times 3 \times \sin \frac{149}{2} = 3778 \text{ Н}$$

									ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
										7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Напруження у ведучій вітці паса:

$$\sigma_1 = \sigma_0 + \frac{F_t}{2ZA}$$

де σ_0 – напруження від початкового натягу паса, $\sigma_0 = 1,2 \text{ МПа}$

A – площа перерізу паса, $A = 81 \text{ мм}^2$

$$\sigma_1 = 1,2 + \frac{310}{2 \cdot 3 \cdot 81} = 1,84 \text{ МПа}$$

Напруження згину у пасі на дузі обхвату ведучого шківів:

$$\sigma_{зг} = E \frac{2Y_0}{d_1}$$

E - модуль пружності для пасів приймаємо, $E = 70 \text{ МПа}$

Y_0 - відстань від нейтральної лінії до найбільш напружених волокон, $Y_0 = 2,8 \text{ мм}$

$$\sigma_{зг} = 70 \cdot \frac{2 \cdot 2,8}{100} = 3,92 \text{ МПа}$$

Напруження, які виникають у пасі від дії відцентрових сил:

$$\sigma_v = \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-6}$$

де ρ - питома маса, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$

$$\sigma_v = 1300 \cdot 7,4^2 \cdot 10^{-6} = 0,07 \text{ МПа}$$

Максимальні напруження у перерізі ведучої вітки паса в місці набігання його на ведучий шків:

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_{зг} + \sigma_v = 1,84 + 3,92 + 0,07 = 5,83 \text{ МПа}$$

Розрахункова довговічність:

$$T = \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_{\max}} \right)^m \cdot \frac{10^7 \cdot C_U \cdot C_n}{2 \cdot 3600 \cdot U}$$

де σ_y - границя витривалості, $\sigma_y = 9 \text{ МПа}$

m – показник степеня, $m = 8$

C_U - коефіцієнт, що враховує вплив передаточного числа, $C_U = 1,77$

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C_n - коефіцієнт, що враховує непостійність навантаження, $C_n = 1$

$$T = \left(\frac{9}{5,83} \right)^8 \cdot \frac{10^7 \cdot 1,77 \cdot 1}{2 \cdot 3600 \cdot 6,6} = 12014 \text{ год}$$

2. Розрахунки на міцність

Розрахунок вала на статичну міцність

[ЛУ91.1121.003-60]

Вихідні дані: розрахункова схема вала ,колова сила $Ft = 310 \text{ H}$; сила, що діє на вал та підшипники $Fr = 3778 \text{ H}$; сила інерції, яку розвиває маса дебалансу.

$Fm = m \times (a+r) \times \omega^2$, де a – амплітуда коливань;

$a = 2,5 \times 10^{-3} \text{ м}$, r - ексцентриситет дебалансу;

$r = 2,5 \times 10^{-3} \text{ м}$, m_g маса дебалансу;

$m = 71,4 \text{ кг}$, ω – кутова швидкість,

$\omega = 60,7$.

Таким чином $Fm = 1316 \text{ H}$.

Згідно розрахункової схеми визначаємо опорні реакції:

$$\sum M_{ax} = 0$$

$$Fr \times 0,1 - Fm \times 0,1 - R_{by} \times 0,28 = 0$$

$$R_{by} = \frac{-Fm \cdot 0,1 + Fr \cdot 0,1}{0,2} = \frac{3778 \cdot 0,1 - 1316 \cdot 0,1}{0,2} = 1213 \text{ H}$$

$$\sum y = 0$$

$$R_{ay} - Fr - R_{by} - Fm = 0$$

$$R_{ay} = R_{by} + Fm + Fr = 1213 + 1316 + 3778 = 6325 \text{ H}$$

$$\sum M_{ay} = 0$$

$$R_{by} \times 0,2 \times Ft \times 0,1 = 0$$

$$R_b = \frac{Ft \cdot 0,1}{0,2} = 155 \text{ H}$$

$$\sum x = 0$$

$$R_{ax} = Ft - R_b = 310 - 155 \text{ H}$$

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно методу перерізів будемо епюри згинаючих моментів:

$$M_{z_1} = \sqrt{M_{zx_1}^2 + M_{zy_2}^2} = \sqrt{377,8^2 + 31^2} = 379H$$

$$M_{z_2} = \sqrt{M_{zx_1}^2 + M_{zy_2}^2} = \sqrt{77,5^2 + 121,3^2} = 144H$$

Приведений момент:

$$M_{np_1} = \sqrt{M_{z_1}^2 + \alpha \times T^2} = \sqrt{379^2 + 0,6 \times 82,8^2} = 384,4H$$

$$M_{np_2} = \sqrt{M_{z_2}^2 + \alpha \times T^2} = \sqrt{144^2 + 0,6 \times 82,8^2} = 158,6H$$

де α - коефіцієнт розбіжності циклів навантаження; $\alpha = 0,6$.

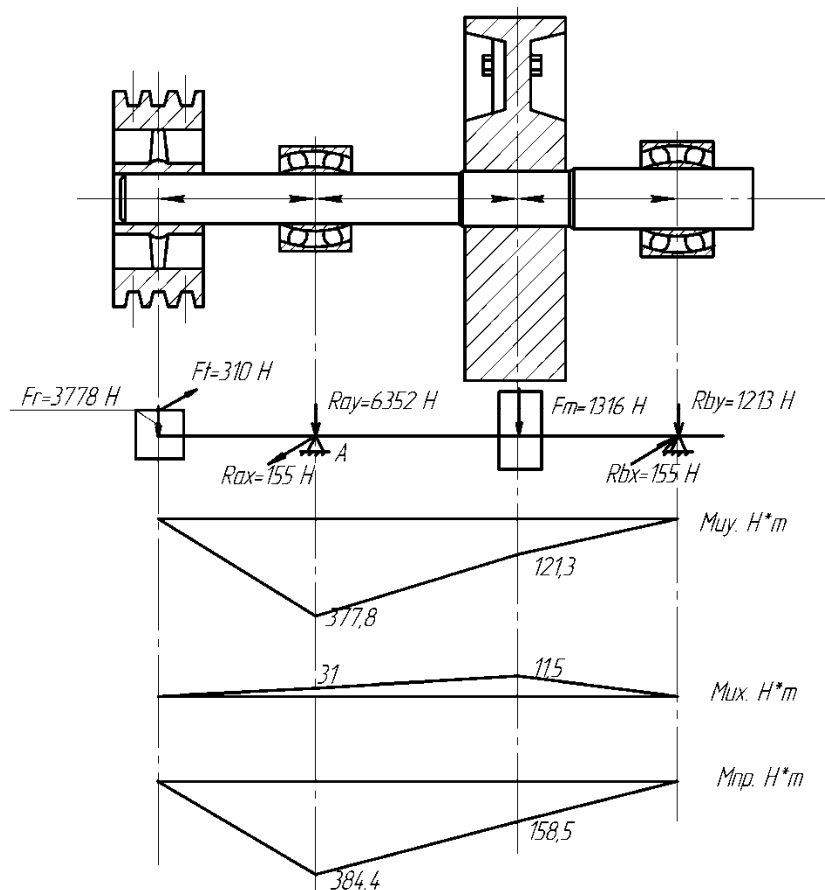


Рис. Схема навантаження валу

Побудувавши епюру крутних моментів (рис. 3.3) можна побачити, що небезпечним перерізом вала є переріз 1, але так як в перерізі 2 діє дебалансний момент, а також на цьому перерізі розташована шпонка, яка являється концентратом напружень, то розрахований у небезпечному перерізі діаметр

						ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
							10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

необхідно збільшити у перерізі 2.

З умов міцності

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{Mnp_1}{0,1 \times [\sigma_{-1}]} = \sqrt[3]{\frac{384,4}{0,1 \times 90}} = 39,6 \text{ мм}}$$

Приймаємо $d_1 = 40 \text{ мм}$. Під дебалансом з викладених вище міркувань приймаємо

$$d_2 = 50 \text{ мм}$$

3. Розрахунок шпоночних з'єднань

Найбільш небезпечною деформацією для шпонок та пазів є згинання від крутного моменту.

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{dl_p(h-t_1)} \approx \frac{4T}{dl_p h} \leq [\sigma_{зм}]$$

Звідси:

$$l_p \geq \frac{2T}{d(h-t_1)[\sigma_{зм}]} \approx \frac{4T}{dh[\sigma_{зм}]}$$

Для шпонок по ГОСТ 10748 – 79

$$l_p = l - b$$

де l_p – робоча довжина шпонок

T – крутний момент

h, t, l, b – геометричні параметри шпоночного з'єднання згідно з ГОСТ 10748 – 79

Таким чином, для діаметра вала $d = 40 \text{ мм}$:

$$l_p = l - b = 64 - 12 = 52 \text{ мм}$$

$$\sigma_{зм} = \frac{4T}{dl_p h} = \frac{4 \cdot 82,8}{0,04 \cdot 0,052 \cdot 0,008} = 19,9 \text{ МПа} < 130 \text{ МПа}$$

де $[\sigma_{зм}]$ – допустима напруга на зминання

$[\sigma_{зм}] = 80 \dots 150 \text{ МПа}$. Приймаємо $[\sigma_{зм}] = 130 \text{ МПа}$

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок радіусу дебалансу

Радіусом обертання дебалансу є відстань від осі обертання до центру ваги дебалансу.

$$\text{Радіус дебалансу: } r = \frac{F \times r_1}{F}$$

$$r = \frac{87 \times 168 \times 160}{14614} = 160 \text{ мм}$$

Радіус обертання дебалансу $r = 160 \text{ мм}$

4. Вибір підшипників

З технологічних міркувань для опор ексцентрикового валу приймаємо роликові радіальні сферичні двоохрядні підшипники за ГОСТ 5721 – 75 типу 3608 середньої серії діаметрів:

$d = 40 \text{ мм}$ - діаметр внутрішнього кільця

$D = 90 \text{ мм}$ - діаметр зовнішнього кільця

$B = 33 \text{ мм}$ - ширина підшипника

$C_0 = 64876 \text{ Н}$ - динамічна вантажопідйомність.

Розрахунок після модернізації

Розрахунок клинопасової передачі

Вихідні дані для розрахунку потужності, що передається ведучим шківом:

$$P_1 = P_{\text{д.сн}} = \frac{P_n}{\eta}, \text{ де } \eta = 0,96,$$

$P_{\text{д.сн}} = 2,3 \text{ кВт}$, частотою обертання ведучого шківа $n_1 = n_0 = 1425 \text{ об/хв}$,

$U' = U_1$ - попереднє значення передаточного числа клинопасової передачі $U_1 = 2,5$

Колова швидкість:

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{1000 \cdot 60} \leq [V] = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 1425}{1000 \cdot 60} = 7,14 \text{ м/с} < 30 \text{ м/с}$$

де d_1 – діаметр ведучого шківа

n_1 - частота обертання ведучого шківа

$[V]$ - допустима колова швидкість для даного перерізу паса, $[V] = 30 \text{ м/с}$

									Арк.
									12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЛУ91.131126.01-90ПЗ

Розрахункова довжина паса:

$$L_p = 2 \times a' + \frac{\pi \times (d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \times a'} =$$
$$= 2 \times 250 + \frac{3,14 \times (250 + 100)}{2} + \frac{(250 - 100)^2}{4 \times 250} = 1049,8 \text{ мм}$$

Згідно ГОСТ 1284.1 – 80 приймаємо $L = 1000 \text{ мм}$

Число обертів паса:

$$U = \frac{V}{L} \leq [U] = 15 \text{ с}^{-1}$$

$$U = \frac{7,14}{1} = 7,14 < 15 \text{ с}^{-1}$$

Відповідно прийнятій довжині паса уточнюємо міжосьову відстань:

$$a = 0,125 \left\{ 2L - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2L - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right\} =$$
$$= 0,125 \cdot \left\{ 2 \cdot 1000 - 3,14 \cdot (250 + 100) + \sqrt{[2 \cdot 1000 - 3,14 \cdot (250 + 100)]^2 - 8 \cdot (250 - 100)^2} \right\} = 200 \text{ мм}$$

Кут обхвату ведучого шківів:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57,3^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} \geq [\alpha_{\min}] = 120^\circ$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57,3^\circ \cdot \frac{250 - 100}{200} \geq 137^\circ > 120^\circ$$

										Арк.
										14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ЛУ91.131126.01-90ПЗ

5. Розрахунок на міцність в системі CATIA та ANSYS

Перевірка дебалансного валу на циклічні навантаження, що виникають при обертанні вали зі встановленими на ньому дебалансами навколо осі обертання. В процесі розрахунків проводиться перевірка на міцність при статичному навантаженні, а також перевірка на втому при циклічних навантаженнях.

Розрахункова модель.

3D-модель валу створювалась в системі CATIA по кресленню ЛУ91.131121.002-60, з подальшим імпортом геометрії в систему для проведення числових розрахунків ANSYS. В системі ANSYS була проведена розбивка на сітку скінченних елементів з параметрами (рис. 5.1).

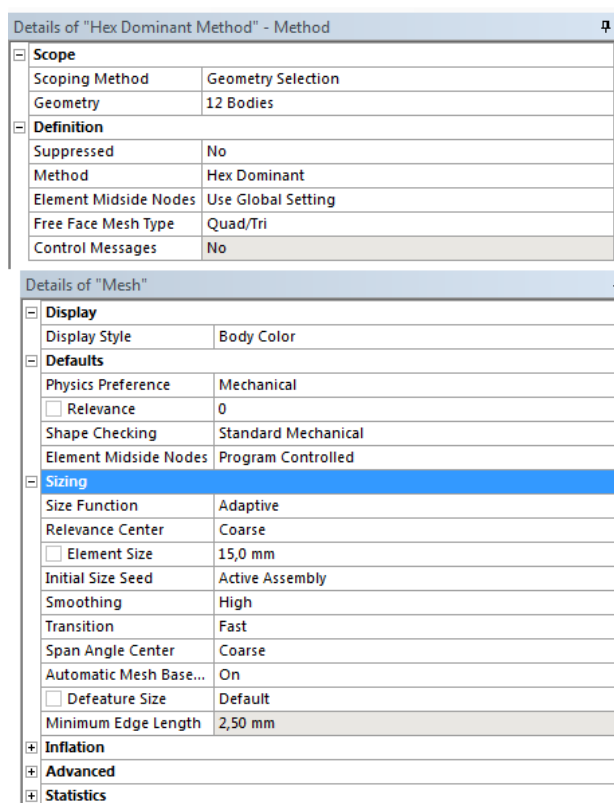


Рисунок 5.1. Параметри сітки скінченних елементів.

Скінченно-елементна модель валу при цьому приймає вигляд (рис.5.2).

Details of "Force 2"		Details of "Force"	
Scope		Scope	
Scoping Method	Geometry Selection	Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Edge	Geometry	1 Edge
Definition		Definition	
Type	Force	Type	Force
Define By	Components	Define By	Components
Coordinate System	Global Coordinate System	Coordinate System	Global Coordinate System
<input type="checkbox"/> X Component	0, N (ramped)	<input type="checkbox"/> X Component	0, N (ramped)
<input type="checkbox"/> Y Component	4589, N (ramped)	<input type="checkbox"/> Y Component	4540, N (ramped)
<input type="checkbox"/> Z Component	0, N (ramped)	<input type="checkbox"/> Z Component	0, N (ramped)
Suppressed	No	Suppressed	No

Рисунок 5.4. Параметри навантаження.

Величини сил розраховувались за стандартною формулою для відцентрового навантаження:

$$F = m\omega^2 R,$$

де $m = 5$ кг – маса дебалансу;

$\omega = 2\pi n$ – кутова швидкість обертання валу при $n = 10$ об/с;

R – відстань від осі обертання валу до центру симетрії дебалансу.

$R = 230$ мм для правого дебалансу;

$R = 232.5$ мм для лівого дебалансу з урахуванням ексцентриситету.

Таким чином для правого дебалансу $F = 5 * (2 * 3.14 * 10)^2 * 230 = 4540,018$ Н

Для лівого дебалансу $F = 5 * (2 * 3.14 * 10)^2 * 232.5 = 4589,366$ Н

Остаточно розрахункова модель набула вигляду (рис. 5.5)

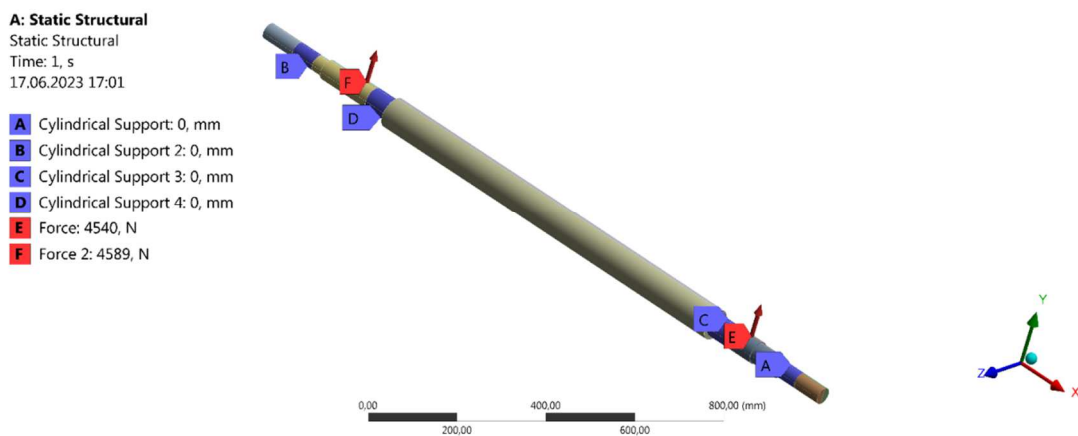


Рисунок 5.5. Розрахункова модель валу.

						ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			17

A: Static Structural

Directional Deformation

Type: Directional Deformation(Y Axis)

Unit: mm

Global Coordinate System

Time: 1

17.06.2023 17:08

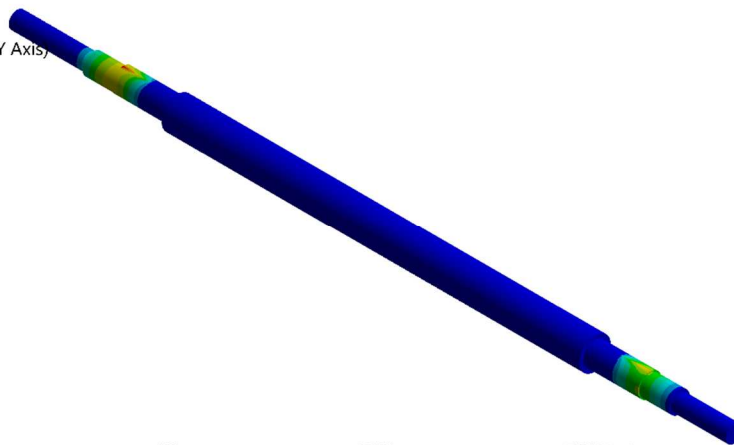
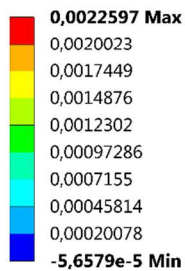


Рис. 5.8. Розподіл компоненти переміщень в напрямку Y.

A: Static Structural

Normal Elastic Strain

Type: Normal Elastic Strain(Y Axis)

Unit: mm/mm

Global Coordinate System

Time: 1

17.06.2023 17:09

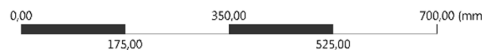
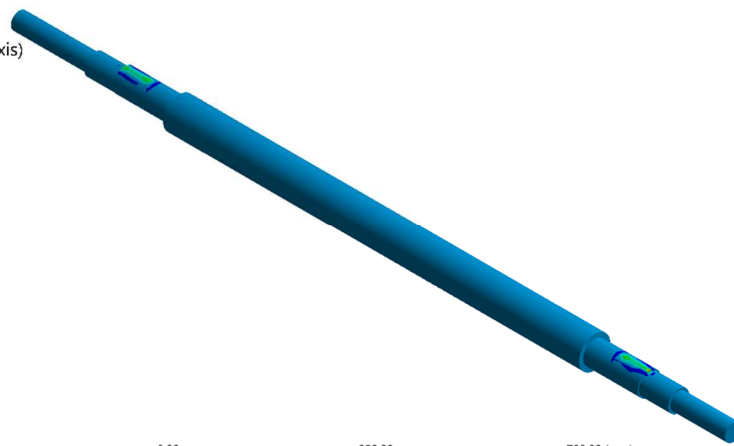
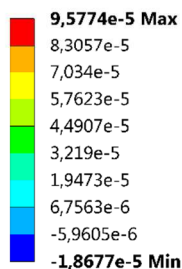


Рис. 5.9. Розподіл компоненти еформацій в напрямку Y.

Далі за допомогою інструменту “Fatigue Tools” було проведено дослідження на міцність при втомному навантаженні. Аналіз результатів показує, що при вазі дебалансів 5 кг життєвий цикл валу більше критично допустимого значення в $1e6$ циклів (рис. 5.10), а мінімальний запас міцності при цьому становить 2.47 (рис. 5.11).

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛУ91.131126.01-90ПЗ				

A: Static Structural

Life

Type: Life

Time: 0

17.06.2023 17:08

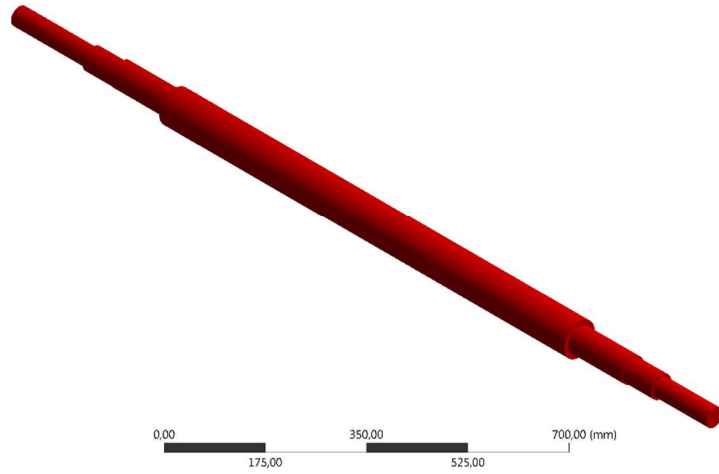


Рисунок 5.10. Життєвий цикл валу.

A: Static Structural

Safety Factor

Type: Safety Factor

Time: 0

17.06.2023 17:08

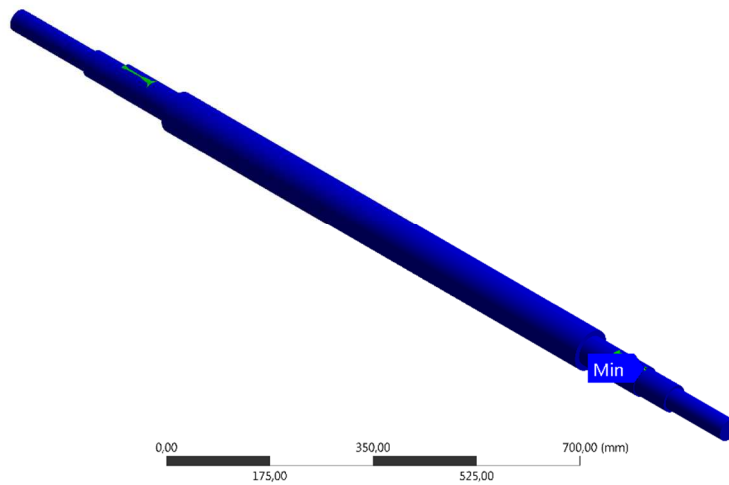
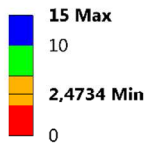


Рисунок 5.11. Запас міцності валу при втомному (циклічному) навантаженні.

Додатково були проведені дослідження по визначенню максимально допустимої маси дебалансу. Для цього була проведена серія розрахунків при поступовому збільшенні маси дебалансів. Аналіз результатів показує, що максимально допустима маса кожного дебалансу, при якій життєвий цикл валу перевищує межу $1e6$ циклів, становить 12 кг. При цьому максимальні еквівалентні напруження в статичній постановці сягають 83.6 МПа (рис. 5.12), а мінімальний коефіцієнт запасу в циклічній постановці становить 1.03 (рис. 5.13)

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

A: Static Structural

Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1
17.06.2023 17:20

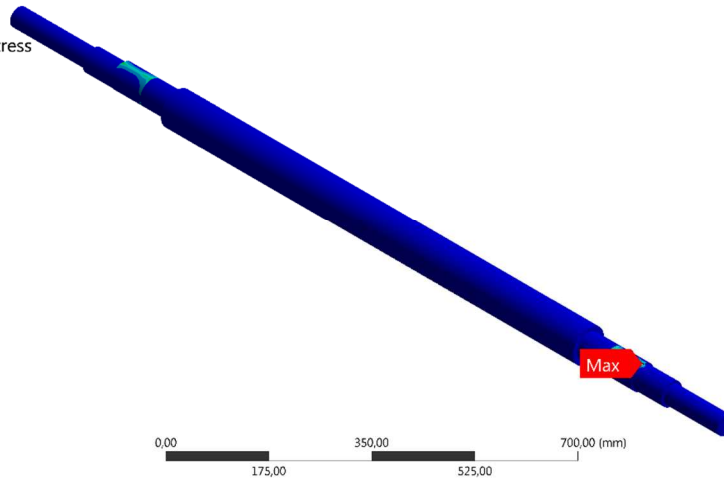
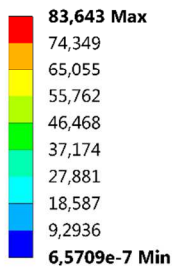


Рисунок 5.12. Розподіл еквівалентних напружень в валі при масі кожного дебалансу 12 кг.

A: Static Structural

Safety Factor
Type: Safety Factor
Time: 0
17.06.2023 17:19

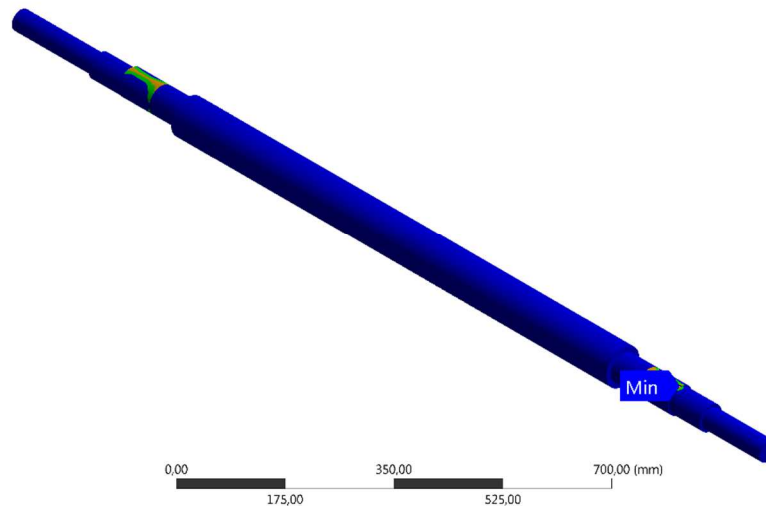


Рисунок 5.13. Запас міцності валу при циклічному навантаженні і масі кожного дебалансу 12 кг.

Висновки. Аналіз проведених числових досліджень показує, що при номінальному навантаженні (маса кожного дебалансу 5кг, число обертів за секунду 10) максимальні еквівалентні напруження в статичній постановці не перевищують допустимих, а життєвий цикл валу перевищує мінімально допустиму встановлену межу. Таким чином вал повністю працездатний при номінальних режимах експлуатації.

Додаткові числові дослідження показали, що за необхідності, можна збільшити масу кожного дебалансу до 12 кг.

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Було проведено розрахунки основних деталей та грохоту вібраційного.

Виконано розрахунки основних параметрів пресу, при яких визначено параметричні розрахунки, вибір електродвигуна, визначено потужність приводу, проведено розрахунок клинопасової передачі, розрахунок конструювання шківів та визначено сили напружень та розрахункової довговічності. Проведені розрахунки: кінематичні і міцності, які забезпечують працездатність і надійність конструкції.

Аналіз проведених числових досліджень показує, що при номінальному навантаженні (маса кожного дебалансу 5кг, число обертів за секунду 10) максимальні еквівалентні напруження в статичній постановці не перевищують допустимих, а життєвий цикл валу перевищує мінімально допустиму встановлену межу. Таким чином вал повністю працездатний при номінальних режимах експлуатації.

Результати розрахунків можна побачити на плакаті що додається до дипломного проекту.

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ

«Технологія машинобудування»

до дипломного проекту

**на тему: «Лінія виробництва сухих будівельних сумішей з
модернізацією грохота»**

ЗМІСТ

1.1 Опис і призначення деталі.....	2
1.2. Призначення і розрахунок пристосування для обробки деталі.....	15
Висновки.....	18

					ЛУ91.131126.01-90ПЗ			
Зм..	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	Лінія виробництва сухих будівельних сумішей з модернізацією грохота	Літ..	Аркуш	Аркушів
Розроб..		Борисова В.Ю.					1	27
Перев.						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		
Н. Контр.								
Затверд..		Сокольський О.Л.						

1.1 Опис і призначення деталі

При виконанні розділу "Технологія машинобудування" даного дипломного проекту було розроблено технологічний процес виготовлення деталі "Шків" та спроектовано технологічне оснащення, тобто 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 [1-3].

У наступних підрозділах описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі "Шків".

Шків — колесо з обіддям або з канавкою по ободу, яке передає рух і зусилля приводному пасу чи линві (ведучий шків) або навпаки (ведений шків). Деталь шків являє собою фрикційну обертову деталь пасової передачі, виконану у вигляді колеса, охоплюваного гнучким зв'язком (ременем). Службове призначення шківа полягає у використанні його як однієї з основних частин пасової передачі.

Деталь "Шків" (рис. 1.1) у грохоті вібраційному є частиною приводу (клинопасової передачі) і служить для передачі крутного моменту від валу двигуна на вал машини.

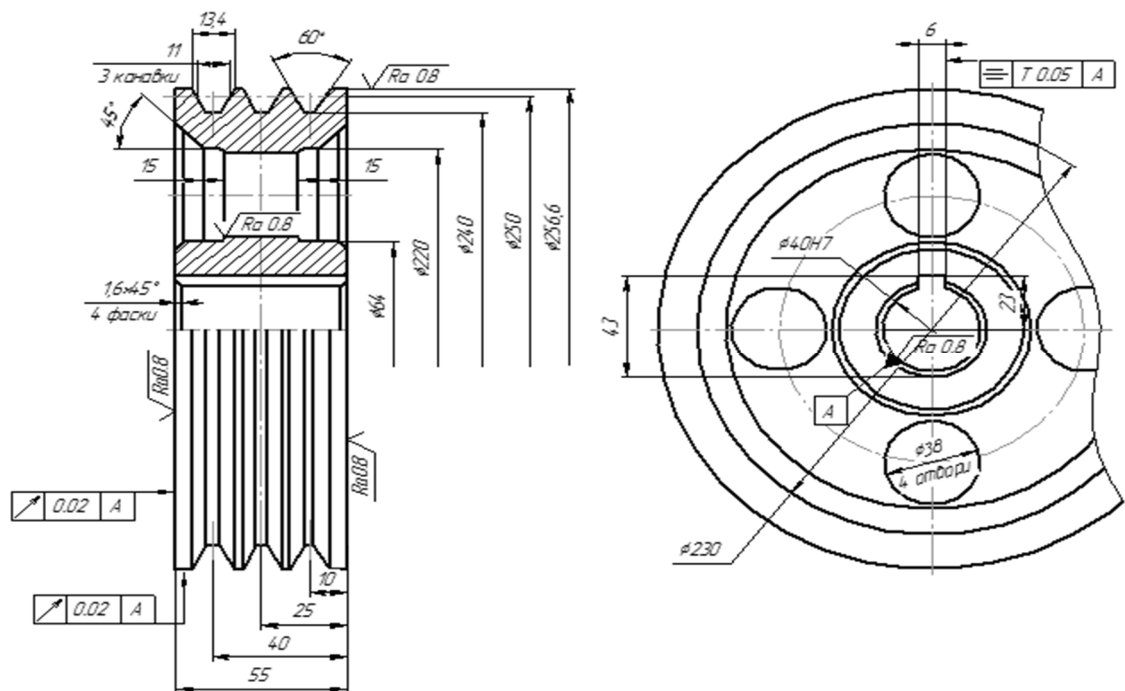


Рис.1.1 Екскіз деталі "Шків"

					ЛУ91.131123.00-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Деталь виготовляється з Чавуну СЧ 15 (ГОСТ 1412-85) і важить 28 кг.
Заготовку для виготовлення деталі (рис.1.2) отримуємо відливкою.

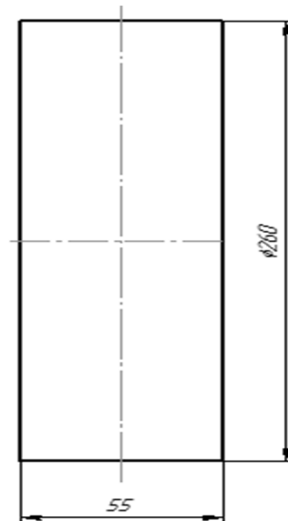


Рис.1.2 Заготовка деталі "Шків"

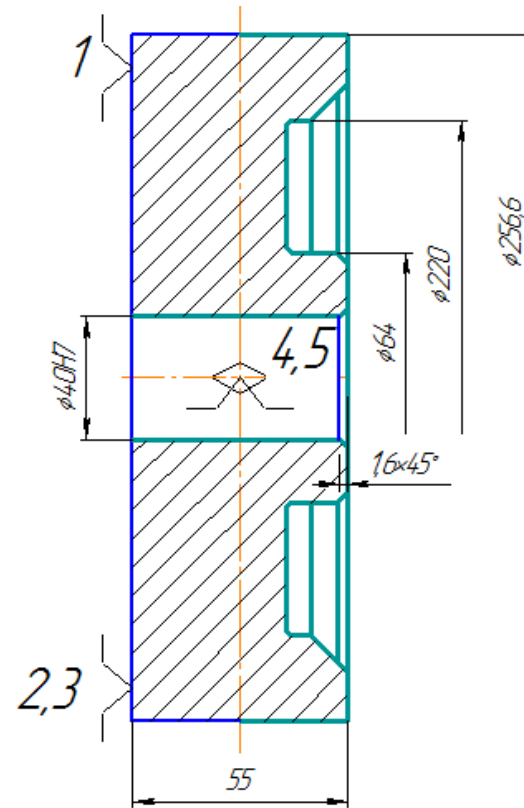
Технологічний процес виготовлення деталі "Шків", що був розроблений у процесі виконання дипломного проекту, представлений у маршрутній карті, картах ескізів та операційних картах.

					ЛУ91.131123.00-60ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.										
Взамін.										
Підпис								Зм	Ар	№ док.

Підпис	Дата
--------	------

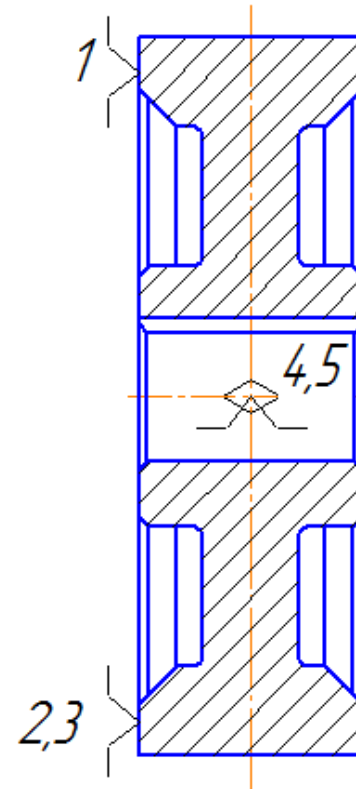
Розробив	Борисова В.Ю.									
Перевірів										005
Н. контр.									ШКІВ	Н



КЕ

Обробка різанням

Дубл.													
Взамін.													
Підпис													
Розробив	Борисова В.Ю												
Перевірів													
Н. контр.													

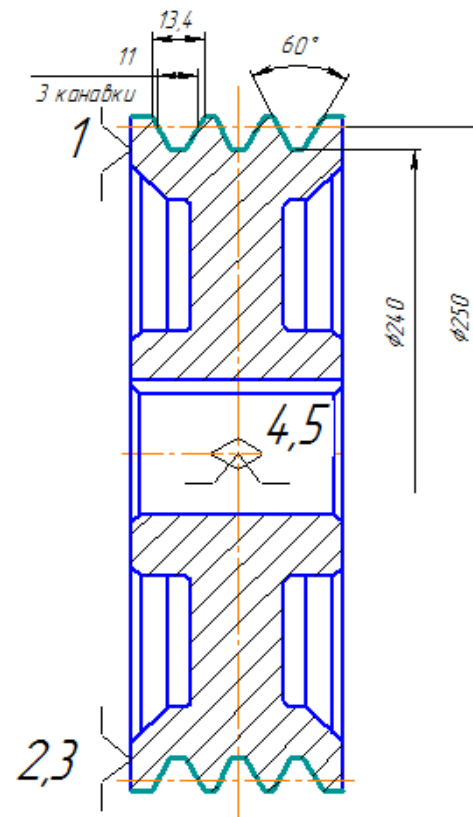


КЕ

Обробка різанням

Дубл.										
Взамін.										
Підпис								Зм	Ар	Недок.
								Підпис	Дата	

Розробив	Борисова В.Ю.			НТУУ "КПІ", ІХФ						020
Перевірів										
Н. контр.										Н



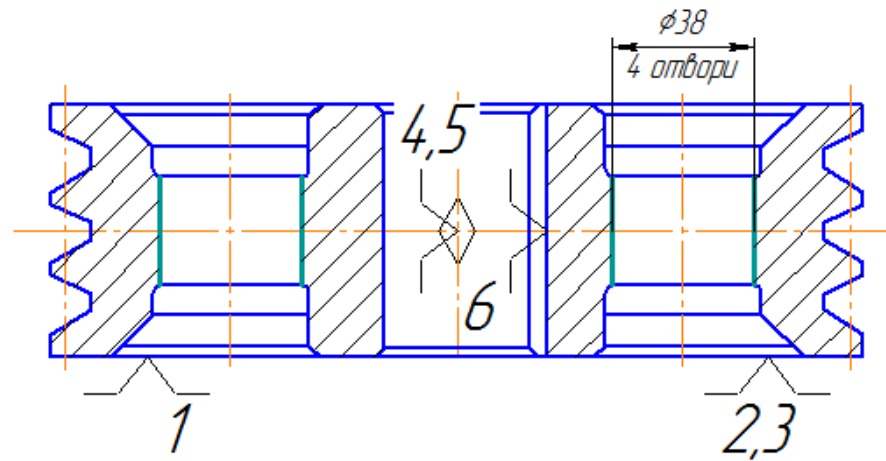
КЕ

Обробка різанням

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

Розробив	Борисова В.Ю.			НТУУ "КПІ", ІХФ										
Перевірів														025
Н. контр.													Н	

ШКІВ



KE

Обробка різанням

Дубл.										
Взамін.										
Підпис								Зм	Ар	№ док.
									Підпис	Дата

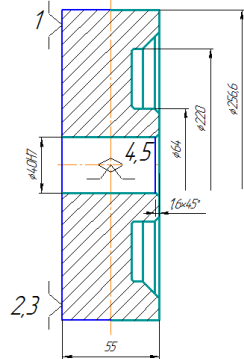
Розробив	Борисова В. Ю									
Перевірів										
Н. контр.										

НТУУ "КПІ",
ІХФ

ШКІВ

Н

005



Назва операції

Матеріал

Токарна

СЧ 15 ГОСТ 1412-82

Твердість

ОВ

МД

Профіль і розміри

МЗ

Коод

кє

28

35

1

Обладнання, пристрій ЧПК

Позначення програми

Токарний верстат з ЧПУ 16К20Ф3

То

Тд

Тп.з

Тшт.

МОР

Емульсія

Р		ПН	Дабо В	L	t	i	s	n	v
P01	1. Точити Ø256,6 попередньо								
T02	2. Підрізати торець								
O03	3. Свердлити по центру попередньо Ø25								
O04	4. Свердлити по центру попередньо Ø36								
T05	5. Зенкеровать, розгорнути до Ø40H7								
T06	6. Зняти фаску								
P07									
O08									
O09									
O10									

OK

Обробка різанням

Дубл.													
Взамін.													
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис
													Дата

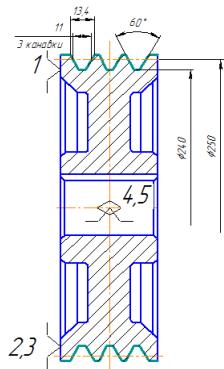
Розробив	Борисова В.Ю												
Перевірів													
Н. контр.													

НТУУ "КПІ",
ІХФ

ШКІВ

Н

015



Назва операції

Матеріал

Токарна

СЧ 15 ГОСТ 1412-82

Твердість

ОВ

МД

Профіль і розміри

МЗ

Коод

кє

28

35

1

Обладнання, пристрій ЧПК

Позначення програми

Токарний верстат з ЧПУ 16К20Ф3

То

Тд

Тп.з

Тшт.

МОР

Емульсія

Р		ПН	Дабо В	L	t	i	s	n	v
P01	1. Точити 3 пази начорно								
T02	2. Точити 3 пази начисто								
03									
O04									
T05									
T06									
P07									
08									
09									
O10									

OK

Обробка різанням

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

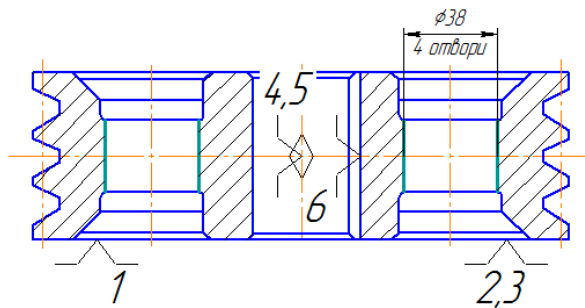
Розробив	Борисова В.Ю													
Перевірів														
Н. контр.														

НТУУ "КПІ",
ІХФ

ШКІВ

Н

015



Назва операції

Матеріал

Вертикально-свердлильна

СЧ 15 ГОСТ 1412-82

Твердість

ОВ

МД

Профіль і розміри

МЗ

Коод

ке

28

35

1

Обладнання, пристрій ЧПК

Позначення програми

Вертикально-свердлильний 2P135Ф2

То

Тд

Тп.з

Тшт.

МОР

Емульсія

Р		ПН	Дабо В	L	t	i	s	n	v
P01	Встановити деталь на оправці по шпонковому пазу								
T02	1. Свердлити 4 отвори Ø38								
O03									
O04									
T05									
T06									
P07									
O08									
O09									
O10									

OK

Обробка різанням

1.2. Призначення і розрахунок пристосування для обробки деталі

Пристрій для обробки шківів - пристосування притисне ЛУ91.131122.005-60СК. Використовується для затискання деталі при свердлінні отворів.

Його принцип роботи полягає у тому, що шків встановлюється між верхньою 2 і нижньою 3 губками і затискається гвинтом 4. Для обробки з двох сторін передбачений вал, який може обертати деталь навколо своєї осі. Для того щоб вал з плитою 1 не прокручувався в плиту встановлений штифт. Щоб штифт 17 входив в плиту і повертався у своє вихідне положення передбачена пружина 10.

У процесі обробки на заготовку з боку ріжучого інструменту діють сили різання, які прагнуть зрушити її з установочних елементів. Для того, аби цього не відбулося, заготовку необхідно закріпити.

У випадку розсвердлювання отвору (Рис. 1.3) у притискному пристосуванні величина сили затискання визначається із рівності [4]:

$$Q = \frac{M_{кр}}{f \cdot r}, \quad (7.1)$$

де $M_{кр}$ - крутний момент свердла;

f - коефіцієнт тертя на робочих поверхнях.

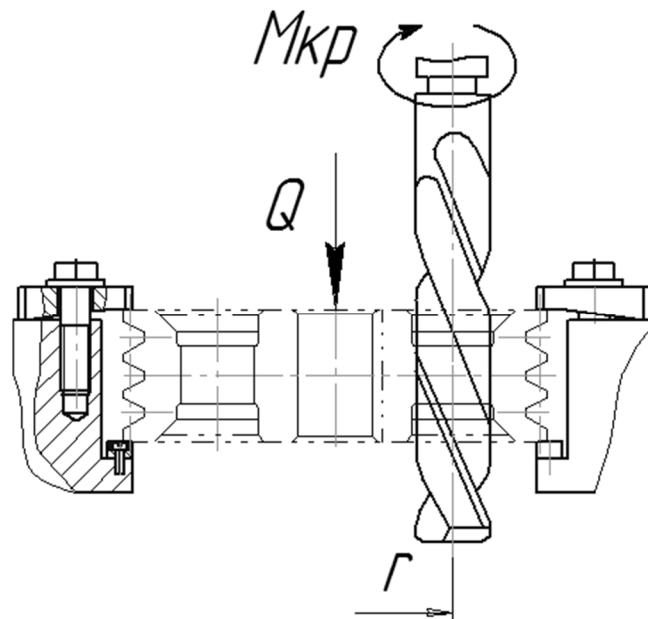


Рис.1.3 Схема закріплення деталі

					ЛУ91.131123.00-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

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

$$Q = \frac{K \cdot M_{кр}}{f \cdot r}. \quad (7.2)$$

Обертаючий момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (7.3)$$

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

$S = 0,35$ мм/об - подача свердла;

K_p - коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, у випадку свердління залежить лише від матеріалу оброблюваної заготовки і визначається як:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n \quad (7.4)$$

$$K_p = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,75} = 0,73.$$

Остаточно:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 38^2 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 0,73 = 157 \text{ Нм};$$

Коефіцієнт запасу K :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (7.5)$$

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

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

$K_2 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив сил різання від прогресуючого затуплення інструменту;

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

					ЛУ91.131123.00-60ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$K_5 = 1$ коефіцієнт, що враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку.

Значення коефіцієнта запасу:

$$K=1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=1,98.$$

Сила затискання заготовки у пристосуванні, з формули (7.2):

$$Q = \frac{1,98 \cdot 157}{0,35 \cdot 0,06} = 14802 \text{ Н},$$

де $r = 0,06 \text{ м}$ - відстань від точки прикладання сили затискання до місця свердління;

$f = 0,35$ - коефіцієнт тертя між поверхнями.

Приймаємо силу затиску $Q = 15 \text{ кН}$.

									Арк.
									17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛУ91.131123.00-60ПЗ				

Висновки

В розділі було розглянуто технологічну схему лінії, де бере участь грохот вібраційний, визначені основні технічні характеристики грохоту, розглянуто його конструкцію та принцип дії. Проведено літературно-патентний огляд та за його результатами запропоновано шляхи модернізації приводу в грохоті.

Виконано необхідні розрахунки базової та модернізованої конструкції. Надано рекомендації щодо розроблення технологічного процесу виготовлення деталі "Шків" та спроектовано технологічне оснащення, тобто 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.

Принцип роботи пристрою ЛУ91.131122.005-60СК. полягає у тому, що шків устанавлюється між верхньою 2 і нижньою 3 губками і затискається гвинтом 4. Для обробки з двох сторін передбачений вал який може обертати деталь навколо своєї осі. Для того щоб вал з плитою 1 не прокручувався в плиту встановлений штифт. Щоб штифт 17 входив в плиту і повертався у своє вихідне положення передбачена пружина 10. Таким чином було досягнуто забезпечення надійності та сили затискання.

					ЛУ91.131123.00-60ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		<u>Документація</u>		
A2	ЛЧ91.131123.001-60СП	Складальне креслення		
		<u>Деталі</u>		
Спроб. №	1	ЛЧ91.131123.001	Ексцентриковий вал	1
	2	ЛЧ91.131123.002	Шків	1
	3	ЛЧ91.131123.003	Шпонка	2
	4	ЛЧ91.131123.004	Дебаланс	2
	5	ЛЧ91.131123.005	Пластина	2
	6	ЛЧ91.131123.006	Пластина	8
	7	ЛЧ91.131123.007	Пластина	2
	8	ЛЧ91.131123.008	Плита	2
	9	ЛЧ91.131123.009	Шпонка	1
	10	ЛЧ91.131123.010	Кришка	1
Підп. і дата			<u>Стандартні вироби</u>	
	11	ЛЧ91.121123.011	Гайка М16 ГОСТ 1481-84	2
	12	ЛЧ91.131123.012	Болт М16 ГОСТ 1491-64	16
	13	ЛЧ91.113123.013	Гайка М16 ГОСТ 1491-64	16
	14	ЛЧ91.113123.014	Болт М10 ГОСТ 1484-74	16
	15	ЛЧ91.131123.015	Гайка М10 ГОСТ 1484-74	16
	16	ЛЧ91.131123.016	Підшипник ГОСТ 5721-75	2
	17	ЛЧ91.113123.017	Гвинт М16 ГОСТ 1481-84	2
Підп. і дата	18	ЛЧ91.131123.018	Болт М14 ГОСТ 1467-64	2
Інв. № подл.	ЛЧ91.131122.001-60СП			
	Ізм.	Лист	№ док-м.	Підп.
	Разроб.	Барисова В.В.		
	Проб.			
	Керівник			
Н.контр.				
Утв.				
Вал ексцентриковий модернізований			Лист	Лист
			1	2
			КПІ ім. Ізгоря Сікорського	

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	
					Лист
Перв. примеч.		<u>Документація</u>			
	A1	ЛУ91.131123.005-60СП	Складальне креслення		
			<u>Деталі</u>		
		1 ЛУ91.131123.001	Станина	1	
		2 ЛУ91.131123.002	Губка верхня	2	
		3 ЛУ91.131123.003	Губка нижня	2	
		4 ЛУ91.131123.004	Кільце дистанційне	1	
		5 ЛУ91.131123.005	Кришка	4	
		6 ЛУ91.131123.006	Баковина	2	
		7 ЛУ91.131123.007	Шток притисний	2	
Стор. №		8 ЛУ91.131123.008	Штуцер	4	
		9 ЛУ91.131123.009	Прокладка	4	
		10 ЛУ91.131123.010	Пружина	1	
			<u>Стандартні вироби</u>		
		11	Шайба ГОСТ 1467-64	4	
		12	Гвинт М16 ГОСТ 1481-84	8	
		13	Гвинт притисний М14	8	
		14	Гвинт М24 ГОСТ 1481-84	4	
		15	Підшипник ГОСТ 61021-75	2	
		16	Гвинт М12 ГОСТ 11738-84	4	
	17	Штифт ГОСТ 3138-70	4		
Лист і дата	ЛУ91.131122.02-90СП				
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Инд. № подл.	Разработ.	Борисова В.Ю.			
	Проб.				
	Керівник				
	Нкантр.				
	Утв.				
Приспосування притискне			Лист	Лист	Листов
				1	1
			КПІ ім. Ігоря Сікорського		

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание			
<u>Документація</u>									
A1			Л491.131123.007-90СП	Модернізація					
<u>Деталі</u>									
		1	Л491.131123.001	Опора	1				
		2	Л491.131123.002	Упругі елементи	4				
		3	Л491.131123.003	Короб	1				
		4	Л491.131123.004	Сито	2				
		5	Л491.131123.005	Забантажувальний пристрій	1				
		6	Л491.131123.006	Розвантажувальний пристрій	1				
		7	Л491.131123.007	Вібратор	1				
		8	Л491.131123.008	Рама	1				
		9	Л491.131123.009	Електропривод	1				
		10	Л491.131123.010	Отвори для закріплення рами	8				
		11	Л491.131123.011	Шасі	2				
		12	Л491.131123.012	Паз	2				
<u>Стандартні вироби</u>									
		13		Гайка М38-6Н ГОСТ 11871-88	2				
		14		Болт 11 М42x680 ГОСТ 243791-80	6				
		15		Гайка М20-6Н ГОСТ 11871-88	2				
Л491.131123.03-90СП									
Имя/Лист		№ докум.		Почн.		Дата			
Разраб		Барисова В.В.							
Проб									
Керівник									
Інкантр									
Утв.									
				Грохот вібраційний (модернізація)			Лист 1 Листов 1		
							КПІ ім. Ігоря Сікорського		

