

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 133 - *галузеве машинобудування*

на тему: Валкова дробарка з модернізацією приводу

Виконав студент IV к., ЛП-91
(шифр групи)

Мороз Павло Дмитрович
(прізвище, ім'я, по-батькові)

_____ (підпис)

Керівник проекту: асистент, Гур'єва Людмила Наумівна
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти з розділів:

МОДЕРНІЗАЦІЇ _____ **Щербина В.Ю.**

ТЕХ. МАШ. _____ **Борщик С.О.**

ОХОРОНА ПРАЦІ _____ **Ковтун А.І.**

РЕЦЕНЗЕНТ _____

Студент (-ка) Мороз П.Д.

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 133 Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.Л. Сокольський**

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Мороз Павло Дмитрович

(П.І.Б.)

1. Тема проекту: Валкова дробарка з модернізацією приводу

_____ керівник проекту: асистент, Гур'єва Л.Н.

затверджена наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом проекту «___» _____ 20__ р

3. Об'єкт дослідження: _____

1. Вихідні дані: Розрахувати валкову дробарку з продуктивністю $P_p = 18,8$ т/год, середнім розміром шматків, що завантажуються

$D_{cp} = 0,04$ м, середнім розміром готового продукту $d_{cp} = 0,01$ м для подрібнення матеріалу з наступними параметрами: границя міцності на стиск $\sigma = 62$ МПа, модуль пружності $E = 2,8 \cdot 10^4$ МПа, об'ємна маса $\rho = 2,3$ т/м³, коефіцієнт розпушення $\mu = 0,38$, коефіцієнт тертя $f = 0,35$.

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

Вступ. 1) Опис технологічної процесу в якому приймає участь валкова дробарка.

2) Технічна характеристика валкової дробарки. 3) Опис конструкції валкової дробарки. 4) Розрахунки параметрів і характеристик валкової дробарки. 5) Патентно-літературний огляд. 6) Патентний формуляр. 7) Розрахунок модернізації. 8) Охорона праці. 9) Технологія машинобудування. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Валкова дробарка; Модернізація; Технологічна лінія виробництва; Валок; 3д модель _____

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Модернізація	Щербина В.Ю.		
Тех. маш.	Борщик С.О.		
Охорона праці	Ковтун А.І.		

7. Дата видачі завдання 23.05.23 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ. Призначення і галузь застосування лінії	23.05.23-24.05.23	
2	Розробка креслення валкова дробарка. Її технічна характеристика	25.05.23-26.05.23	
3	Літературно-патентний пошук	27.05.23-28.05.23	
4	Розрахунки параметричні, наміцність основної модернізації	29.05.23-30.05.23	
5	Розробка креслень модернізованого вузла	31.05.23-01.06.23	
6	Розроблення розділу «Охорона праці»	02.06.23-03.06.23	
7	Створення розділу «Монтаж та експлуатація»	04.06.23-05.06.23	
8	Створення розрахункової моделі в Ansys	06.06.23-07.06.23	
9	Створення плакатів з р-тами розрахунку	08.06.23-09.06.23	
10	Загальні висновки. Перелік посилань. Додатки	10.06.23-11.06.23	
11	Оформлення записки і креслень	12.06.23-14.06.23	

Студент

(підпис)

П.Д. Мороз

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Л.Н. Гур'єва

(ініціали, прізвище)

ЗМІСТ

Реферат з ключовими словами (українська мова)	1
Реферат з ключовими словами (іноземна мова)	1
Перелік позначень.....	1
I Пояснювальна записка (ЛП91.08.1113.01-60ПЗ)	29
II Розрахунки (ЛП91.08.1113.02-60РР)	16
III Технологія машинобудування (ЛП91.08.1113.03-60ТЕ)	14
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	1
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	2
ДОДАТКИ	9

					ЛП91.08.7244.00-70			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Валкова дробарка модернізацією приводу	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Мороз						85
Керівник		Гур'єва Л.Н.						
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського група ЛП-91		
Н. Контр.								
Затверд.		Сокольський О.Л.						

Реферат

Метою даної дипломної роботи являється покращення ефективності роботи валкової дробарки.

Суть роботи полягає в тому, що після детального розгляду принципу роботи і проведення ряду розрахунків, була встановлена необхідність проведення модернізації.

Валкові дробарки використовуються в промисловості для дрібного і середнього подрібнення матеріалів.

Частинки втягуються в зазор між валками їх обертовим рухом и кутом тертя, який виникає між валками і частинкою, що називається кутом захвату. Два ролика втягують частинки між їхніми обертаючимися поверхнями в щілину ще меншої площі, і вони руйнуються від сили стискування, яка створюється валками, що обертаються. Одними з одними з основних переваг дробарки є те, що вона забезпечує дуже добрий розподіл розміру продукту, а також виробляє дуже мало пилу і мілко дисперсних матеріалів.

Під час роботи над дипломною роботою були здійснені кінематичні та параметричні розрахунки валкової дробарки та розрахунки на міцність окремих її елементів. Виконані креслення загального вигляду дробарки та певних деталей і вузлів.

Для покращення ефективності роботи валкової дробарки була проведена її модернізація. З розглянутих 6-ми патентів обрано патент CN №203648608 U.

В роботі приведена технологічна лінія виготовлення цементу сухим методом, де валкова дробарка застосовується для подрібнення глини. Також додаються розроблені правила техніки безпеки на виробництві та охорона навколишнього середовища.

Ключові слова: Валкова дробарка, валки, подрібнення, кут захвату.

Abstract

The purpose of the given degree work is mar tempering an overall performance of the roll crusher.

The essence of work consists that after detailed consideration of a principle of work and conducting of some calculations, necessity of conducting of modernization has been established.

Roll crushers are used in the industry for the small and average powdering materials.

The particles are drawn into the gap between the rolls by their rotating motion and a friction angle formed between the rolls and the particle, called the nip angle. The two rolls force the particle between their rotating surface into the ever smaller gap area, and it fractures from the compressive forces presented by the rotating rolls. Some major advantages of roll crushers are they give a very fine product size distribution and they produce very little dust or fines.

During work above degree work it has been lead the kinematic both parametric calculations of the roll crusher and strength analysis of its separate elements. Executed drawing of a general view of a crusher and the certain details and units with application of program medium "Compas-3D V11".

For mar tempering an overall performance of the roll crusher there was its lead modernization. With observed 8 patents the patent CN №203648608 U.

In process resulted production line of manufacturing of cement a dry method where the roll crusher is applied to powdering clay. Also the developed safety precautions regulations on manufacture and preservation of the environment are added.

Key words: Roll crusher, rolls, powdering, nip angle.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

D – діаметр черв'яка, мм
 l_p – загальна (робоча) довжина черв'яка, мм
 l_z – довжина зони завантаження черв'яка, мм
 l_d – довжина зони дозування черв'яка, мм
 l_{Π} – довжина зони пластикації черв'яка, мм
 t – крок нарізки витків, мм
 e – ширина витка, мм
 h_1 – глибина нарізки в зоні завантаження, мм
 h_2 – глибина нарізки в зоні дозування, мм
 δ – зазор між гребнем черв'яка і корпусом, мм
 ρ – густина, кг/мм³
 N – потужність, кВт
 n – частота обертання черв'яка
 P – тиск розплаву, МПа
 η – ККД розплаву
 Q – продуктивність, кг/год
 E – модуль пружності, МПа
 σ_T – границя
 текучості, МПа
 ν – Коефіцієнт Пуассона

					<i>ЛП91.08.7244.00-70</i>	<i>Ар</i> к.
						1
<i>Зм</i> н.	<i>Ар</i> к.	<i>№ докум.</i>	<i>Підп</i> <i>ис</i>	<i>Да</i> <i>та</i>		

І РОЗДІЛ «ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА»
ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ
НА ТЕМУ: «Валкова дробарка з модернізацією
приводу»

Київ – 2023 рік

ЗМІСТ

ВСТУП	2
1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ В ЯКОМУ ПРИЙМАЄ УЧАСТЬ ВАЛКОВА ДРОБАРКА	3
2. ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАЛКОВОЇ ДРОБАРКИ	7
3. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ВАЛКОВОЇ ДРОБАРКИ	9
4. ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД	11
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	20
5.1 Повітря робочої зони	21
5.2 Виробничий шум	22
5.3 Вібрації	22
5.4 Обертіві частини механізму	23
5.5 Пожежобезпека	24
5.6 Висновки	25
ВИСНОВКИ	26

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Валкова дробарка з модернізацією приводу		
Розроб.		Мороз П.Д.					
Керівник		Гур'єва Л.Н.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Сокольський О.Л.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						1	30
					КПІ ім. Ігоря Сікорського група ЛП-91		

ВСТУП

Головні типи подрібнюючих машин включають гладко-валкові, ролико-кільцеві вертикальні та горизонтальні дробарки. Спільною характеристикою всіх цих машин є подрібнення матеріалу за допомогою наближення двох поверхонь, з яких одна або обидві рухомі. Валкова дробарка використовується для подрібнення матеріалу шляхом стиснення його між обертовими валками або нерухомою плитою і між валком. Ці дробарки, завдяки своїй простоті конструкції, широко використовуються в промисловості будівельних матеріалів. Вони працюють шляхом подрібнення, часткового стирання, удару або вигину матеріалу між двома валками з гладкими, зубчастими або рифленими поверхнями, які обертаються назустріч один одному. Одна з особливостей дробарок полягає у розташуванні робочих поверхонь та способі створення подрібнюючих сил.

Дробарки можуть бути одновалковими, двовалковими, тривалковими та іншими, залежно від кількості валків. Найпоширенішими є двовалкові дробарки з гладкими валками, які використовуються переважно для середнього і дрібного подрібнення мінералів, шамоту, кварцу, вапняку та шпату.

В даній роботі розглядається гладко-валкова дробарка, яка була модернізована для покращення її приводу і загальної продуктивності процесу подрібнення. Також наведена схема технологічного процесу виробництва звичайного портландцементу сухим способом, в якій використовується ця валкова дробарка.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ В ЯКОМУ ПРИЙМАЄ УЧАСТЬ ВАЛКОВА ДРОБАРКА

Звичайний портландцемент – це в'язуча речовина, яку отримують шляхом спільного подрібнення цементного клінкера, який в свою чергу отримують з вапняку і глини з подальшим додаванням гіпсу та домішок силікатів кальцію, є одним з найважливіших будівельних матеріалів. Заводи, на яких виготовляють портландцемент, відповідно оснащені продуктивними дробильно-мелючими машинами (валковими дробарками) та шахтними печами, сушильними барабанами, транспортуючим обладнанням різних типів і конструкцій, глинобовтушками, крановими та пневматичними мішалками в басейнах для зберігання та регулювання складу шламу, потужними багатокамерними млинами, обладнанням для пневматичного транспортування розмолотого цементу, насосами для перекачування шламу, пакувальними автоматами тощо.

Існують ряд систем, які відповідають за управління регулювання та забезпечення рецепту кінцевого продукту, його контроль, приділяючи при цьому увагу зниженню енерговитрат, підвищенню ефективності роботи обладнання для отримання якісного цементу при мінімальних затратах. Ця задача вимагає чіткого обліку та дозування компонентів і є характерною для всіх технологічних процесів у виробництві цементу.

Хіміко-мінералогічний склад отриманої заводом – виробником цементу сировини може змінюватися у широких межах. З іншого боку, сировина, що перероблюється цементною промисловістю, відрізняється не лише складом, але й своїми фізико-технічними властивостями (вологістю, міцністю і т.д.). Тому отримання сировинної суміші постійного складу – складна задача, для кожної сировинної партії повинен бути вибраний такий спосіб підготовки, який би забезпечував тонке подрібнення та рівномірне перемішування компонентів шихти з мінімальними енергетичними затратами. Дана вимога послужила причиною виникнення в цементній промисловості трьох способів виробництва, що відрізняються технологічними прийомами підготовки сировинних сумішей: мокрого, сухого, комбінованого.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За мокрого способу тонке подрібнення сировинної суміші проводять у водному середовищі з триманням шихти у вигляді суспензії — шламу вологістю 30-50%. При сухому способі сировинну шихту перед помелом чи в процесі його висушують, сировинні матеріали готують у вигляді тонкоподрібненого сухого порошку. Комбінований спосіб базується як на мокрому, так і на сухому способі підготовки шихти. У випадку, коли сировинну суміш готують за мокрим способом, шлам обезводнюють на фільтрах до вологості 16-18% і подають на відпал у вигляді гранул діаметром 10-15 мм. Вибір конкретної технологічної схеми визначається характеристиками отриманої сировини (твердістю, однорідністю, вологістю). Кожен спосіб виробництва реалізовується за декількома технологічними схемами, які відрізняються як видом використаного обладнання, так і послідовністю проведених операцій.

При виробництві цементу за мокрим способом вапняк, що надходить, підлягає дво- чи трьохстадійному подрібненню, частіше для первинного подрібнення вапняку застосовують шоккові дробарки, а для другої та третьої стадії подрібнення – молоткові.

Пластичні сировинні матеріали (глину, гіпс, силікати та інше) підлягають двостадійному подрібненню: на першій стадії матеріал подрібнюють в валкових дробарках, а на другій подрібнюють в глинобовтушках.

Для кінцевого подрібнення сировинних матеріалів застосовують шарові млини, що працюють як по відкритому, так і замкненому циклу.

Центробіжними насосами готовий шлам, з вологістю 32-40%, що виходить з млина, перекачується у вертикальні басейни, де він коректується за складом, а потім зливається в загальний горизонтальний шлам-басейн для усереднення складу та забезпечення запасу, необхідного для неперервної роботи обертових печей, в яких відбувається обпик шламу.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За технологічною схемою після процесу відпалу у печі отриманий цементний клінкер потрапляє в холодильник, а потім в трубні млини для подальшого помелу. У тих випадках, коли потрібна корекція складу, його направляють в механізований шихтувальний двір. Сюди також надходять домішки, що за необхідності для отримання необхідної марки цементу подаються в бункери цементних млинів для сумісного помелу з клінкером.

Готовий розмолотий цемент за допомогою пневмотранспорту (гвинтових чи камерних насосів) направляється в сховища готового продукту, звідки частина його потрапляє в бункера пакувальних машин для автоматичної упаковки, а решта – на завантаження на транспортні засоби.

За виробництва цементу сухим способом послідовність технологічних операцій така ж, як і за мокрого, однак при підготовці сировинних сумішей є суттєві відмінності, що залежать від твердості і вологості отриманої сировини. При переробці сировини підвищеної твердості та помірної вологості технологічна схема вимагає попереднього подрібнення отриманих матеріалів підвищеної твердості. За вимогами виробництва тонке подрібнення матеріалів може вілбуватися їх вологості не більше за 1%. В природі тонкоподрібнена сировина практично не зустрічається, тому обов'язковою операцією при сухому способі виробництва є сушка отриманих матеріалів, яку бажано поєднувати з розмелом сировинних компонентів. На багатьох нових підприємствах, що працюють за сухим способом виробництва, в кульовому трубному млині поєднують процеси сушки, тонкого подрібнення та перемішування всіх компонентів сировинної суміші. З млина сировинна суміш виходить у вигляді тонкодисперсного порошку – сировинного борошна. В залізобетонних силосах відбувається корегування його складу до заданих технологічних параметрів та гомогенізація (приведення до однорідного стану) перемішуванням стиснутим повітрям. Готове приведене до технологічних нормативів сировинне борошно за схемою процесу потрапляє на відпал. За сухого способу виробництва обертові печі оснащені запічними теплообмінними пристроями (циклонними теплообмінниками). В них за декілька десятків секунд сировинна суміш, що подається, нагрівається до 700-800°C, дегідратується і частко-

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

во декарбонізується. Завершується відпал в обертовій печі.

Технологічна схема (рис. 1.1), в якій приймає участь валкова дробарка, призначена для виробництва цементу за сухим способом, який застосовують, коли сировина має невелику вологість; однорідна по хімічному складу; в умовах з проблемами водопостачання, а також у випадку, коли замість глини на етапі виробництва клінкеру використовують доменний шлак.

Під час процесу сухого виробництва вапняка використовуються різні обладнання для подрібнення та обробки матеріалів. Першим етапом є подрібнення вапняка, яке проводиться у щелепній дробарці 6 та молотковій дробарці 5. Глина піддається подрібненню у валковій дробарці 2, а потім направляється на сушку у барабан 1. Після цього вапняк та глина переміщуються конвеєром 3 до трубного млина 8 для подальшого помелу. Процес транспортування включає бункери 7 з дозаторами 4. Газ, що випускається теплообмінними пристроями, використовуються для змішування матеріалу всередині млина. Після подрібнення матеріал направляється в сепаратор 9, де розділяється на тонку та грубу фракції за допомогою повітряного потоку. Тонка фракція йде до силосів 31, які призначені для зберігання сировинної муки. Груба фракція повертається до млина для подальшого помелу через сепаратор 9. Сировинна мука з силосів переміщується до циклонних теплообмінників 13, де вона нагрівається газами, що виходять з печі, та трохи декарбонізується. Потім сировинна мука направляється до обертальної печі 14. Вихідний матеріал з печі, відомий як клінкер, охолоджується в холодильнику 18, обладнаному дозаторами 19 та необхідними добавками. Клінкер разом із добавками транспортується на перемелення до барабанного млина 26, де встановлений сепаратор 28. Тонка фракція з млина подається через циклон 23 та пневмокамерний насос 24 до силосного складу 29, тоді як груба фракція повертається до млина для додаткового помелу через повітряні жолоби 27, 25, елеватор 21 та відцентровий оператор 28. На помольному агрегаті встановлені аспіраційні пристрої 22, холодильник-електрофільтр 15, піч-скруббер 12, електрофільтр 11 та динамонасоси 10, які очищають газ від пилу перед випуском у атмосферу.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Комбінований спосіб як сказано в назві, складається одразу з обох способів, а саме їх використання. Він має два різновиди. Перший заключається в тому що сировина суміш готується по мокрому способу в шлам, після чого він піддається зневодненню на фільтрах до межі вологості 16 – 18 % після чого прямує в печі щоб випалитись в напівсуху масу. В іншому варіанті передбачено виготовлення яке є протилежне першому способу: для виготовлення сировинної суміші використовується сухий спосіб, після чого, добавляючи 10 – 14 % води, гранулюють і дають на випалення, гранули за розміром складають 10 – 15 мм. Після потрапляння на склад, цемент завантажують на залізницю і транспортують, або ж в автоцементовози.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

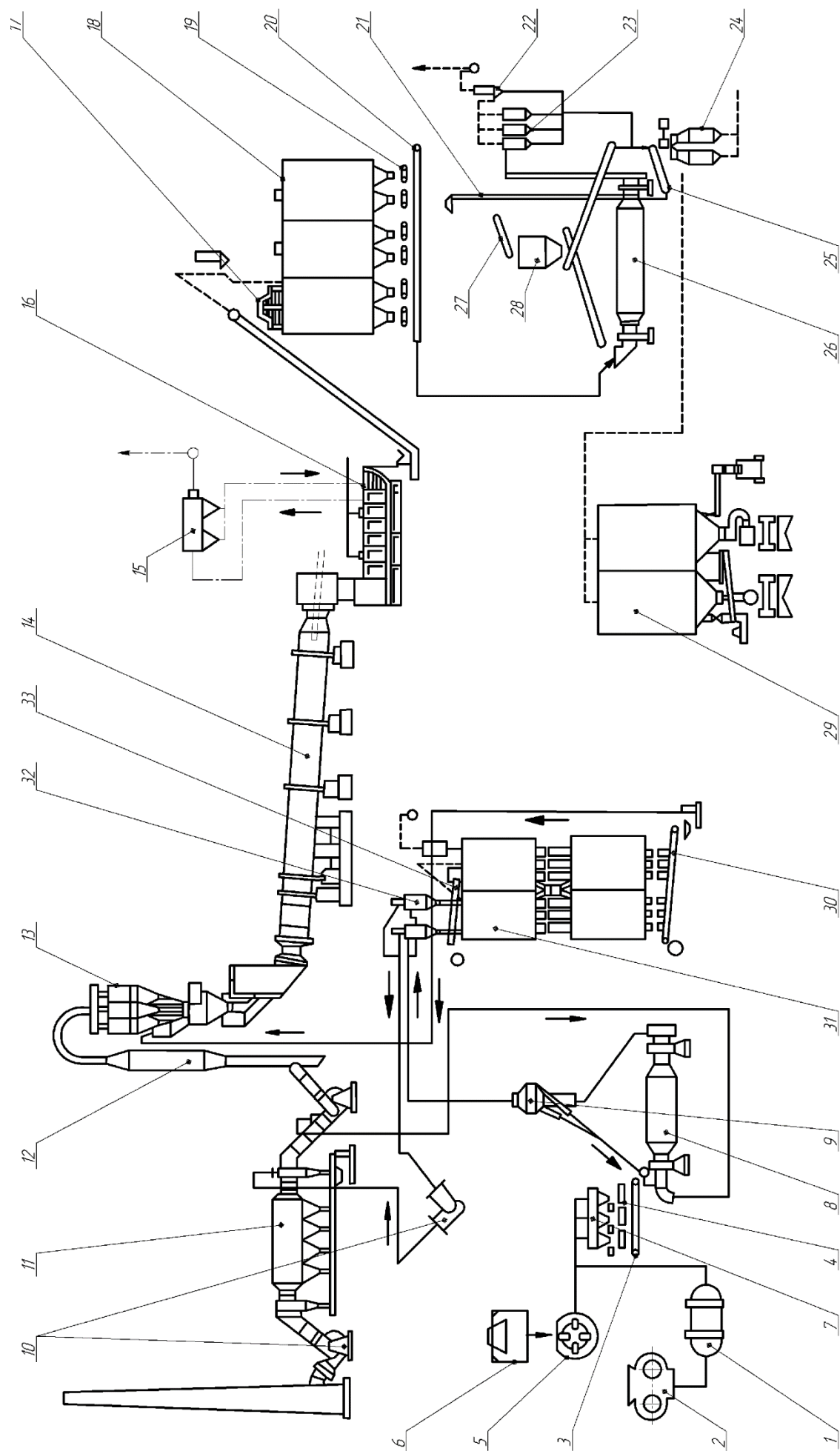


Рис. 1.1- Технологічна схема виробництва цементу по сухому способу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП91.08.1113.01-60ПЗ

Арк.

2. ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАЛКОВОЇ ДРОБАРКИ

Продуктивність в т/год	18,8
Потужність електродвигуна в кВт	45
Число обертів валка в об/хв.	42
Розміри валків в мм:	
Діаметр	570
Ширина	450
Габаритні розміри в мм:	
Довжина	4150
Ширина	2430
Висота	1500
Маса в т	7200

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

3. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ВАЛКОВОЇ

ДРОБАРКИ

Конструкція валкової дробарки (рис. 3.1) включає в себе [1] раму, яка виготовляється сталевим литтям або зварюванням із відповідних листів профільного прокату. За здебільшого зварювальні конструкції при меншій вазі характеризуються більшою міцністю. Для зменшення вібрації і шуму станину дробарки часто встановлюють на дерев'яні або пластикові бруси і закріплюють до фундаменту. Рухомий та нерухомий валки складаються із бандажа та двох дисків, з'єднаних стяжними шпильками і встановлених на валах. Вали встановлюються в роликотіщинникових опорах, дві з яких – нерухомо закріплені на рамі. Пристрій для регулювання зазору, який складається із скоби, упорів і пружних елементів, дає змогу переміщувати опори рухомого валу вздовж рами. Змінні прокладки служать для встановлення необхідного зазору між валками.

На консольних кінцях валів нерухомого і рухомого валків встановлюються маховики, які грають одночасну роль привідних шківів з канавками клинореємної передачі. Крутний момент від електродвигунів з використанням клинореємних передач передається на маховики. Електродвигуни закріплюють на рухомих опорах з гвинтами для регулювання натягу ременів.

В процесі роботи поверхні валків зношуються неоднаково по довжині, що порушує встановлений ступінь подрібнення. Бандажі валків частіше за все відливаються із марганцевистої зносостійкої сталі і поверхні їх покривають твердим сплавом на основі карбіду вольфраму.

Валки, особливо швидкохідні, повинні бути добре збалансовані для запобігання ударів і струшування при роботі. Вали валків можуть встановлюватись також в підшипниках ковзання.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

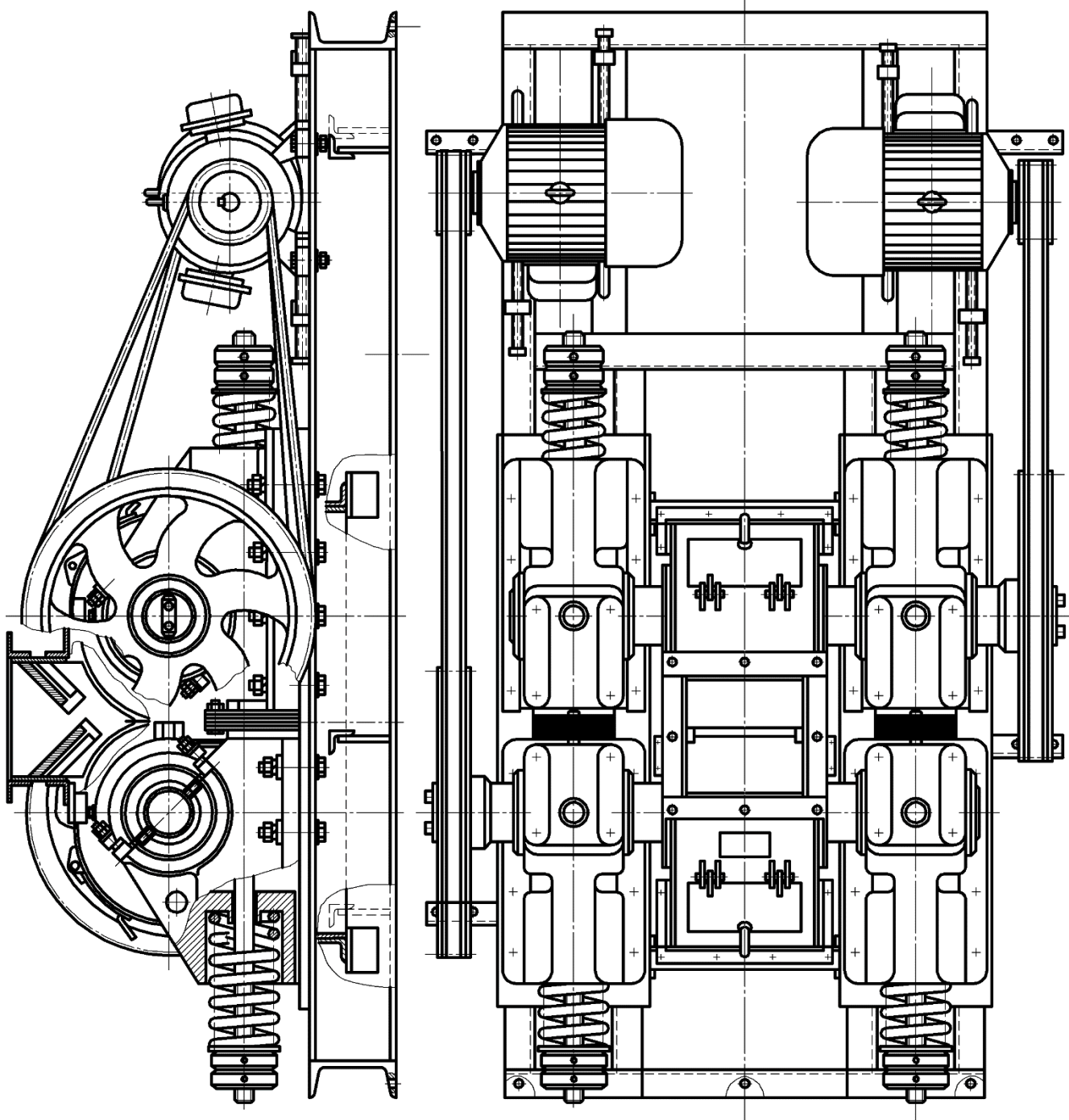


Рис. 3.1 - Валкова дробарка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП91.08.1113.01-60ПЗ

Арк.

10

4. ПАТЕНТНО-ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Валкові дробарки широко застосовуються в промисловості будівельних матеріалів та ефективно подрібнюють тверді породи (різні руди, вапняк, вугілля та багато інших матеріалів) роздавлюванням та стиранням. Але в роботі таких дробарок є і недоліки зокрема великі габаритні розміри міжвалкової передачі, нерівномірне зношування валків (особливо в середній частині). Тому з метою покращення техніко-економічних показників дробарки проведений літературно-патентний пошук. Були відмічені такі патенти:

1) Авторське свідоцтво UA № 13389 (2006)

кл. B02C 4/00

Автори: Заяць Богдан Йосипович, Круць Микола Федорович, Ліщинський Петро Степанович

Валкова дробарка з валково-зубчастим механізмом ламання

На (рис.5.1) - схематично зображений вертикальний розріз валкової дробарки; на (рис.5.2) - теж, горизонтальний розріз; на (рис.5.3) - валково-зубчатий механізм ламання; на (рис.5.4) - Вишив А. Процес дрібнення заданого однакового зазору між зубами механізму по колу дисків в зоні входу – а) і виходу – б) зубів із умовного зачеплення; на (рис.5.5)- Вишив Б, процес дрібнення заданого однакового зазору між зубами валкового механізму уздовж валків.

Дробарка включає роз'ємний корпус 1, вертикальний приймальний жолоб 2, , а в середині корпуса 1 знаходиться валково-зубчатий механізм ламання на (рис.5.3) у вигляді двох валів 3, пазами 4, виконані на зовнішній поверхні і за допомогою шпонок 5, закріплені гайками 6 на (рис.5.2), встановлені диски 7, котрі по колу поверхні оснащені вставними зуб'ями для ламання 8, виконані у вигляді зрізаної піраміди, і пазами 9 та 10. При цьому за допомогою зубчатої передачі 11 з'єднаний зв допомогою приводного механізму 12, що складається із електродвигуна 13, муфти 15, редуктора 14, великого модулю зубів 16, який змінює міжосьову відстань 17 між зубчастими валами 3.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

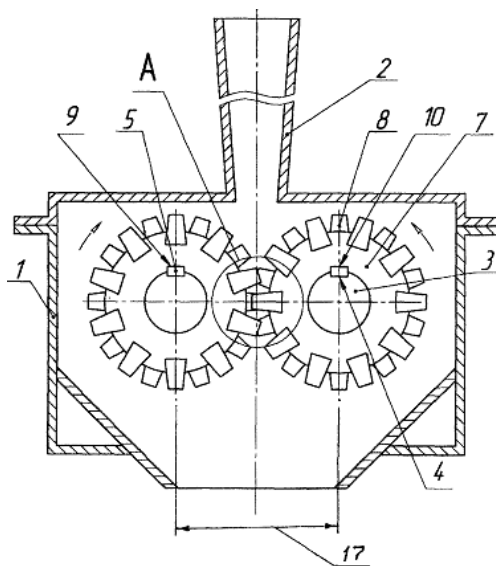


Рис.5.1-Схема вертикального розрізу валкової дробарки

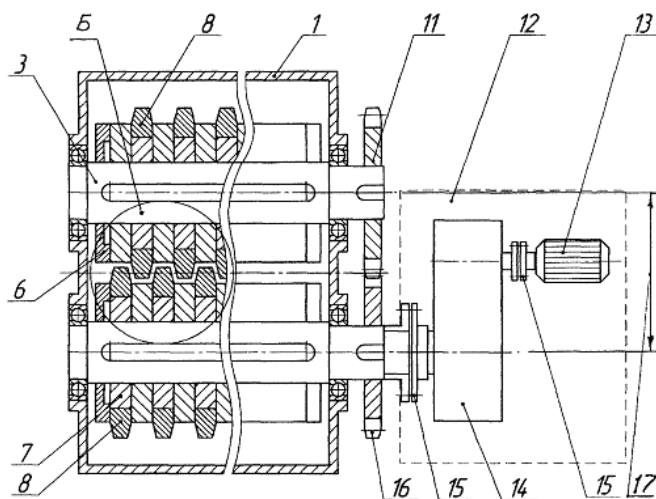


Рис.5.2- Схема горизонтального розрізу валкової дробарки

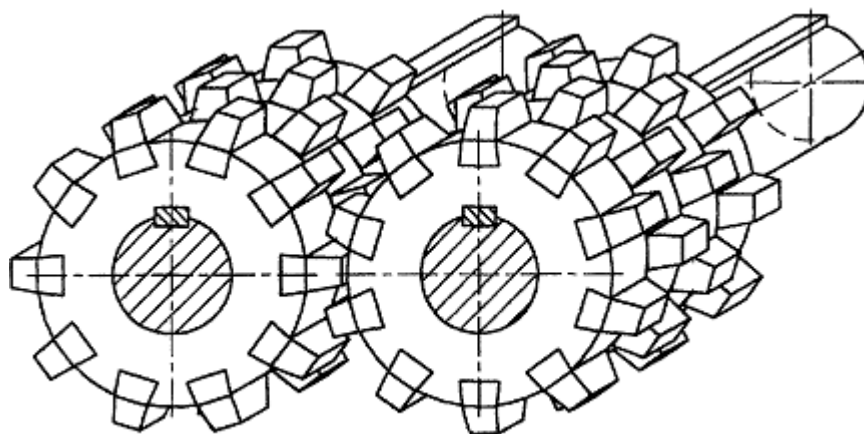


Рис.5.3-Валково-зубчатий механізм ламання

Вирив А

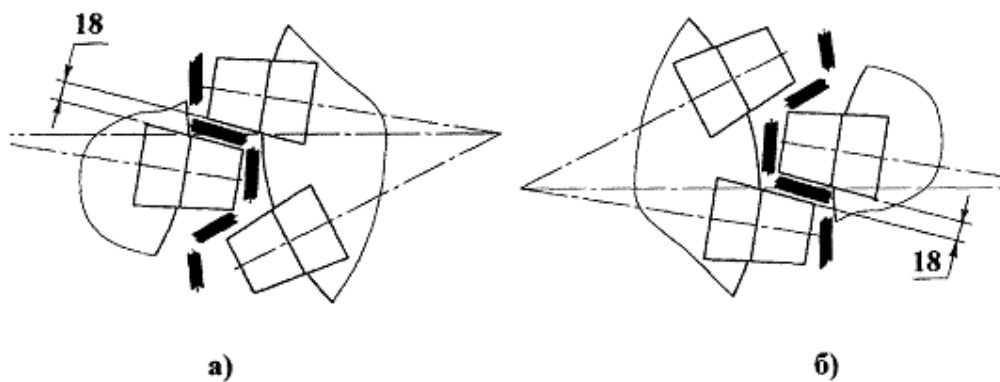


Рис.5.4- Вирив А

Вирив Б

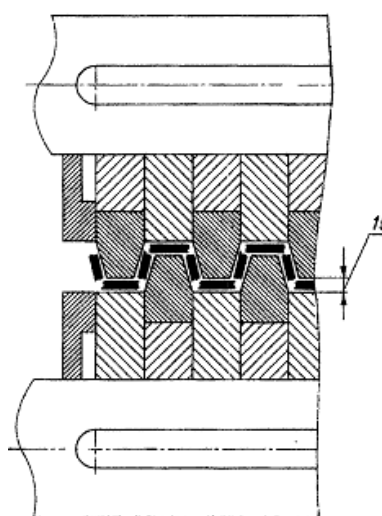


Рис.5.5- Вирив Б

Авторське свідоцтво UA № 69323 (2012)

кл. B02C 4/00

Автори: Риндяєв Віктор Іванович

Валкова зубчаста дробарка для шматкових матеріалів

Валкова зубчаста дробарка для шматкових матеріалів містить встановлені на рамі привідні валки з робочими поверхнями, які виконані з знімними зубцями.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де:

Рис.5.6 - загальний вигляд;

Рис.5.7 - вид А на Рис.5.6 ;

Валкова зубчаста дробарка для шматкових матеріалів містить встановлені на рамі 1 привідні валки 2, 3 із знімними зубцями 4 на робочих поверхнях валків 2, 3, привід 5. Привідні валки 2, 3 мають вали 6, 7 з закріпленими на них шестернями 8, 9, з'єднаними з приводом 5.

Валкова зубчаста дробарка для шматкових матеріалів працює таким чином.

Шматковий матеріал, який підлягає подрібнюванню, надходить в простір між валками 2, 3, що обертаються назустріч один одному. Подрібнювання шматкових матеріалів відбувається за допомогою знімних зубців 4, які встановлені на робочих поверхнях валків 2, 3. Обертотий рух валків 2, 3 здійснюється від приводу 5 за допомогою шестерен 8, 9, які закріплені на валах 6, 7. Знімні зубці 4 і привідні валки 2, 3 з'єднуються за допомогою пристрою для кріплення 10. Після зношення окремих зубців 4 їх замінюють на нові.

Використання валкової зубчастої дробарки для шматкових матеріалів, що запропонована, в порівнянні з прототипом, забезпечує підвищений термін її служби.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

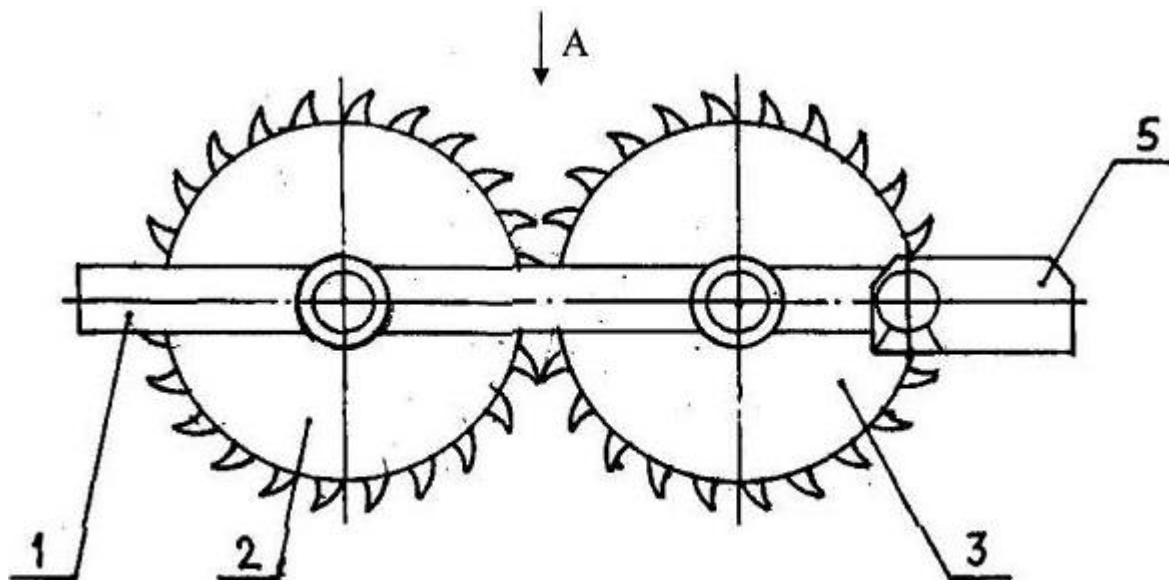


Рис.5.6-Валкова дробарка(вигляд збоку)

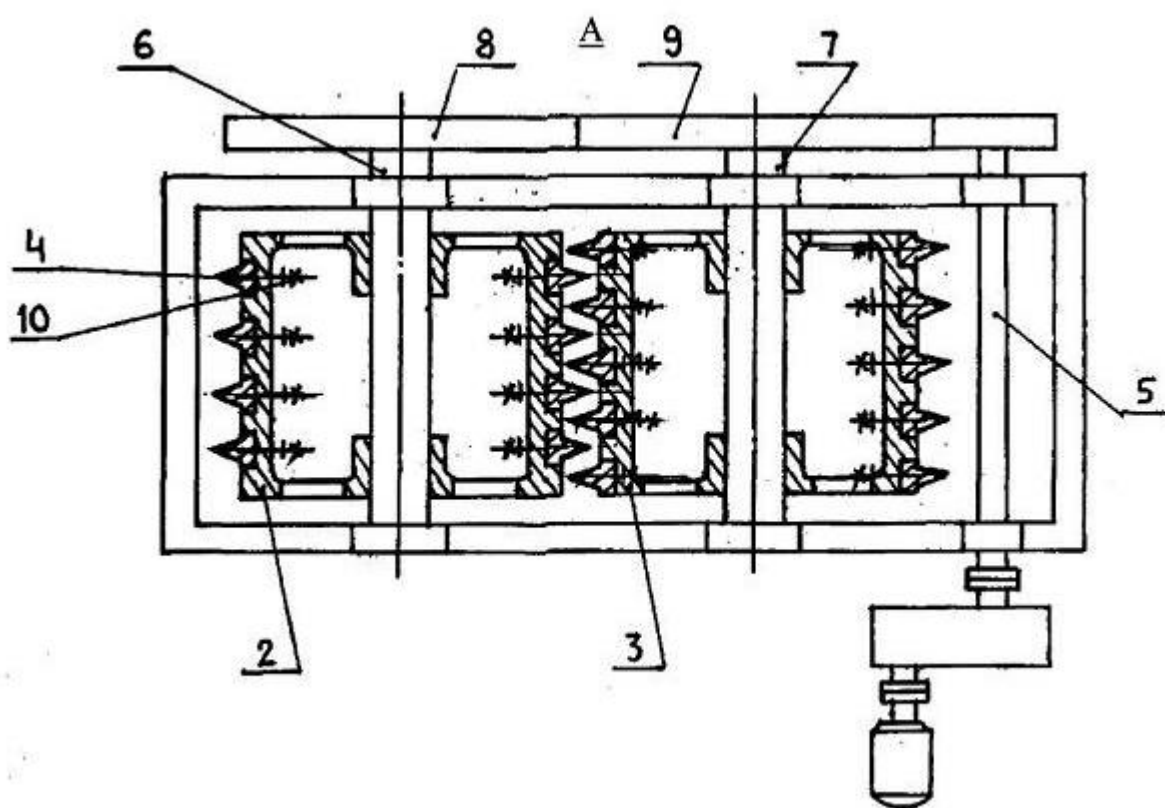


Рис.5.7- Валкова дробарка (вигляд зверху)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП91.08.1113.01-60ПЗ

Арк.

15

З) Авторське свідоцтво UA, № 2060 (2003)

кл. B02C 4/02

Автори: Штопенко Павло Павлович, Заноздра Сергій Вікторович

Пристрій для розмелювання матеріалів за допомогою валків
Пропонується пристрій для розмелювання матеріалів, який має корпус, два валки та привід. Його особливістю є наявність зубчастого колеса на валу одного з валків, яке з'єднане з таким самим колесом, що співвісно з'єднане з веденою зірочкою ланцюгової передачі. Ведена зірочка розміщена на валу іншого валка, а також є відтяжна зірочка, яка вільно рухається на вісі шарніра двох штанг, розташованих під кутом менше 180° одна до одної. Одна з цих штанг шарнірно закріплена на валу веденої зірочки, а друга - на валу ведучої зірочки.

На (рис.5.8) зображена кінематична схема пристрою для розмелювання матеріалів за допомогою валків, а на (рис.5.9) - кінематична схема передаточного механізму пристрою.

Пропонований пристрій для розмелювання матеріалів має однодвигунний привід 1, корпус 2, ведучий валок 3 з фіксованим осьовим положенням та ведений валок 4 з нерухомим осьовим положенням, яке забезпечується повзуном 5, напрямними 6 та пружинами 7. Ведена зірочка 8 ланцюгової передачі жорстко закріплена на веденому валку, на якому також знаходиться роз'ємна штанга 9, яка з'єднується гвинтом 10 для натягнення ланцюга 11. Штанга 9 має відтяжну зірочку 12 та шарнірний кінець 13, який вільно рухається разом із шарніром на валу ведучої зірочки 14 ланцюгової передачі та веденого зубчастого колеса 15, що працює разом з ведучим зубчастим колесом 16, що жорстко закріплене на валу ведучого валка пристрою для розмелювання матеріалів за допомогою валків.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

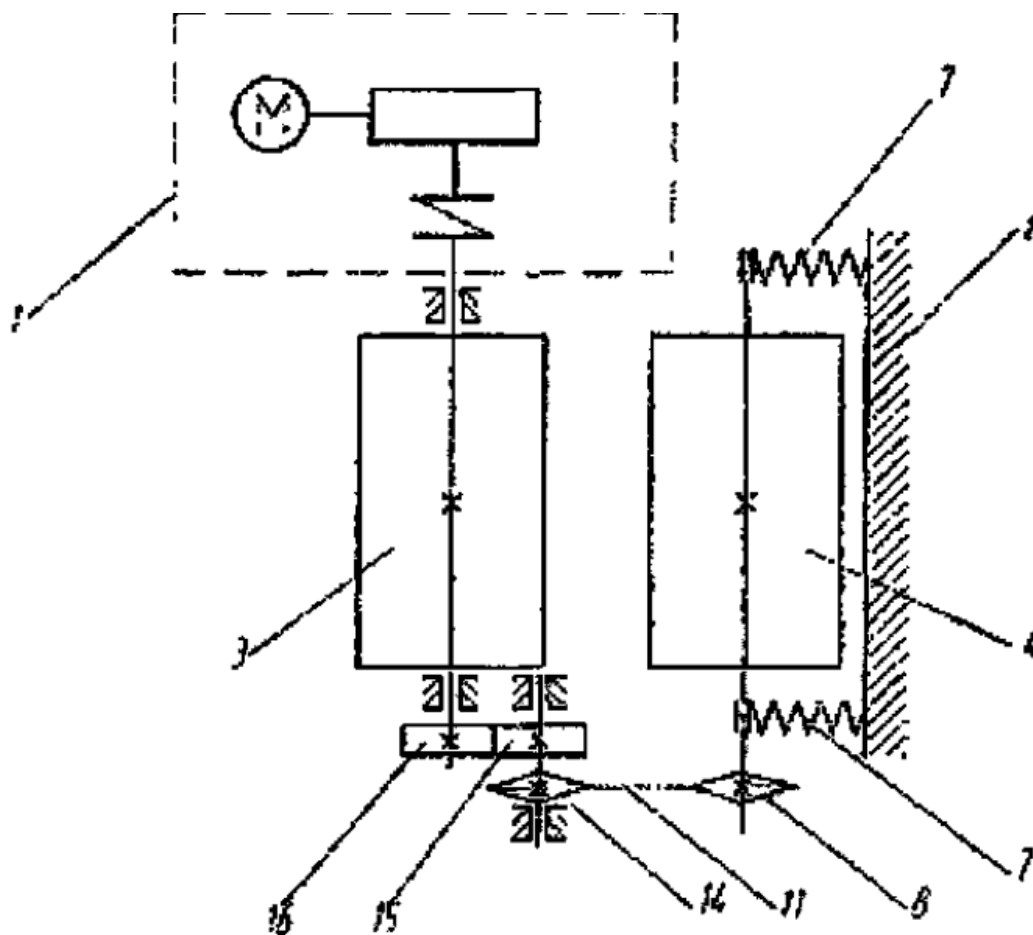


Рис.5.8- Кінематична схема валкової дробарки

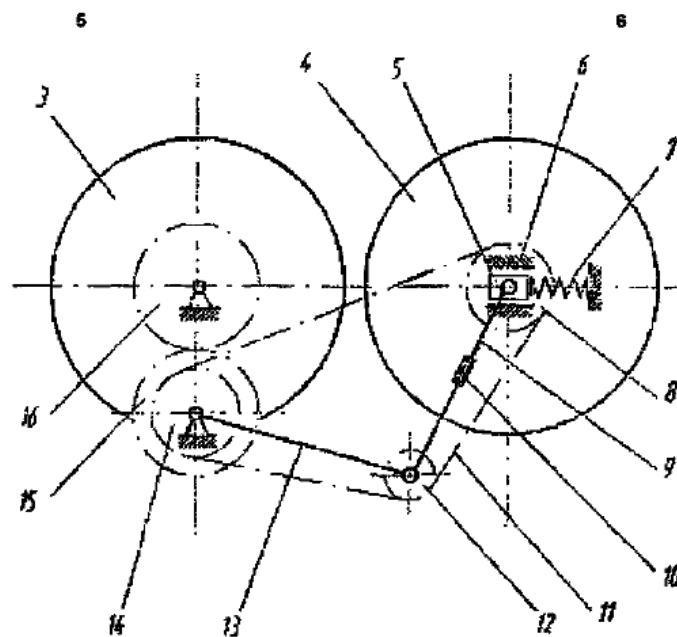


Рис.5.9- Кінематична схема передаточного механізму валкової дробарки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП91.08.1113.01-60ПЗ

Арк.

17

4) Авторське свідоцтво США №5086651 (1988)

кл. В 02 С4/32

Автори: Фуміо Такажи, Нобухіро Такажи

Валкова дробарка та спосіб її використання

Пристрій для подрібнення твердих відходів (рис. 5.11) з корпусом, двома паралельними валами, на яких розташовані дискові фрези 9 з прямолінійними ножами і дистанційними втулками 11 з зубцями на зовнішній циліндричній поверхні. У пристрої також присутні проміжки для розташування дискових фрез другого вала. З метою поліпшення ефективності та продуктивності подрібнення шляхом забезпечення кращих умов різання і захвату матеріалу ножами, а також для підвищення надійності, зубці на втулках виконані під кутом. Параметри цих зубців відповідають відповідній залежності

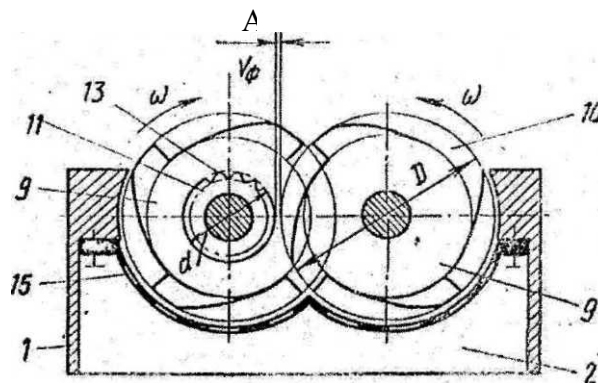
$$\beta \geq \arcsin \pi * m / B,$$

де β - кут нахилу зубців;

т-ділильний модуль зубців;

В- довжина дискової фрези.

Рис.5.11 - Дробарка



					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Ар к.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

5) Авторське свідоцтво RU №2288036 C1 (2006.01)

кл. В 02 C4/02

Автори: Федотов Костянтин Вадимович Бойбородін Борис Олексійович

Валкова дробарка

Запропоноване винаходом обладнання призначене для подрібнення матеріалів і знаходить застосування в різних промислових галузях, особливо для обробки крихких матеріалів.

У валковій дробарці (показано на рис. 5.14) знаходиться корпус 1, що містить вхідний бункер 2. У корпусі розташовані два валки 3 і 4, які можуть обертатись навпроти один одного. Валки мають бандажі 5 з ріжучими елементами 6. Ріжучі елементи одного валка розміщені між ріжучими елементами другого валка, утворюючи зазори 7 і 8. Ширина ріжучих елементів 6 більша на першому, ніж на другому валку 3, для подрібнення матеріалу різного розміру. Вісь одного з валків, наприклад, валка 4, зафіксовано нерухомо, тоді як валок 3 може рухатись в горизонтальному напрямку. Вершини ріжучих елементів 6 і відповідні проміжки між ними мають однаково округлу форму. Кожен валок приводиться в рух окремим приводом (не показаним на кресленнях).

Використання даної дробарки дозволяє підвищити вихід якісно подрібненого матеріалу та зберегти цілісність цінних компонентів. Основний технічний результат, досягнутий цим винаходом, полягає у покращенні якості подрібнення крихких матеріалів та практично повному усуненні подрібнення матеріалу в два етапи.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Ар к.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

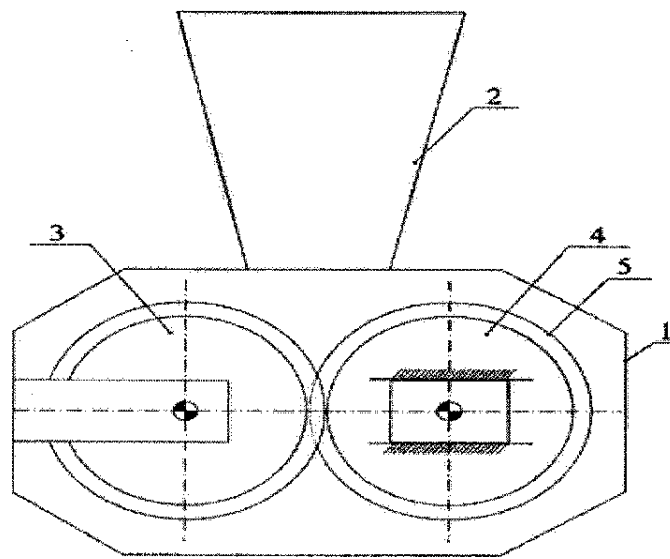


Рис. 5.14 - Валкова дробарка

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Ар к.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

6)Авторське свідоцтво CN №203648608 U (2006.01)

кл. B02 C4/42

Автори: Чжу Цзюхун

Привід валкової дробарки

Валкова дробарка – це пристрій для подрібнення різного матеріалу від крихких матеріалів наприклад таких як крейда до більш твердих – граніту чи каменю.

Корисна модель належить до передавального пристрою, зокрема до передавального пристрою дробарки.

В більшості валкових дробарок встановлений ремінний привід.

Даний патент пропонує заміну ремінного приводу на зубчатий

Завдяки більш жорсткому приводу ми прибираємо проковзування реміня тим самим підвищуємо ефективність подрібнення полімерних матеріалів. Також це допомагає суттєво зменшити габарити самої машини.

Враховуючи те що привід обертає кожен валок окремо, можна виставити різну швидкість обертів кожного з валків, що також підвищить коефіцієнт подрібнення.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

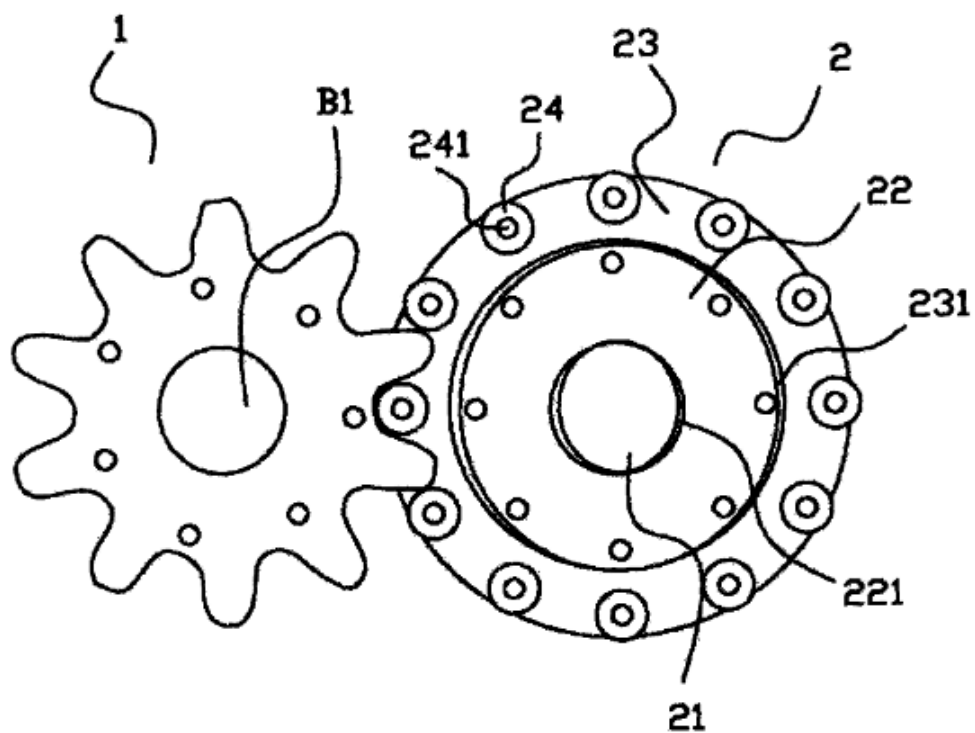


Рис. 5.14 – Привід валкової дробарки

Охорона праці

Причини травматизму й професійних захворювань на підприємствах з переробки твердих матеріалів класифікують наступним способом:

технічні причини, які виникають внаслідок конструктивних недоліків у галузі інженерних рішень з питань охорони праці у дробильних, сортувальних та транспортних машинах, є також недосконалість технологічних процесів та несправний стан обладнання.

гігієнічно санітарні причини: незадовільне висвітлення, підвищений рівень шуму, запиленість повітря;

організаційні причини: порушення технологічного процесу через недостатню навченість робітників, відсутність необхідного нагляду за провадженням робіт, низька культура виробництва, порушення режиму роботи й відпочинку використання робітників не за фахом;

психологічні й фізіологічні причини: ослаблення пам'яті, недостатній рівень уваги.

Згідно до дипломного проекту «Валкова дробарка з модернізацією приводу» необхідно розробити заходи щодо забезпечення безпечних умов роботи на валковій дробарці, що подрібнює матеріал на більш дрібний.

На роботі машиніст вразливий до різних шкідливим і небезпечним факторів, що призводить до травматизму й професійних захворювань. До цих факторів належить:

- виробничий шум;
- повітря робочої зони;
- обертові частини механізму;
- вібрації;
- стан пожежної безпеки.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітря робочої зони

Комбінація параметрів повітря в приміщенні під час виробничого процесу, таких як температура, вологість і швидкість руху повітря, впливає на теплорегуляцію організму працівника та його продуктивність.

У цехах, де відбувається подрібнення матеріалів, утворюється пил. Пил складається з дрібних твердих частинок, які перебувають у повітрі та осідають під впливом власної ваги, але можуть протягом певного часу перебувати у повітрі взвішені. Кількість пилу вимірюється у міліграмах на 1 м³ повітря. Найбільш шкідливим для здоров'я людини є дрібний пил з частками розміром до 10 мкм, оскільки він проникає у легені людини, не задержуючись у верхніх дихальних шляхах, і спричиняє різноманітні захворювання. Більш крупний пил залишається на слизових оболонках верхніх дихальних шляхів, викликаючи хронічні захворювання бронхів. Крім того, тривале перебування в зоні з високим рівнем пилу може спричинити захворювання очей і шкіри. Захист від пилу здійснюється шляхом видалення його з робочої зони, герметизації цієї зони, застосування місцевої вентиляції та загальної вентиляції. Крім того, за допомогою форсунок, вода може зволожувати пил, що утворюється, що сприяє ущільненню його та зменшенню розповсюдження в повітрі.

Для видалення пилу з робочої зони та забезпечення загального повітрообміну використовуються вентиляційні системи, які поділяються на категорії в залежності від способу переміщення повітря, їх функціональних особливостей та характеру дії. Натуральна вентиляція передбачає природний рух повітря за рахунок теплового перенесення між холодним і теплим повітрям, тоді як механічна вентиляція передбачає штучний рух повітря за допомогою вентиляційного обладнання з механічним приводом.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В залежності від функціонального призначення, вентиляційні системи можуть бути проточними, витяжними або комбінованими проточно-витяжними. Також, в залежності від характеру їх дії, виділяють загальну вентиляцію, яка забезпечує повний обмін повітря в приміщенні, та місцеву вентиляцію, яка призначена для видалення пилу з конкретної зони, де він утворюється.

Виробничий шум

Шум є коливанням звукової хвилі в звуковому діапазоні, характеризується зміною частоти і амплітуди, і є непостійним в часі. Шуми, які не несуть корисних дій людині, можуть негативно впливати на її здоров'я. Відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 "ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки", механічні коливання машин призводять до коливань повітряного середовища, що викликають шуми.

Сильний і тривалий шум має негативні наслідки для здоров'я людини. Крім загального виснаження, втрати уваги і зниження реактивності, шум може викликати головний біль, запаморочення, втрату слуху та захворювання нервової системи. Особливо шкідливими є високочастотні, виючі і переривчасті шуми, які мають найбільший вплив на організм людини.

Боротьба із шкідливим впливом шуму проводиться заходами загального характеру.

До заходів загального характеру відносяться: заміна гучних машин або окремих вузлів безшумними; звукоізоляція джерел виникнення шуму; автоматизація і механізація, а також дистанційне керування, що дозволяють робітнику стежити за роботою машин поза зоною дії шуму.

Для зменшення рівня шуму одним із методів є використання звукоізоляційних кожухів на вузлах машин або на самій машині. Ці кожухи виготовляються зі сталевих аркушів, які внутрішньо облицьовані повстю, пінополіуретаном або шлаковатою ізоляцією. Кожухи встановлюються на спеціальні віброізолюючі прокладки з азбесту, повсті або гуми. Застосування таких кожухів може знизити рівень шуму на 30 децибелів.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зниження рівня шуму можна розмістити джерело шуму, наприклад, дробильне встаткування, на вітряній стороні від інших будівель на території підприємства. Середнє значення рівня шуму конусної дробарки становить 75-80 дБ, тому при її експлуатації необхідно дотримуватись відповідних заходів, які регулюються Державними санітарними нормами ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку".

Вібрації

Вібрація відноситься до руху матеріальної точки або механічної системи, при якому значення величини почергово зростають і зменшуються з часом.

При роботі дробарок також виникають вібрації, що шкідливо діють на організм працюючих. Тривалий вплив вібрацій може викликати професійне захворювання, що супроводжується серцево-судинної системи, розладом нервової, підвищенням кров'яного тиску, розладом опорно-рухового апарату.

Для виробничих вібрацій на робочих місцях санітарними нормами "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації" ДСН 3.3.6.039-99 встановлюються гранично допустимі амплітуди, швидкості і прискорення коливальних рухів.

Виникнення вібрації попереджається установкою машин, що їх викликають, на спеціальні фундаменти з віброізоляцією і на фундаменти, не пов'язані з будівлею. Для віброізоляції застосовують прокладки з гуми, войлока, пробки, дерева, а також пружини.

Обертові частини механізму

На даному пристрої присутні обертові елементи, такі як вали зі шківками та подрібнюючі валки. Ці елементи представляють значну небезпеку для людини, оскільки під час роботи може статися намотування або затягування робочого матеріалу в механізм, що може призвести до фатальних наслідків. З метою запобігання таким ситуаціям всі рухомі та обертові деталі валкової дробарки повинні бути наділені захисними кожухами.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Пожежобезпека

Під час використання великогабаритних машин виникають коливання, поштовхи та вібрація, які призводять до порушення щільності електричних контактів. Це може призвести до виникнення значних перехідних опор і нагріву в місцях з'єднання проводки, що створює ризик загоряння і появи пожеж. Окрім того, недостатня змазка підшипників електричних машин також може призвести до їх перегріву. Перенагрів підшипників може збільшити опір, що веде до зупинки ротора. В такому випадку електрична енергія, що поступає, повністю перетворюється на тепло, що може спричинити загоряння ізоляції та інших горючих матеріалів.

Машиніст дробарок повинен знати:

- Правила пожежної безпеки, які встановлені для цеху та конкретного робочого місця, повинні бути дотримані. На робочому місці мають бути розташовані засоби пожежогасіння та особистий захист. Також необхідно знати місцезнаходження найближчого оповістителя і номер телефону пожежної охорони.

- У разі виникнення пожежі дробарник повинен використовувати доступні первинні засоби пожежогасіння, такі як пісок, вогнетривка маса, вогнегасник, покривала. Також необхідно викликати пожежну охорону і, якщо можливо, прийняти заходи для ліквідації пожежі самостійно до прибуття професіоналів.

- Підходи до протипожежних щитків повинні бути забезпечені таким чином, щоб легко отримати доступ до необхідного інвентарю, а проходи мають завжди бути вільними.

- Матеріал для обтирання повинен зберігатися у металевих ящиках, а його кількість не повинна перевищувати добову норму.

- Усі транспортерні галереї повинні бути оснащені засобами пожежогасіння.

- Робітник повинен мати знання та навички надання першої допомоги (долікарняної) при опіках, як для себе, так і для інших постраждалих.

- У разі отримання травми необхідно звернутися за допомогою до колег або, якщо можливо, до медпункту, перед цим повідомивши майстра або іншого керівника.

Машиніст дробарок повинен знати процедуру обліку та розслідування нещасних випадків.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

Ефективне впровадження заходів з охорони праці є важливим компонентом системи забезпечення безпеки на робочому місці. Якщо ці заходи правильно застосовуються операторами та керівництвом, це може сприяти зменшенню ризику виникнення небезпек і травматизму серед працівників.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Згідно з поставленим завданням, темою дипломного проекту є "Модернізація екструдера для виробництва рукавної плівки". Цей агрегат зазвичай використовується у підприємствах, що займаються виробництвом плівки. Для покращення роботи було обрано модернізацію корпусу екструдера з утворенням внутрішнього простору для більш ефективної екструзії.

Також в роботі розглянули важливість системи охорони праці та заходів, що запобігають негативним наслідкам на виробництві. Застосування цих заходів залежить від відповідальності операторів та керівництва. Вони можуть сприяти зниженню ризику травматизму серед працівників і покращенню робочих умов.

					ЛП91.08.1113.01-60ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

II РОЗДІЛ «РОЗРАХУНКИ»
ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ
НА ТЕМУ: «Валкова дробарка з модернізацією
приводу »

ЗМІСТ

Розрахунки.....	1
1 Розрахунки валкової дробарки.....	1
1.1 Параметричні розрахунки.....	1
2 Кінематичні Розрахунки.....	13
2.1 Вибір електродвигуна.....	13
2.2 Розрахунок клинопасової передачі.....	15
2.3 Визначення сил напружень та розрахункової довговічності .	16
3 Розрахунки на міцність	25
3.1 Розрахунок вала на статичну міцність	25
3.2 Розрахунок бандажа валка на міцність.....	26
3.3 Розрахунок шківа на міцність.....	26
4 Розрахунки за допомогою системи ANSYS.....	30
4.1 Розробка 3D	30
4.2 Розрахунки модернізованої моделі в системі Ansys.....	31
Висновки.....	34

					ЛП91.08.1113.02-60PP			
	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Розроб.	Мороз				Валкова дробарка з модернізацією приводу		Лит.	Лист
Пров.	Гур'єва Л.Н.							Листов
Н. контр.							НТУУ “КПІ” ІХФ	
Утв.	Сокольський							

4. РОЗРАХУНКИ ВАЛКОВОЇ ДРОБАРКИ

4.1 Параметричні розрахунки

Розрахуємо валкову дробарку [1] з наступними вихідними даними :
масова продуктивність $P_p = 11,3$ т/год, середній розмір шматків, що завантажуються

$D_{cp} = 0,04$ м, середній розміром готового продукту $d_{cp} = 0,006$ м, границя міцності матеріалу на стиск $\sigma = 53$ МПа, модуль пружності $E = 2,2 \cdot 10^4$ МПа, об'ємна маса $\rho = 2,3$ т/м³, коефіцієнт розпушення $\mu = 0,40$, коефіцієнт тертя $f = 0,35$.

Кут захвату валкової дробарки з умови затягування кусків матеріалу між валками:

$$\alpha \leq 2 \arctg f$$

$$\alpha \leq 2 \arctg(0,35);$$

$$\alpha \leq 38,58^\circ$$

Приймаємо $\alpha = 36^\circ$.

Діаметр валка:

$$D = \frac{D_{cp} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} - e}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,04 \cdot 0,951 - 0,006}{1 - 0,951} = 0,65 \text{ м};$$

де e - зазор між валками, при розрахунку приймаємо $e = d_{cp}$.

Приймаємо $D = 0,7$ м.

Максимальна частота обертання валків:

$$n_{\max} = 0,32 \sqrt{f / \rho \cdot D_{cp} \cdot D} = 0,32 \sqrt{0,35 / 2,2 \cdot 0,04 \cdot 0,7} = 0,76 \text{ об / с};$$

Розрахункове число обертів повинно бути на 25...35% меншим за максимальне.

Розрахункове число обертів:

$$n = 0,7 \cdot n_{\max} = 0,7 \cdot 0,76 = 0,53 \text{ об / с};$$

					ЛП91.08.1113.02-60РР	Арк.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $n = 0.56 \text{ об/с}$;

Масова продуктивність валкової дробарки:

$$Pr = 3600 \cdot \pi \cdot D \cdot L \cdot e \cdot n \cdot \rho \cdot \mu = 3600 \cdot 3.14 \cdot 0.7 \cdot 0.55 \cdot 0.006 \cdot 0.56 \cdot 2.2 \cdot 0.35 = 11.3 \text{ т/год},$$

де L – довжина валка:

$$L = (0.8 \dots 1.3) \cdot D = 0.8 \cdot 0.7 = 0.56 \text{ м};$$

Приймаємо $L = 0.56 \text{ м}$.

Потужність двигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{\sigma^2 \cdot P_v (i-1)}{2.4 \cdot E \cdot \eta_y \cdot \eta_{\text{д}}} = \frac{53^2 \cdot 5.12 \cdot (6.67-1)}{2.4 \cdot 2.4 \cdot 10^4 \cdot 0.8 \cdot 0.25} = 7 \text{ кВт},$$

де P_v – об'ємна продуктивність:

$$P_v = P_r / \rho = 11.26 / 2.2 = 5.12 \text{ м}^3/\text{год};$$

i – ступінь подрібнення:

$$i = \frac{D_{\text{ср}}}{d_{\text{ср}}} = \frac{0.04}{0.006} = 6.67;$$

$\eta_y = 0.8$ – загальний ККД приводу;

$\eta_{\text{д}} = 0.25$ – ККД валкової дробарки.

За Левінсоном потужність валкової дробарки витрачається на:

- роздавлювання кусків:

$$N_1 = 25 \cdot 10^2 \cdot L \cdot n \cdot R \cdot r = 25 \cdot 10^2 \cdot 0.56 \cdot 0.56 \cdot 0.325 \cdot 0.02 = 5 \text{ кВт},$$

Де

$$R = D/2 = 0.65/2 = 0.325 \text{ м};$$

$$r = D_{\text{ср}}/2 = 0.04/2 = 0.02 \text{ м}.$$

- тертя матеріалу об валки:

$$N_2 = 7.5 \cdot 10^2 \cdot L \cdot n \cdot R \cdot r = 7.5 \cdot 10^2 \cdot 0.56 \cdot 0.56 \cdot 0.325 \cdot 0.02 = 1.5 \text{ кВт};$$

- втрати в підшипниках на тертя:

$$N_3 = 55 \cdot L \cdot R^3 \cdot n = 55 \cdot 0.56 \cdot 0.325^3 \cdot 0.56 = 0.58 \text{ кВт}.$$

					ЛП91.08.1113.02-60РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Загальна потужність:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 = 5 + 1.5 + 0.58 = 7.08 \text{ кВт}$$

За формулою Левінсона:

$$n_{\max} \leq 616 \sqrt{\frac{f}{\gamma \cdot D_{\text{ср}} \cdot D}} = 616 \sqrt{\frac{0.35}{0.003 \cdot 4 \cdot 70}} = 397,63 \text{ об / хв},$$

де f - коефіцієнт тертя матеріалу об валок, $f=0.35$;

γ - питома вага матеріалу; $\gamma = 0,003 \text{ кг/см}^3$

D - діаметр валка; $D=70 \text{ см}$;

$D_{\text{ср}}$ - середній розмір шматків, що завантажуються; $D_{\text{ср}}=4 \text{ см}$.

Фактична швидкість обертання:

$$n_{\text{факт}} = (0.4 \dots 0.7) \cdot n_{\max} = 0.7 \cdot n_{\max} = 0.7 \cdot 397.63 = 198.82 \text{ об / хв}$$

Приймаємо $n_{\text{факт}} = 200 \text{ об / хв} = 3,33 \text{ об / с}$.

Тиск необхідний для подрібнення матеріалу між валками:

$$P = 0.145 \cdot B \cdot D \cdot \sigma \cdot K = 0.145 \cdot 0.7 \cdot 0.7 \cdot 53 \cdot 10^6 \cdot 0.25 = 9.4 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

де D - діаметр валка; $D=0,7\text{м}$;

B -ширина валка; $B=0,7\text{м}$;

σ -межа міцності на стиск; $\sigma=53\text{МН/м}$.

K - коефіцієнт, що враховує використання довжини валків та ступінь розпушення матеріалу; для твердих порід $K= 0,2 \dots 0,3$; приймаємо $K=0,25$.

Сумарне зусилля подрібнення для міцних порід:

$$P \approx 0.04 \cdot \sigma \cdot L \cdot D \approx 0.04 \cdot 53 \cdot 10^6 \cdot 0.7 \cdot 0.7 = 10.4 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

					ЛП91.08.1113.02-60РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4.2 Кінематичні розрахунки

4.2.1 Вибір електродвигуна

Розрахункова потужність електродвигуна $N_{\text{дв}}=7$ кВт .

Швидкість обертання валків $n_2 = 200 \text{ об / хв} = 3.33 \text{ об / с}$.

За ГОСТ 19523-81 приймаємо двигун 4А160S8У3 потужністю $N_1 = 7,5$ кВт з числом обертів $n_1 = 750 \text{ об/хв} = 12,5 \text{ об/с}$.

Загальне передаточне число дробарки:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{750}{200} = 3.75 .$$

Крутний момент на валу двигуна:

$$M_{\text{кр1}} = 9550 \frac{N_1}{n_1} = 9550 \frac{7.5}{750} = 95 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4.2.2 Розрахунок клинопасової передачі

Приймаємо попереднє значення [2, 3] передаточного числа клинопасової передачі $u' = 3.75$.

Згідно ГОСТ 12843 – 30 приймаємо переріз паса – А. Для прийнятого перерізу паса діаметр ведучого шківa $d_1 = 350$ мм.

Колова швидкість:

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{1000 \cdot 60} \leq [V] = \frac{3,14 \cdot 350 \cdot 750}{1000 \cdot 60} = 13.74 \text{ м / с} < 30 \text{ м / с} .$$

де d_1 – діаметр ведучого шківa;

n_1 - частота обертання ведучого шківa;

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

Діаметр веденого шківa (орієнтовано):

$$d'_2 = d_1 \cdot U' \cdot (1 - \xi) = 350 \cdot 3.75 \cdot (1 - 0,02) = 1286 \text{ мм}$$

де ξ - коефіцієнт пружного ковзання паса, $\xi = 0,02$

За ГОСТ 20898 – 75 приймаємо $d_2 = 1250 \text{ мм}$

					ЛП91.08.1113.02-60PP	Арк.
						б
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Уточнюємо передаточне число:

$$U = \frac{d_1}{d_1 \cdot (1 - \xi)} = \frac{1250}{350 \cdot (1 - 0,02)} = 3,65.$$

Відносна похибка передаточного числа:

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

$$\square = \frac{3,75 - 3,65}{3,75} \cdot 100\% = 2,7\% < 5\%.$$

Фактична частота обертання веденого шківів:

$$n_2 = \frac{n_1}{U} = \frac{750}{3,65} = 205,48 \text{ об / хв};$$

Приймаємо $n_2 = 206 \text{ об / хв} = 3,43 \text{ об / с}$.

Орієнтована міжосьова відстань:

$$a' = 1,5 \cdot d_2 = 1,5 \cdot 1250 = 1875 \text{ мм},$$

Розрахункова довжина паса:

$$L_p = 2 \cdot a' + \frac{\pi \times (d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \times a'} = 2 \cdot 1875 + \frac{3,14 \cdot (1250 + 350)}{2} + \frac{(1250 - 350)^2}{4 \cdot 1875} = 6325 \text{ мм};$$

Згідно ГОСТ 1284.1 – 80 приймаємо $L = 6300 \text{ мм}$.

Число обертів паса:

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

$$U = \frac{13,74}{6,3} = 2,18 \text{ с}^{-1} < 15 \text{ с}^{-1}.$$

Відповідно прийнятій довжині паса уточнюємо міжосьову відстань:

$$a = 0,125 \left\{ 2L - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2L - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right\} =$$
$$= 0,125 \cdot \left\{ 2 \cdot 6300 - 3,14 \cdot (1250 + 350) + \sqrt{[2 \cdot 6300 - 3,14 \cdot (1250 + 350)]^2 - 8 \cdot (1250 - 350)^2} \right\} = 1840 \text{ мм}$$

Кут обхвату ведучого шківів:

					ЛП91.08.1113.02-60PP	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57,3^\circ \cdot \frac{1250 - 350}{275} \geq 152^\circ > 120^\circ$$

Потрібна кількість пасів:

$$Z' = \frac{N_{\partial\theta}}{N_0 \cdot C_p \cdot C_\alpha \cdot C_l \cdot C_z} \leq 6(8)$$

де N_0 - номінальна потужність, яка передається одним пасом вибраного перерізу; $P_0 = 3 \text{ кВт}$;

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, $C_z = 0,95$;

$$Z' = \frac{7}{3 \cdot 0,83 \cdot 0,92 \cdot 0,86 \cdot 0,95} = 3,74 < 6(8);$$

Приймаємо $Z = 4$.

4.2.3. Визначення сил напружень та розрахункової довговічності

Колова сила[3]:

$$F_t = \frac{10^3 P_1}{V} = \frac{10^3 \cdot 7}{13.74} = 509.5 \text{ Н}$$

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 l_m паса, $g = 0,3 \text{ кг/м}$

					ЛП91.08.1113.02-60PP	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_0 = \frac{780 \cdot 7}{13,74 \cdot 0,83 \cdot 0,92 \cdot 4} + 0,3 \cdot 13,74^2 = 319,12 H$$

Сили, що діють на підшипники та вал:

$$F_r = 2 \times F_0 \times Z \times \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \times 319,12 \times 4 \times \sin \frac{152}{2} = 2476,37 H$$

Напруження у ведучій вітці паса:

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

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

A – площа перерізу паса, $A = 230 \text{ мм}^2$

$$\sigma_1 = 1,2 + \frac{509,5}{2 \cdot 4 \cdot 230} = 1,47 МПа$$

Напруження згину у пасі на дузі обхвату ведучого шківа:

$$\sigma_{зг} = E \frac{2Y_0}{d_1}.$$

де E – модуль пружності для короткотканевих пасів приймаємо, $E = 70 МПа$

Y_0 – відстань від нейтральної лінії до найбільш напружених волокон,

$Y_0 = 4,8 \text{ мм}$

$$\sigma_{зг} = 70 \cdot \frac{2 \cdot 4,8}{350} = 1,92 МПа$$

Напруження, які виникають у пасі від дії відцентрових сил:

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

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

$$\sigma_v = 1300 \cdot 13,74^2 \cdot 10^{-6} = 0,0178 МПа$$

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

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_{зг} + \sigma_v = 1,47 + 1,92 + 0,0178 = 3,4 МПа$$

Розрахункова довговічність:

					ЛП91.08.1113.02-60PP	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

m – показник степеня, $m = 8$

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

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

$$T = \left(\frac{9}{3,4} \right)^8 \cdot \frac{10^7 \cdot 1,77 \cdot 1}{2 \cdot 3600 \cdot 2,18} = 2554905,3 \text{ год}$$

4.3 Розрахунки на міцність

4.3.1 Розрахунок вала на статичну міцність

Вихідні дані:

Колова сила $F_t = 509,5 \text{ Н}$

Сила, що діє на вал та підшипники $F_r = 2476,37 \text{ Н}$

Сумарне зусилля подрібнення $P = 10,4 \cdot 10^5 \text{ Н}$

Згідно розрахункової схеми (рис. 4.3.1) визначаємо опорні реакції [3, 6]:

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

$$-F_r \cdot 0,41 + R_{BY} \cdot 0,33 - P \cdot 0,115 = 0$$

$$R_{BY} = \frac{F_r \cdot 0,41 + P \cdot 0,115}{0,33} = \frac{2476,37 \cdot 0,41 + 1040000}{0,33} = 491561,55 \text{ Н}$$

$$\sum M_Y = 0$$

$$-F_t \cdot 0,41 + R_{BX} \cdot 0,33 = 0$$

$$R_{BX} = \frac{F_t \cdot 0,41}{0,33} = \frac{509,5 \cdot 0,41}{0,33} = 633 \text{ Н}$$

$$\sum y = 0$$

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{AY} - P + R_{BY} - F_r = 0$$

$$R_{AY} = P - R_{BY} + F_r = 1040000 - 491561,55 + 2476,37 = 550914,82 \text{ Н}$$

$$\sum x = 0$$

$$R_{AX} - R_{BX} + F_t = 0$$

$$R_{AX} = R_{BX} - F_t = 633 - 509,5 = 123,5 \text{ Н}$$

Згідно методу перерізів будуюмо епюри згинаючих моментів M_{uy} , M_{ux} .

Результуючий згинаючий момент:

$$M_{uc-c} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{1185,4^2 + 192989,59^2} = 192996,86 \text{ Нм}$$

$$M_{uB-B} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{1371,6^2 + 4015,5^2} = 4243,29 \text{ Нм}$$

Приведений момент:

$$M_{np-c} = \sqrt{M_{uc-c}^2 + \alpha \cdot T^2} = \sqrt{192996,86^2 + 0,6 \cdot 4783,93^2} = 193032,42 \text{ Нм}$$

$$M_{npB-B} = \sqrt{M_{uB-B}^2 + \alpha \cdot T^2} = \sqrt{42143^2 + 0,6 \cdot 4783,93^2} = 5633,56 \text{ Нм}$$

де - α коефіцієнт розбіжності циклів навантаження

Побудувавши епюру приведених моментів $M_{пр}$ (рис. 4.3.1) можна побачити, що небезпечним перерізом вала є переріз С-С.

					ЛП91.08.1113.02-60PP	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

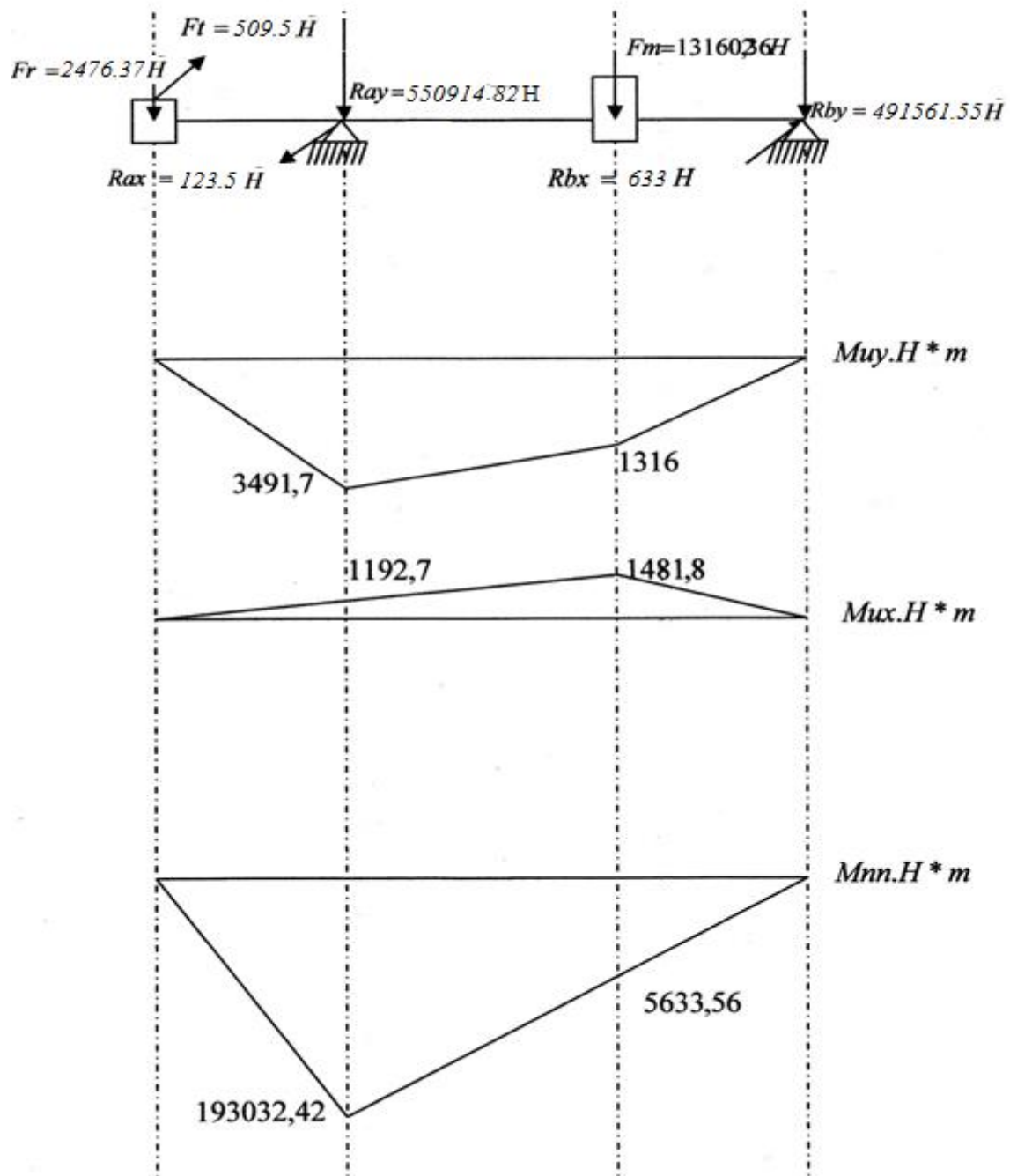


Рис 4.3.1 - Епюри моментів

4.3.2. Розрахунок бандажа валка на міцність

Вихідні дані:

Діаметр валка $D=0,7\text{м}$

Ширина валка $B=0,7\text{ м}$

Сумарне зусилля подрібнення $P = 10,4 \cdot 10^5\text{Н}$

Розрахунок бандажа валка на міцність зводиться до вирішення задачі Ляме. Товщину бандажа S визначимо за четвертою теорією міцності [3], якщо допустима напруга для сталі $[\sigma]=306,7\text{ Мпа}$. Небезпечними є точки бандажа у внутрішньої поверхні, де головні напруження мабуть наступні значення:

$$\sigma_1 = \sigma_\theta = r_2^2 + r_1^2 / r_2^2 - r_1^2 \cdot (p) = 1 + k^2 / 1 - k^2 \cdot (p)$$

$$\sigma_2 = \sigma_z = 0$$

$$\sigma_3 = br = -p$$

де p - тиск на поверхню, Мпа

r_1 - внутрішній радіус бандажа, мм

r_2 - зовнішній радіус бандажа, мм

Умова міцності за четвертою теорією:

$$\sigma_{екв4} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2} \leq [\sigma]$$

яка в контексті задачі Ляме має вигляд:

$$\sigma_{екв4} = \sqrt{\sigma_\theta^2 - \sigma_\theta \sigma_{\mathcal{R}} + \sigma_{\mathcal{R}}^2} \leq [\sigma]$$

звідки

$$K^2 = \frac{(\frac{[\sigma]}{P})^2 + \sqrt{(\frac{2[\sigma]}{P})^2 - 3}}{(\frac{[\sigma]}{P})^2 - 1}$$

де $k=r_1/r_2$

					ЛП91.08.1113.02-60PP	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді, остаточно, розрахункова формула має вид:

$$r_1 = r_2 \cdot \sqrt{\frac{(\frac{[\sigma]}{P})^2 + \sqrt{(\frac{2[\sigma]}{P})^2 - 3}}{(\frac{[\sigma]}{P})^2 - 1}} = 650 \sqrt{\frac{(\frac{306,7}{0,79})^2 + \sqrt{(\frac{2 \cdot 306,7}{0,79})^2 - 3}}{(\frac{306,7}{0,79})^2 - 1}} = 652 \text{ мм}$$

де $[\sigma]$ - допустима напруга для сталі.

Так як бандаж валків виготовляють з марганцевистої зносостійкості сталі, приймаємо матеріал бандажа валка сталь 20Г [2] згідно ГОСТ 1050-74 з допустимою напругою $[\sigma] = 306,7$ МПа

P - розподілене навантаження

$$S = 2 \cdot \pi \cdot \underline{r} \cdot \underline{h} = \pi \cdot \underline{d} \cdot \underline{l} = 3,14 \cdot 0,65 \cdot 0,65 = 1,33 \text{ м}^2$$

$$P = 1040000 / 1,33 = 0,78 \text{ МПа}$$

Товщина стінки бандажа:

$$S = r_2 - r_1 = 294,5 - 293,3 = 1,2 \text{ м.}$$

4.3.3 Розрахунок шківів на міцність

Вихідні дані:

Матеріал шківів - СЧ 15.

Внутрішній радіус шківів $r_1 = 350$ мм

Внутрішній радіус шківів $r_2 = 1250$ мм

Розрахунок шківів на міцність зводиться до розрахунку диска, що обертається.

Так як матеріал шківів крихкий перевірку міцності доцільно проводити за теорією Мора [3], яка для диска, що обертається приймає вид:

$$\sigma_{\text{екв}} = (\sigma_{\theta})_{\text{max}} = c \cdot [2 + (1 - m) \cdot k^2] \leq [\sigma]$$

Визначаємо коефіцієнт теорії Мора:

$$C = \frac{3 + \mu}{8} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \omega^2 \cdot r^2 = \frac{3 + 0,25}{8} \cdot \frac{68,642 \cdot 10^3}{9,81} \cdot 0,067^2 \cdot 0,2635^2 = 661 \text{ МПа}$$

де μ -коефіцієнт Пуансона, $\mu = 0,25$

					ЛП91.08.1113.02-60РР	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ν -питома вага матеріалу шківів,

ω -кутова швидкість обертання

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 38,3}{30 \cdot 60} = 0,067 \text{ c}^{-1}$$

$$m = \frac{1 + 3\mu}{3 + \mu} = \frac{1 + 3 \cdot 0,25}{3 + 0,25} = 0,539;$$

$$k = \frac{20}{263,5} = 0,076$$

Тоді:

$$\sigma_{екв} = (\sigma_{\theta})_{\max} = c \cdot [2 + (1 - m) \cdot k^2] \leq [\sigma]$$

$$\sigma_{екв} = 661 \cdot [2 + (1 - 0,539) \cdot 0,076^2] = 1323,8 \text{ МПа}$$

					ЛП91.08.1113.02-60PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

4.Розрахунки за допомогою системи ANSYS

Метод скінченних елементів (МСЕ) представляє собою ефективний і надійний інструмент для дослідження поведінки конструкцій під різними навантаженнями і умовами закріплення. На сучасному ринку програмного забезпечення доступна широка набір комплексів МСЕ, таких як ANSYS, NASTRAN, ABAQUS та інші.

Для проведення розрахунків був використований корпус черв'ячної машини. Метою було продемонструвати зусилля, що діють на дану деталь і переконатися, що вона витримає задані навантаження. Розрахунки були виконані за допомогою середовища ANSYS Workbench з використанням попередньо побудованої 3D моделі, яка була створена в програмному комплексі SOLIDWORKS.

4.1Розробка 3D

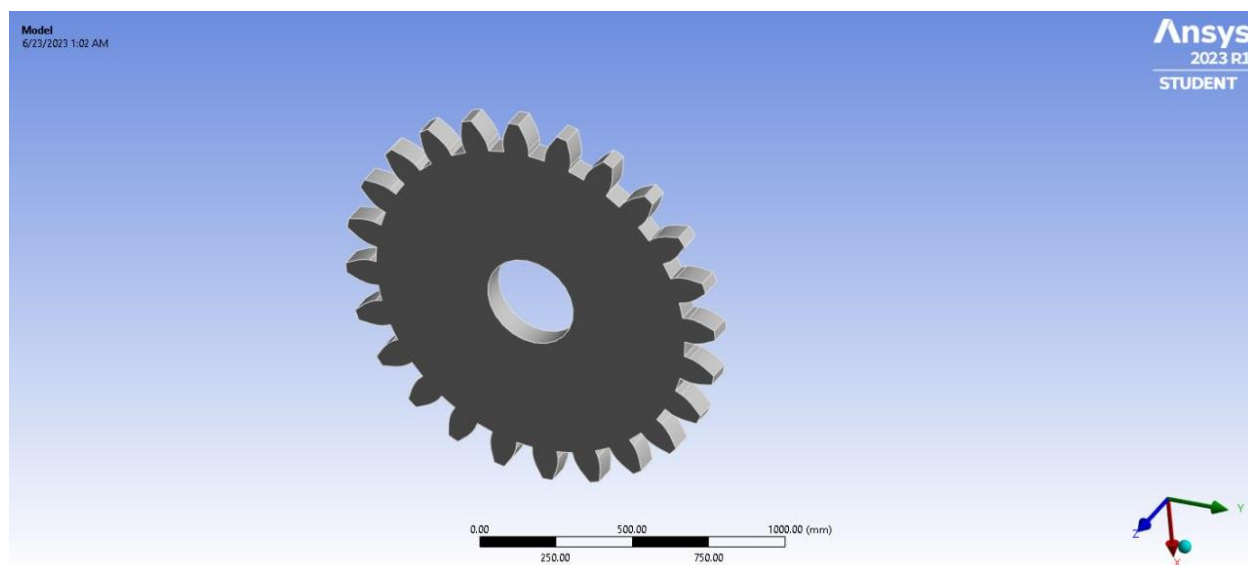


Рисунок 4.1- 3D модель зубчатого корпусу приводу дробарки

Далі розбиваємо модель на скінченні елементи:

					ЛП91.08.1113.02-60PP	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

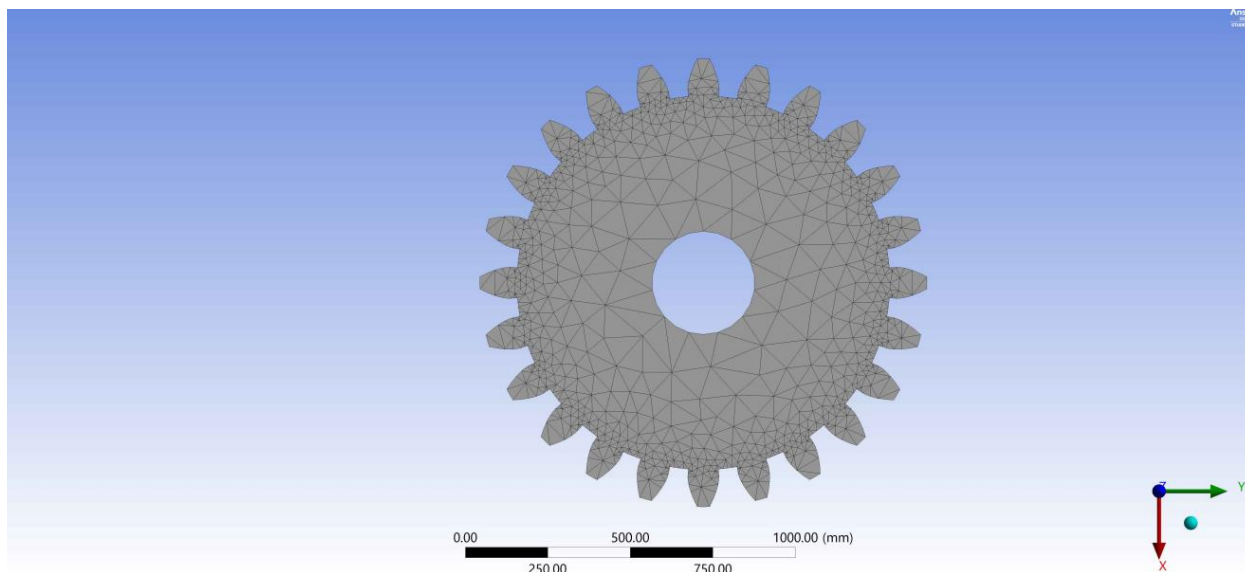


Рисунок 4.2 – Розбиття шестерні на скінченні елементи

4.2 Розрахунки модернізованої моделі в системі Ansys

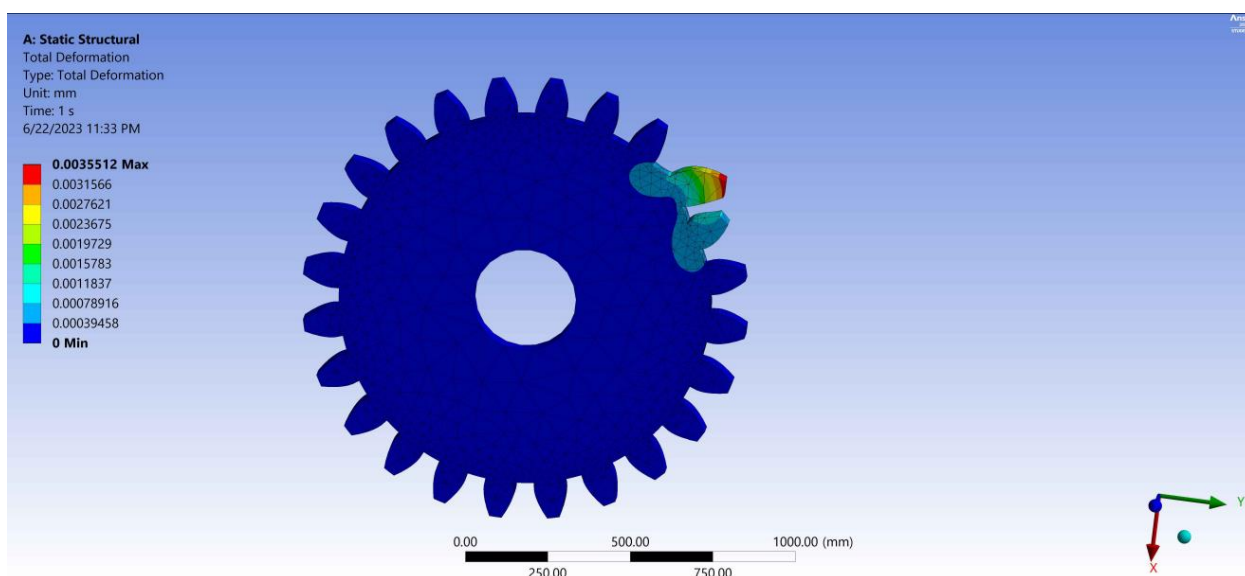


Рисунок 4.3 – Схема квівалентних деформацій шестерні

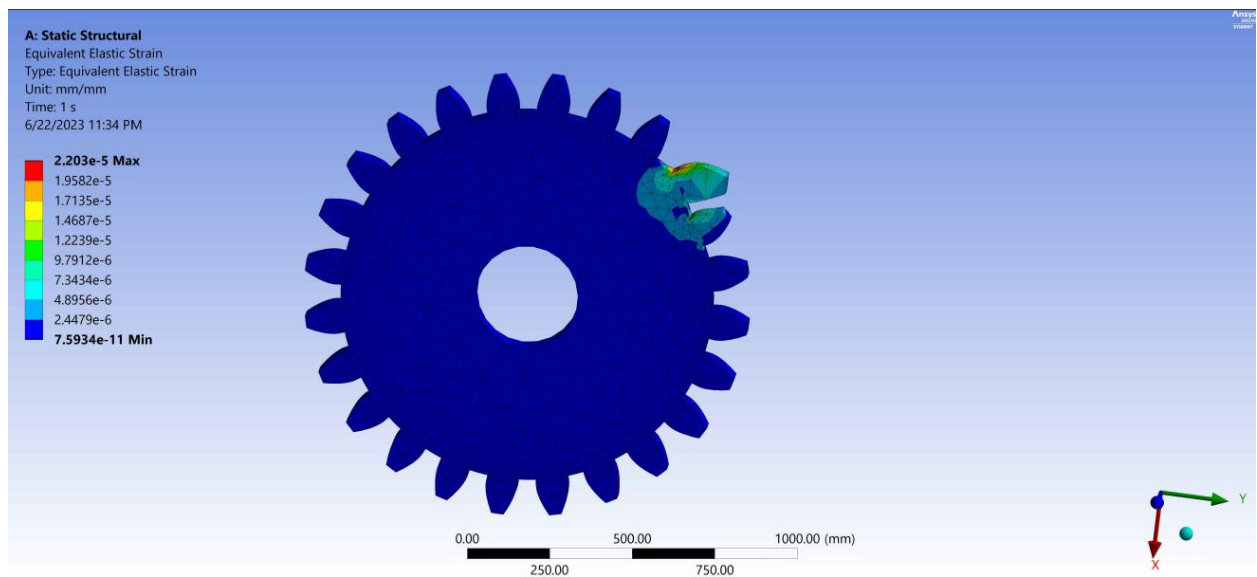


Рисунок 4.5 – Результат Еквівалентних напруження шестерні

ВИСНОВКИ

У даному розділі були проведені розрахунки, які підтверджують працездатність конструкції. Зокрема, були виконані, розрахунки на міцність. Для цього використовувалося програмне забезпечення Ansys, і отримані результати були проаналізовані.

					ЛП91.08.1113.02-60PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

**ІІІ РОЗДІЛ «ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ»
ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ
НА ТЕМУ: «Валкова дробарка з модернізацією
приводу»**

ЗМІСТ

1. Технологія виготовлення деталі.....	3
1.1. Опис та призначення деталі.....	3
1.2. Вибір заготовки для виготовлення деталі.....	4
1.3. Технологічний процес виготовлення деталі.....	4
2. ВИБІР ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ДЕТАЛІ ВАЛКОВОЇ ДРОБАРКИ, ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ	15
2.2. Розрахунок сил закріплення деталі.....	16
Висновки	17
Список літератури, використаної у розділі.....	18

					ЛП91.08.1113.03-60ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Валкова дробарка з модернізацією приводу.		
Розроб.	Мороз						
Перевір.	Гур'єва						
Керівник							
Н. Контр.							
Затверд.	Сокольські						
					Літ.	Арк.	Архів
						2	

3.1 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

3.1.1 Опис та призначення деталі

Основною метою даного розділу є розробка технологічного процесу для виготовлення деталі, яка в даному випадку є шківом, та вибір необхідного пристосування для цієї операції. Ця деталь відіграє важливу роль у пасовій передачі. Вона подібна до блока за своїм призначенням, проте здатна передавати зусилля в обидва напрямки - від вала до пасу і навпаки, відмінно від блока, який змінює напрямок руху пасу або ланки.

Вибір матеріалу для шківа залежить від режиму роботи, зокрема від колової швидкості V м/с. Для клинових пасів, що працюють при швидкостях $V \leq 30$ м/с, рекомендується використовувати сірий чавун марки СЧ15 ГОСТ 1412-85 [17]. При більших швидкостях (30...35 м/с) також застосовується чавун марки СЧ20.

Шківи пасових передач складаються з обода, на якому розміщений пас, втулки для кріплення шківа на валу, а також диска або спиць, які з'єднують обід і втулку. Форма робочої поверхні обода і шківа визначається формою поперечного перерізу паса [18].

Велике значення у використанні шківів має правильна передача, яка формується. Збирання ланцюгових і пасових передач включає встановлення шківів та зірок на валах, а також монтаж та налаштування пасів і ланцюгів. Під час складання пасових передач необхідно забезпечити паралельність валів ведучого і веденого шківів, а також вирівнювання середніх площин обох шківів [16].

					ЛП91.08.1113.03-60ПЗ	Адж.
Змн.	Адж.	№ док.	Підпис	Дата		5

3.1.2 Вибір заготовки для виготовлення деталі

Заготовки шківів виготовляються за допомогою лиття. У випадку сталевих шківів часто використовується зварювання окремих деталей, які перед цим були відштамповані.

При виборі заготовки потрібно враховувати наступні особливості [17]:

Для діаметрів до 500 мм використовують граничні відхилення b_{11} , а для більших діаметрів - d_{11} . При цьому граничні відхилення діаметрів d_2 відповідають h_{11} .

Не вказані граничні відхилення для поверхонь, які підлягають обробці. Для отворів використовують H_{14} , для валів - h_{14} , а для решти - js_{16} .

Граничні відхилення кута канавки не повинні перевищувати 30° .

Биття робочої поверхні канавки шківів має бути наступним: не більше 0,2 мм при обертаючій частоті до 80 хв-1, не більше 0,15 мм при обертаючій частоті 480...960 хв-1 та не більше 0,10 мм при обертаючій частоті понад 960 хв-1.

Радіальне биття ободу шківів залежить від їх діаметра і становить 100...200 мкм.

Торцеве биття також залежить від діаметра шківів і знаходиться в інтервалі від 100 до 250 мкм.

Внутрішній отвір маточини для вала повинен мати шорсткість не більше $R_a = 2,5$ мкм, а решта оброблюваних поверхонь (зовнішній діаметр, торці ободу та маточини) - $R_z = 6,3$ мкм. Поверхні шківів, які не підлягають обробці (ливарні поверхні), мають шорсткість $R_a = 400$ мкм.

Наступні сторінки містять інформацію про основні етапи змін у заготовці, яка є основою для виготовлення деталі (КЕ).

3.1.3 Технологічний процес виготовлення деталі

					ЛП91.08.1113.03-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Дубл.			
Взам.			
Підпис			

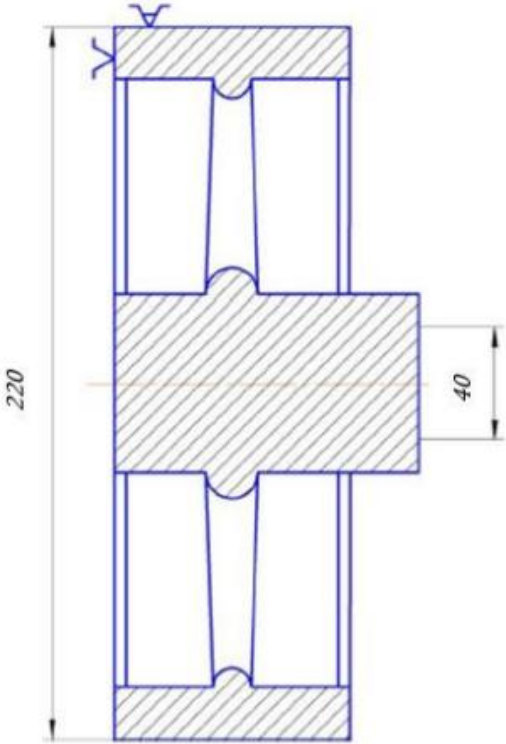
--	--	--	--	--

Зм.	Ар.	№ док.	Підпис	Дата

Розроб.	Мороз П.Д.		
Перевір.	Боршик С.О.		
Прийняв			
Затверд.			
Н. контр.			

КПІ ім. Ігоря
Сікорського, ІХФ

Ескіз заготовки



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

Розроб.	Мороз П.Д.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ				
Перевір.	Борщук С.О.							
Прийняв								
Затверд.								
Н. контр.				Ескіз заготовки				

Technical drawing of a mechanical part, likely a gear or shaft component, showing a cross-section. The drawing includes dimensions: 7.18, 16, 36°, 214, 220, 56, and 116. A surface finish symbol is present: a square box containing a diagonal line, 0.02, and A.

К.Э.	
------	--

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

Розроб.	Мороз П.Д.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, ЛХФ			
Перевір.	Боршак С.О.						
Прийняв							
Затверд.							
Н. контр.							

Ескіз заготовки							
-----------------	--	--	--	--	--	--	--

Technical drawing of a wheel hub. The top view is a cross-section showing a central shaft with a 40H7 fit. The shaft has a diameter of 40mm and a length of 214mm. The hub has an outer diameter of 220mm and a width of 116mm. The hub has four spokes. The bottom view is a top-down view showing the circular shape of the hub with a diameter of 220mm. The spokes are spaced at 90 degrees. The central hole has a diameter of 40mm. The hub has a thickness of 116mm. The drawing includes dimension lines and labels for various parts and dimensions.

К.Э.

Інв. № подл.		Підпис та дата		Взам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпис та дата		ГОСТ 3.1404-74 Форма 1					
НТУУ "КПІ"				Операційна карта механічної обробки						Шків					
Ном печу	Ном. діля ки	Ном. опер- ації	Найменування операції			Найменування та марка матеріалу			Маса деталі	Заготовка					
										профіль і розміри		твердість	маса		
		005	Токарна			СЧ15			5,2	220x150		280			
К-сть. оди. оброб.дет.			Обладнання (найменування, модель)			Пристосування. (код та найменування)		Спеціальне пристосування		Кондуктор		Охолодження			
1			Свердильний 2М55									5% емульсія Укринал-1			
Ном. перех	Зміст переходу		Інструмент (код та найменування)			Розрах. розм.		t	i	Режим обробки			T _о	T _к	
			допоміжний	ріжучий	вимірювальний	діаметр ширина	довж ина			S	n	V			
1	Встановити, закріпити, зняти													0,3	
2	Свердлити 1 отв.Ø40			Свердло	штангенциркуль	18	35	0,5	8	2	350	18	4,5	2,8	
				Ø40P6M5	ШЦ-11-300-010										
				ГОСТ10903-77											
3	Підрізати торець, витримавши розмір L=86, начисто			Різець прохідний		210	105	2	1	0,2	140	78	1,2	0,52	
				75K10ГОСТ2270-77											
										Розроб.	Мороз			Лист	
										Перерішив	Борщик			1	
														Лист	
			Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Н. контр.	2	

Інв. № подл.		Підпис та дата		Взам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпис та дата		ГОСТ 3.1404-74 Форма 1а					
				Номер операції											
Ном. перех	Зміст переходу	Інструмент (код та найменування)			Розрах. розм.		t	i	Режим обробки			T ₀	T _к		
		допоміжний	ріжучий	вимірювальний	діаметр ширина	довжина			S	n	V				
4	Точити фаску		Різець	шаблон	210	2	1	1	0,2	140	92	0,09	0,1		
	витримавши кут 45°		75K10ГОСТ2270-70												
	по всій довжині														
5	Підрізати торець,		Різець прохідний	штангенциркуль	210	35	2	1	0,2	140	90	1,5	0,52		
	витримавши розмір		75K10ГОСТ2270-70	ШЦ-11-300-010											
	L=86, начисто														
													Лист		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Інв. № подл.		Підпис та дата		Взам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпис та дата		ГОСТ 3.1404-74 Форма 1									
НТУУ "КПІ"					Операційна карта механічної обробки					Шків									
Ном цеку	Ном. ділян ки	Ном. опер- ації	Найменування операції				Найменування та марка матеріалу				Маса деталі	Заготовка							
												профіль і розміри		твердість	маса				
		005	Токарна				СЧ15				5,2	220x150		280					
К-сть. одя. оброб. дет.			Обладнання (найменування, модель)				Пристосування. (код та найменування)		Спеціальне пристосування		Кондуктор			Охолодження					
1			Токарний станок 16Б04											5% емульсія Укринал-1					
Ном. перех	Зміст переходу		Інструмент (код та найменування)						Розрах. розм.		t	i	Режим обробки			To	Tw		
			допоміжний	ріжучий	вимірювальний			діаметр ширина	довж ина	S			n	V					
1	Встановити, закріпити, зняти																0,3		
2	Точити начорно по всій поверхні			Різець прохідний	шаблон			210	2	1	1	0,2	140	92	0,0 9				
3	Підрізати торець, витримавши розмір L=86, начисто			Різець				210	105	1	1	0,2	140	78	1,2	0,52			
											Розроб.	Мороз				Лист			
											Перерішив	Борщик				1			
																Лист			
			Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Н. контр.			2			

Інв. № подл.		Підпис та дата		Взам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпис та дата		ГОСТ 3.1404-74 Форма 1а								
						Номер операції												
Ном. перек.	Зміст переходу			Інструмент (код та найменування)					Розрах. розм.		t	i	Режим обробки			T ₀	T _к	
				допоміжний	ріжучий	вимірювальний			діаметр ширина	довжина			S	n	V			
4	Точити фаску				Різець		шаблон			210	2	1	1	0,2	140	92	0,09	0,1
	втримавши кут 45°				75K10ГОСТ2270-70													
	по всій довжині																	
5	Точити начисто по				Різець прохідний		штангенциркуль			210	35	2	1	0,2	140	90	1,5	0,52
	всій поверхні				75K10ГОСТ2270-70		ШЦ-11-300-010											
6	Точити пази начорно				Різець		шаблон			210	2	1	1	0,2	140	92	0,09	0,1
					75K10ГОСТ2270-70													
7	Точити пази начисто				Різець		шаблон			210	2	1	1	0,2	140	92	0,09	0,1
					5K10ГОСТ2270-70													
															</			

Інв. № подл.		Підпис та дата		Взам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпис та дата		ГОСТ 3.1404-74 Форма 1									
НТУУ "КПІ"				Операційна карта механічної обробки						Шків									
Ном пеку	Ном. ділян ки	Ном. опер- ації	Найменування операції				Найменування та марка матеріалу				Маса деталі	Заготовка							
												профіль і розміри		твердість	маса				
		015	Протяжна				СЧ15				5,2	220x150		280					
К-сть. оди. оброб. дет.			Обладнання (найменування, модель)				Пристосування. (код та найменування)		Спеціальне пристосування		Трьохкулачковий патрон з пневмозажимом			Без охолодження					
1			Протяжний станок 7Б64																
Ном. перех	Зміст переходу		Інструмент (код та найменування)						Розрах. розм.		t	i	Режим обробки			То	Тз		
			допоміжний	ріжучий	вимірювальний			діаметр ширина	довж ина	S			n	V					
1	Встановити, закріпити,																0,3		
									200	40	3	1	0,3	140	92	0,53	0,85		
2	Протягти отвір			протяжка	штангенциркуль														
				75 К10	ШЦ-11-300-010														
				ГОСТ12270-77															
3	Контроль фаски				Калібр-пробка			16	35	-	4	1,5	100	3	1,5	0,9			
											Розроб.	Мороз				Лист			
											Перерішив	Борщик				1			
																Лист			
			Ізм. м.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Н. контр.			2			

3.2 ВИБІР ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ДЕТАЛІ ВАЛКОВОЇ ДРОБАРКИ, ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ

3.2.1 Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії

Основні операції, які виконують над заготовкою, включають стругання та довбання. Під час робочого ходу здійснюється зрізання стружки, а під час холостого ходу - лише охолодження робочого інструменту.

Машини, які використовуються для обробки обраної деталі, називаються стругальними верстатами. Вони поділяються на поперечностругальні та поздовжньо-стругальні. Поперечностругальні верстати застосовуються для обробки дрібних і середніх за розміром деталей у виробництві одиничних та невеликих серій. Вони широко використовуються в ремонтних та інструментальних цехах. У поздовжньо-стругальних верстатах головним рухом є переміщення стола з заготовкою, яка піддається обробці. Комбіновані стругально-фрезерні верстати також базуються на поздовжньо-стругальних верстатах. Для розширення можливостей цих верстатів їх доповнюють додатковими фрезерними головками, накладними шліфувальними головками, копіювальними пристроями, накладними свердлувальними головками та іншими пристроями. З метою підвищення продуктивності стругальних верстатів розроблено ряд оригінальних пристроїв [19].

Ці пристрої є верстатними пристосуваннями, які мають різноманітне призначення, таке як установка заготовок на металоріжучі верстати та зменшення вібрацій під час роботи. Основною метою їх застосування є підвищення загальної продуктивності та ефективності роботи машини в умовах, які вимагають особливої уваги, а також отримання покращених техніко-економічних показників. Серед головних цілей застосування таких пристроїв можна виділити наступні:

					ЛП91.08.1113.03-60ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		15

- скорочення термінів і витрат виробництва;
- зниження трудомісткості і тривалості циклу;
- зменшення собівартості готової продукції.

Дуже ефективним варіантом є використання верстатних пристосувань у серійному виробництві, оскільки це суттєво підвищує продуктивність (на 20-100%), особливо при правильному встановленні та використанні різних видів верстатних пристосувань, включаючи затискні пристрої.

Застосування затискних пристроїв сприяє підвищенню точності обробки (приблизно на 20-40%) і перед їхнім застосуванням важливо враховувати такі вимоги:

- наявність достатньої власної та контактної жорсткості;
- стабільні сили закріплення;
- зменшення деформацій заготовки, яка бере участь у процесі роботи.

- Затискне пристосування складається з корпусу, кількох опор, установочних елементів, затискного регульованого механізму, приводу та додаткових механізмів, які можуть змінювати напрям та положення ріжучого інструменту. Конструкція використаного затискного пристосування представлена на рисунку 3.2.1.

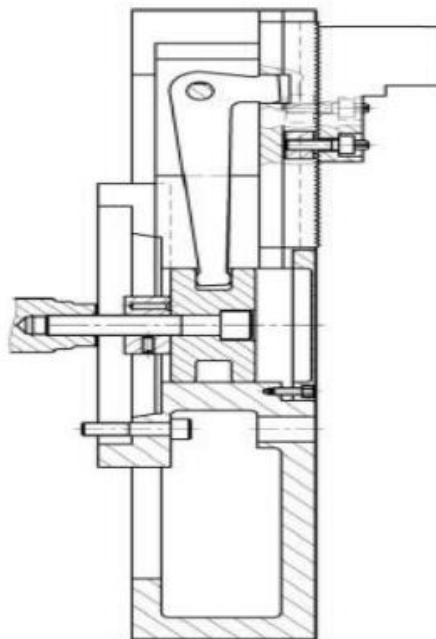


Рис. 3.2.1 – Патрон пневматичний

					ЛП91.08.1113.03-60ПЗ	Адж.
Змн.	Адж.	№ док.м.	Підпис	Дата		16

Затискні механізми використовуються під час обробки для утримання заготовок у стійкому положенні відносно опор. Силу закріплення W визначають з урахуванням ключових факторів, які впливають на рівновагу силових чинників. При розрахунках сили закріплення W завжди беруть до уваги такі складові: сили різання, реакції опор та сили тертя (або відповідні моменти). Затискні механізми запобігають зсуву заготовок під час роботи у відношенні до опор. Силу закріплення W визначають, враховуючи рівновагу силових чинників, що діють на заготовку. При розрахунках сили закріплення W завжди враховують усі згадані складові сил.

3.2.2 Розрахунок сил закріплення деталі

Даний розрахунок проводиться з метою уточнення діаметру пневмоциліндра, котрий застосовується в механізмі закріплення, та розрахунку сил закріплення деталі [21].

Силу закріплення для даного механізму визначається поступово:

- знаходимо орієнтовне значення механізму закріплення:

$$P_z = P_{z\text{табл}} \cdot k_{01} \cdot k_{02} = 2400 \cdot 0,6 \cdot 1 = 1440 \text{ Н};$$

де $P_{z\text{табл}} = 2400 \text{ Н}$ – табличне значення основного зусилля (відносно розмірів);

$k_{01} = 0,6$; $k_{02} = 1$ – коефіцієнти, що враховують особливості закріплення;

- уточнюємо значення моменту різання при чорновій обробці:

$$M_{\text{різ}} = P_z \cdot k_{00} = 1440 \cdot 0,2 = 288 \text{ Н};$$

де $k_{00} = 0,2$ – коефіцієнт, що враховує довжини;

- розраховуємо коефіцієнт запасу:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,5;$$

де $k_0, k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$ - коефіцієнти, що враховують запаси міцності деталей системи;

- із рівняння виводимо потрібну силу для затиску:

$$k \cdot M_{\text{різ}} = M_T = W \cdot f \cdot R;$$

					ЛП91.08.1113.03-60ПЗ	Адж.
Змн.	Адж.	№ док.м.	Підпис	Дата		17

де M_T - момент тертя між заготовкою і елементами затиску, Н;

$f = 0,16$ – коефіцієнт тертя;

$R = 0,2$ – орієнтовне (стандартне значення радіуса пневмоциліндра).

- знаходимо силу закріплення із рівності:

$$W = \frac{k \cdot M_{\text{плз}}}{f \cdot R} = \frac{2,5 \cdot 288}{0,16 \cdot 0,2} = 22500 \text{ Н.}$$

Зусилля на штоці пневмоциліндра визначимо так:

$$Q \cdot 75 = W \cdot 55 \rightarrow Q = \frac{W \cdot 55}{75} = \frac{22500 \cdot 55}{75} = 16\,500 \text{ Н.}$$

Оскільки в даному випадку спостерігається подача повітря в штокову порожнину, то зусилля на штоці знаходиться з формули:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4}, \text{ Н;}$$

де D – діаметр циліндра;

$d = 0,2 \cdot D$, мм – діаметр рекомендованого штока;

$p = 0,5$ МПа - тиск сталого повітря;

$\eta = 0,85$ – коефіцієнт корисної дії;

З формули знаходимо діаметр пневмоциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta \cdot 0,8}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16500}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 0,8}} = 248,6 \text{ мм.}$$

					ЛП91.08.1113.03-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В розділі, присвяченому технології машинобудування, було розроблено технологічний процес для виготовлення деталі - шків, а також вибрано певне пристосування для однієї з операцій по виготовленню цієї деталі.

У процесі виконання цієї роботи були вирішені такі завдання:

- Розробка технології виготовлення деталі шків, що включала вибір методу отримання заготовки та вибір необхідного устаткування і інструментів для всіх етапів виготовлення.
- Підготовка креслень пристосування "пристрій протягування".
- Розробка операційних карт, маршрутної карти та специфікацій.
- Використання цього пристосування дозволить скоротити час налагодження устаткування і, як наслідок, зменшити терміни та витрати на підготовку виробництва.

					ЛП91.08.1113.03-60ПЗ	Адк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		19

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ, ВИКОРИСТАНОЇ У РОЗДІЛІ

1. Б. М. Базаров. Основы технологии машиностроения. - М.:Машиностроение, 2005.
2. А. Ф. Горбачев, В.А. Шкред. Курсовое проектирование по технологии машиностроения
3. М. А. Ансеров. Приспособления для металообработочных станков. – Л.: Машиностроение, 1975. - М.: Машиностроение, 2007
4. Добрянський С.С. Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проекту) з дисципліни —Технологія машинобудування». К., 2002 р. 80 стор.

					ЛП91.08.1113.03-60ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Був розроблений бакалаврський проект, присвячений модернізації рухомого валка валкової дробарки. У першій частині проекту були наведені технічні характеристики валкової дробарки, зроблений загальний опис конструкції та принцип роботи машини. Також був проведений літературно-патентний огляд, в ході якого було обрано прототип на основі джерела [5], де валок модернізовано шляхом встановлення складного фланця. Ця модернізація призводить до незначного зростання продуктивності та зносостійкості валу, особливо його робочої частини, за рахунок розподілення навантажень. В проекті були представлені механіко-економічні показники, очікувані в результаті модернізації, такі як підвищення надійності та довговічності роботи вала. Крім того, був розглянутий розділ охорони праці, де детально висвітлені основні небезпеки, пов'язані з роботою за валковою дробаркою, та запропоновані відповідні заходи для попередження надзвичайних ситуацій.

Друга частина проекту включала різноманітні розрахунки, зокрема параметричні, кінематичні та розрахунки міцності окремих елементів та деталей валкової дробарки. Також були проведені розрахунки з використанням обчислювальних систем ANSYS, система використана для розрахунку деталі нерухомого валу та модернізованого рухомого валка.

Третя частина проекту, під назвою "Технологія машинобудування", містить опис деталі "Шків" з ескізом та заготовкою деталі. Тут також представлено розроблений технологічний процес та пристосування, яке використовується при обробці цієї деталі.

					ЛП91.08.1113.03-60ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Рябінін Д.Д., Лукач Ю.Е. Червячные машины для переработки пластических масс и резиновых смесей. - М.: Машиностроение, 1965.
2. Красовский В.М., Воскресенский А.М., Харчевский В.М. Примеры и задачи по технологии и переработке эластомеров. - Л.: Химия, 1984.
3. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. - Киев.: Наукова думка, 1988.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора- машиностроителя, т.2, 1982.
5. Зубчатые передачи. Справочник под общей редакцией Гинзбурга Е.Г. - Л.: Машиностроение, 1980.
6. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування. Розділ "Теплові розрахунки для переробки полімерів" для студентів спеціальності 17.05 "Машини й апарати хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів" /Укл. І. В. Коваленко, В.В. Малиновський, В.Г. Нестеров, С.О. Пристайлов./ - К.: КПІ, 1992.
7. Машины и аппараты химических производств. Под общей редакцией Соколова В.М. - Л.: Машиностроение, 1982.
8. Пат. СРСР А.С. 396270 МПК В28f 3/04. Сенатос В.А., Ануфриєв В.А., Петухов. А.Д. - Кільцева екструзійна голівка. Опубл. 29.08.1973, бюл. №36, 1973р.
9. Пат СРСР А.С. 396270 МПК В28f 3/04. Жданов Ю.А.,Сенатос В.А., Збиковський О.А., Петухов А.Д. – Екструзійна голівка. Опубл. 28.06.1971, бюл. №28,1971р.
10. Shcherbina V. Yu., Shvachko D. G., Donghu Zeng, Bogatyrev V. V «Increase of energy efficiency of the rotary kiln based on the refractory lining with the thermal insulation» Modern science: innovations and prospects. Proceedings of the 14th International scientific and practical conference. SSPG Publish. Stockholm, Sweden. 2022. Pp. 91-98.

					ЛП91.08.1113.03-60ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Пат. Російська Федерація 2007134824/22 МПК В29С 47/20. Боев Е.Л., Афанасенко В.Г., Иванов С.П., Шулаєв Н.С., Ніколаєв Е.А.-Екструзійна голівка. Опубл. 18.08.2007р.

12. Пат. Російська Федерація А.С. №230454 МКП В29С 47/20. Маглер Франц, Юайер Крістіан, Гейнекер Міхаель, Либовський Йохим- Екструзійна голівка для виробництва видувної рукавної плівки. Опубл. 10.12.2008р.

13. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах. Под редакцией А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова.-4-е изд., перераб. и доп.- М.:Машиностроение,1985-1986.-823 с.

14. Сівецький, В. І., Івіцький, І. І., Куриленко, В. М., & Поліщук, О. В. (2018). Моделювання процесу введення мікрровключень у розплав полімеру. Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, (1), 53–60. <https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2018.143377>

15. Сокольський, О. Л., & Сімончук, Є. П. (2019). Моделювання усадки полімерного виробу в процесі лиття під тиском. Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, (1), 119–126. <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2019.171203>

16. Казак, І. О., & Мотрич, В. А. (2021). Аналіз особливостей конструкції гвинтового живильника з метою удосконалення його роботи. Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, (1), 22–30. <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2021.228085>

17. Щербина В.Ю., Гондляр О.В., Сівецький В.І. Іжиніринг інноваційних технологій та обладнання. Механічне обладнання для виробництва в'язучих будівельних матеріалів [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022. – 147 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45720>

Додатки

№ п. п	Предмет пошуку	№ свідоцтва, МПК, країна, організація, автор	Суть технологічного рішення, ціль його створення
1	Валкова дробарка з валково-зубчастим механізмом ламання	UA, №13389(2006) МПК В02 С4/00 Автори: Круць М.Ф., Заяць Б.Й., Ліщинський П.С.	Валкова дробарка відрізняється тим, що в якості валкового механізму використовується валково-зубчастий механізм ламання з двома однаковими валками, оснащених набором дисків із вставними зубами для ламання, виготовленими з металу у формі зрізаної піраміди, в якому присутній однаковий зазор між зубами для ламання вздовж осей валів. Мета винаходу - створення валкової дробарки, для подрібнення бракованого шиферу та забезпечення технологічного процесу подрібнення, ламанням на частинки необхідних розмірів без пилопоутворюваних фракцій та видовжених пластинок.
2	Валкова зубчаста дробарка для шматкових матеріалів	UA, №69323 (2012) МПК В02 С4/00 Автори:Риндяєв В.І.	Валкова зубчаста дробарка для шматкових матеріалів що містить встановлені на рамі привідні валки з робочими поверхнями, які виконані з зубцями, відрізняється тим, що зубці на робочих поверхнях виконані знімним.

			Мета винаходу – розробити валкову зубчасту дробарку підвищеного терміну служби.
3	Валкова дробарка	UA, №2060 (2003) МПК B02 C4/00 Автори: Заноздра С.В., Штопенко П.П.	У валковій дробарці виявляється особливість у встановленні зубчастого колеса на ведучому валку, яке знаходиться в зачепленні з таким же колесом, що співвісно з'єднане з веденою зірочкою ланцюгової передачі. Ведена зірочка розташована на валу веденого валка, а також є відтяжна зірочка, яка вільно розміщена на осі шарніра двох штанг. Одна штанга з'єднана шарнірно з валом ведучої зірочки, а друга - з валом веденої зірочки. Метою цього винаходу є передача крутного моменту з одного валка на інший, при цьому валок має вільне осьове положення. Це дозволяє використовувати однодвигунний привід для валкової дробарки.
4	Валкова дробарка	США, №5086651 МПК B02 C4/32 1988р Автори: Нобухіро Такажи Фуммио Такжи	Щоб покращити умови різання і захвату матеріалу, який піддається подрібненню, і забезпечити надійність, зубці на

			втулках були виконані під кутом. Метою цього винаходу є підвищення ефективності та продуктивності процесу подрібнення шляхом поліпшення умов різання і захвату дроблячого матеріалу.
5	Валкова дробарка	RU, №2288036 МПК В02 С4/02 2006р Автори: Бойбородін Б.О. Федото К.В. Федотов П.К.	У валковій дробарці особливістю є розташування ріжучих елементів кожного валка між ріжучими елементами іншого валка, створюючи зазори для просування подрібненого матеріалу. Ширина ріжучих елементів одного валка більша, ніж ширина ріжучих елементів другого валка, що дозволяє подрібнювати матеріали з різними ширинами зазорів і майже повністю уникнути подрібнення матеріалу повторно. Головна мета цього винаходу полягає у покращенні якості подрібнення крихких матеріалів та майже повному усуненні повторного подрібнення матеріалу.

6	Зубчатий привід Валкової Дробарки	SU, №1542614 МПК В02 С4/42 04.04.1988р Автори: Трофімов А.Н. Каюков Ю.Н.	Валкова дробарка відрізняється тим, що крутний момент на валок передається передаточним механізмом у вигляді шестерні. Мета винаходу - спрощення конструкції приводу дробарки та підвищення коефіцієнту подрібнення полімерних матеріалів.
---	---	---	--

Валкова дробарка з модернізацією приводу

Мороз П.Д., студент, Гурьєва Л.Г., асистент

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ*Запропоновано модернізацію приводу валкової дробарки, що допомагає збільшити коефіцієнт її використання за рахунок підвищення ефективності процесу дроблення.*

Вступ. Одним з найбільш простих, ефективних та універсальних видів обладнання підприємств хімічної, гірничорудної, металургійної, будівельної, харчової та електродної галузей промисловості, призначеного для руйнування кускових і сипких матеріалів, є валкові подрібнювачі – дробарки і млини [1].

Переваги цього виду подрібнювального обладнання очевидні: простота і компактність, широкий діапазон регулювання ступеня дроблення, легкість контролю стану зони дроблення, а також зручність експлуатації. Вони придатні для руйнування як крихких, так і еластичних матеріалів, зокрема полімерів і гум. [2].

Валкова дробарка складається з таких основних деталей: корпус; станина; дробильні валки; пружини; двигун; вали; підшипники.

Один з основних недоліків валкової дробарки є неефективне дроблення матеріалу через різний розмір матеріалу, через те що він може висковзувати або застрягати між вальцями.

З метою усунення вказаного недоліку було проведено детальний пошук у літературі та патентних базах даних, таких як <https://ukrpatent.org>, <https://worldwide.espacenet.com>, було знайдено даний патент [3]. В цьому патенті запропоновано конструкцію валкової дробарки в якій використовується два редуктори для кожного з вальців. Завдяки цьому можна встановити різну швидкість обертів вальців. Це значно покращує стиральну силу на дроблений матеріал.

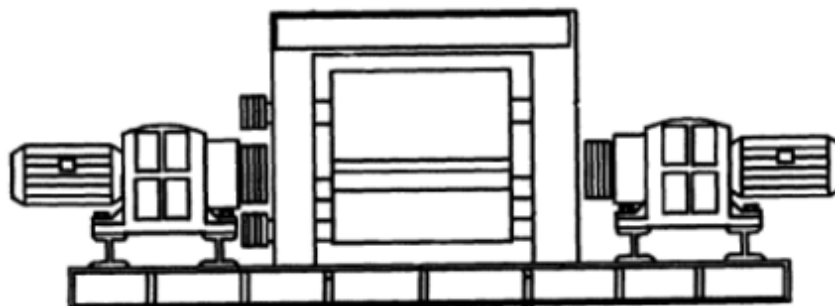


Рисунок 1 – Валкова дробарка з використанням двох редукторів

Висновки. Запропоновано модернізацію приводу валкової дробарки, суть якої різна швидкість обертів валків, яка підвищує ефективність дроблення матеріалу.

Перелік посилань

1. Мікульонюк І. О. Виготовлення, монтаж та експлуатація обладнання хімічних виробництв. Київ : НТУУ «КПІ», 2012. С. 73–75. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/53642/1/VKPI-ChemInzh_2022_1_p30-43.pdf (дата звернення: 20.05.2023).
2. URL: <https://budtehnika.pp.ua/967-valkov-drobarki.html> (дата звернення: 22.05.2023).
3. Патент CN203648608U Drive device of crusher B02C4/42; URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/050915051/publication/CN203648608U?q=CN203648608U> (дата звернення: 18.04.2023).

