

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

«_____» _____ 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.050503 - Машинобудування

на тему: Валкова дробарка з модернізацією рухомого валка

Виконав (-ла) студент (-ка) __4__ курсу, групи _____ ЛП-51(1)
(шифр групи)

_____**Вакульчук Володимир Миколайович**_____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ доцент, кандидат технічних наук Івиський І.І.
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти з розділів:

ОХОРОНА ПРАЦІ _ доцент, кандидат технічних наук Ковтун І.М. _____

МОДЕРНІЗАЦІЯ _ професор, доктор технічних наук Щербина В.Ю. _____

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ _ старший викладач 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 _____
(підпис)

Київ 2019 рік

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра _____ хімічного, полімерного і силікатного машинобудування _____

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність ____ (6.050503 - машинобудування) _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

« _____ » _____ 2019 р

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

_____ Вакульчуку Володимиру Миколайовичу _____
(П.І.Б.)

1. Тема проекту __ Валкова дробарка з модернізацією рухомого валка _____

керівник проекту __ кандидат технічних наук, доцент Івіцький Ігор Ігорович _____

затверджена наказом по університету від « _____ » _____ 201 р. № _____

2. Строк подання студентом проекту « _____ » _____ 201 р. _____

3. Вихідні дані до проекту _____

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

__ Пояснювальна записка, розділ розрахунків, технологія машинобудування _____

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

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОП	Доцент Ковтун І.М.		
Модернізація	Професор Щербина В.Ю.		
Тех. маш.	ст. викладач Борщик С.О		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання для дипломного проекту	11.04.2019	
2	Проходження переддипломної практики	12.04.19-19.05.19	
3	Здійснення пошуків патентів – 5 шт., з яких взято 1 для модернізації. Виконання кінематичних та параметричних розрахунків	20.05.19-25.05.19	
4	Обґрунтування модернізації	26.05.19-29.05.19	
5	Підготовка розділу «Пояснювальна записка»	30.05.19-03.06.19	
6	Виконання розрахунків	04.06.19-07.06.19	
7	Підготовка розділу «Розрахунки»	08.06.19-10.06.19	
8	Підготовка розділу «Технологія виготовлення деталі»	11.06.19-13.06.19	
9	Робота над кресленнями в графічному редакторі	14.06.19-16.06.19	
10	Здача дипломного проекту	19.06.2019	

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

ЗМІСТ

Реферат (українська мова)	1
Реферат (іноземна мова)	1
Реферат (російська мова)	1
Перелік умовних позначень	1
Пояснювальна записка	29
Розділ «Розрахунки»	17
Розділ «Технологія машинобудування»	21
Додаток А. Специфікація.....	6
Додаток Б. Програма.....	5

					ЛП-51.0331126.000-70			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Валкова дробарка з модернізацією рухомого валка			
<i>Розроб.</i>	<i>Вакульчук</i>							
<i>Перевір.</i>	<i>Івіцький</i>							
<i>Керівник</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Гондляр</i>				КПІ ім. Ігоря Сікорського			

Реферат

Метою цієї дипломної роботи, була розробка модифікації яка покращить роботу валкової дробарки.

Робота зроблена на ____ сторінках формату А5 та ____ А1; має ____ малюнків, ____ літературних посилань.

Основна ціль цієї роботи полягає в прийнятті кращого рішення по удосконаленню дробарки, після проведення літературно-патентного пошуку і проведення ряду розрахунків. Кращим з усіх представлених рішень по покращенню дробарки, було прийнято рішення по модернізації валків дробарки.

Валкові дробарки в промисловості використовуються для дрібного та середнього подрібнення матеріалу.

Під час роботи над дипломним проектом було здійснено параметричні та кінетичні розрахунки дробарки та розрахунки на міцність окремих її елементів. Зроблені креслення загального вигляду дробарки та деяких вузлів та деталей з використанням програмного середовища «Компас-3D v14».

Для поліпшення роботи базової валкової дробарки було проведено її модернізацію. З розглянутих 9-ти патентів було обрано патент UA 39934.

В роботу введена технологічна лінія виготовлення портланцементу сухим способом, під час якого валкова дробарка використовується для подрібнення глини. Додатково додаються розроблені правила техніки безпеки на виробництві та охорона навколишнього середовища.

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

Реферат

Целью данной дипломной работы, была разработка модификации которая улучшит работу валковой дробилки.

Работа сделана на ____ страницах формата А5 и ____ А1; имеет ____ рисунков, ____ литературных ссылок.

Главная цель этой работы заключается в утверждении подходящего решения по улучшению дробилки, после литературно-патентного поиска и проведения ряда расчетов. Лучшим из всех представленных патентов по улучшению дробилки, было принято решение по модернизации валков дробилки.

Валковые дробилки в промышленности используются для мелкого и среднего измельчения материала.

Во время работы над дипломным проектом было произведено параметрические и кинетические расчеты дробилки и расчеты на мощность отдельных её элементов. Были сделаны черчения общего вида дробилки и отдельных узлов и деталей с использованием программной среды «Компас-3D v14».

Для улучшения работы базовой валковой дробилки была произведена её модернизация. Из предложенных 9-ти патентов было выбрано патент UA 39934.

В работу была добавлена технологическая линия изготовления портландцемента сухим способом, во время которого валковая дробилка используется для измельчения глины. Дополнительно добавляются разработанные правила техники безопасности на предприятии и охрана внешней среды.

Ключевые слова: Валковая дробилка, валки, измельчения, угол захвата.

Essay

The purpose of this thesis was to adopt a modification which will help to improve the work of the roller crusher.

The work was done on __ pages of format A5 and __ A1; Also it has __ drawings, __ literary references.

The main purpose of this work was to make a better decision on the improvement of the crusher, after doing a literary-patent search and doing number of calculations. Upgrading the crusher rolls was the best of all presented solutions to improve the crusher.

Roll crusher using in industry for fine and medium crushing of the material.

During our work on the graduation project, was made such calculations as parametric and kinetic, also we made calculations on the strength of individual elements of crusher. After that we made drawings of the main form of a crusher and some units, parts by using the software called «Compass-3D v14».

To improve the working operations of basis roller crusher, we carried out a modernization. From the nine selected patents, was selected the patent UA 39934.

I graduation project we add the technological line of manufacturing portland cement in a dry manner of introducing, a roller crusher is using for crushing clay during this process. In addition, the developed safety rules during the manufacture and rules protection of the environment was added.

Key words: Roller Crusher, rolls, crushing, angle of capture.

Перелік позначень

Пр- масова продуктивність, т/год

D_{cp} -середній розмір завантажувальних шматків, м

d_{cp} -середній розмір шматків готового продукту, м

σ -границя міцності матеріалу на стиск, МПа

ρ -об'ємна маса матеріалу, т/м³

E-модуль пружності матеріалу, МПа

μ - коефіцієнт розпушення

f- коефіцієнт тертя

α -кут захвату валкової дробарки, град

D-діаметр валка, м

B-ширина валка, м

e-зазор між валками, м

n-число обертів валків, об/хв.

L-довжина валка, м

$N_{дв}$ -потужність двигуна дробарки, кВт

P_v -об'ємна продуктивність дробарки, м³/год

i-ступінь подрібнення матеріалу

P-тиск, необхідний для подрібнення матеріалу, Н

u-передаточне число дробарки

V-колова швидкість клинопасової передачі, м/с

ξ -коефіцієнт пружного ковзання паса

Z'-потрібна кількість пасів, шт.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Вступ.....	3
1 Опис технологічного процесу з використанням валкової дробарки	4
2 Технічна характеристика валкової дробарки.....	10
3 Опис конструкції валкової дробарки	11
4 Патентно-літературний огляд.....	13
4.1 Таблиця розглянутих патентів.....	20
5 Охорона праці.....	23
Висновки.....	28
Перелік посилань	29

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Валкова дробарка з модернізацією рухомого валка		
Розроб.	Вакульчук В.М.						
Перевір.	Івіцький І.І.						
Керівник							
Н. Контр.							
Затверд.	Гондляр О.В.						
					Літ.	Арк.	Акрушив
						2	
					«КПІ ім. І. Сікорського» ХПСМ, ІХФ, ЛП-51(1)		

Вступ

Валкові дробарки через їхню простоту конструкції дуже часто та широко використовуються в промисловості будівельних матеріалів для середнього, мілкового подрібнення вапняку, шамоту, кварцу, глини, шпату, і інших.

Принцип їх дії полягає в подрібненні мінералу роздавлюванням, частково стиранням, ударами або ж вигином між валками з зубчастими чи ребристими поверхнями, що обертаються на зустріч протилежному валку.

В даній дипломній роботі наведена схема технологічного процесу виробництва цементу, в якому використовується валкова дробарка по сухому методу.

Звірівшись з технологічним завданням було проведено модернізацію валків дробарки для поліпшення її у використанні.

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

1 Опис технологічного процесу з використанням валкової дробарки

Цемент – вважається найважливішим будівельним матеріалом. Виробництво цементу складається з інших процесів: приготування та обпалу сировинної суміші, помолу обпаленого виробу в порошок. Цемент – не природний матеріал. Його виготовлення доволі дорогий і енергоємний процес, але результат вартий цього – в кінці на виході отримують майже найпопулярніший будівельний матеріал, який використовують як самостійно, так і в складі інших будівельних матеріалів (бетон, залізобетон, та інші). Заводи по виготовленню цементу, зазвичай розташовуються одразу на місці видобутку сировини для виготовлення цементу.

На механізованих цементних підприємствах використовуються також спеціальні машини та установки. З переліку цих машин потрібно приділити увагу глинобовтушкам, крановим та пневматичним змішувачам в басейнах для зберігання та регулювання складу шламу, дуже потужним багатокамерним вітрякам, обладнанню для пневматичного перевезення подрібненого цементу, насосам для викачування шламу та пакувальним машинам.

Для того щоб отримати якісний цемент при мінімальних втратах потрібен чіткий перелік та дозування компонентів. Саме ця вимога передбачена для всіх технологічних процесів по виробництву цементу. На теперішній період створено ряд систем, для відповідання за контроль, управління регулювання та поставлення рецепту фінального матеріалу, надаючи при цьому чітку увагу покращенню ефективності роботи механізмів, спад енерговитрат та втрат на обслуговування.

Хіміко-мінералогічний склад сировини постійно змінюється в великих межах навіть в кордонах одного розташування. Через це отримання суміші для виготовлення постійного складу – тяжка річ. З протилежного погляду, сировина яка потрапила на переробку цементною промисловістю, має інші відмінності окрім складу, а саме фізико технічні властивості (вологість, міцність). Через це

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

будь-якому типу сировини потрібно вибирати певний спосіб підготування, завдяки якому забезпечувалося б тонке подрібнення та рівномірне змішування компонентів шихти з найнижчою енергоємністю. Це стало поштовхом до виникнення в цементному виробництві трьох видів створення, які не схожі технологічними способами підготування сировини: мокрий, сухий та комбінований.

До створення цементу входить два рівні: перший – отримання клінкеру, другий – подрібнення клінкеру до порошку з досипанням туди інших домішок таких як гіпс. Перший рівень найбільш затратний, саме сюди йде 70% собівартості цементу. Все це відбувається наступним шляхом: перший етап – видобування матеріалів сировини. Створення вапнякових родовищ відбувається завдяки зносу, гору починають «зносити вниз», тим самим отримують шар жовтуватого-зеленого вапняку, в подальшому його використовують для виробництва цементу. Шар вапняку, зазвичай, знаходиться на глибині приблизно 10 м-коду (перед цією позначкою вапняк зустрічається 4 рази), і в товщ сягає 0.7 метрів. Після цього він прямує по транспортеру для того щоб його подрібнили до однакового розміру 10 см в діаметрі. Одразу після подрібнення вапняк підсушують, і починається процес змішування та змелювання з іншими складовими компонентами. В подальшому суміш яку ми отримали віддається випаленню. Саме так отримують клінкер. Другий етап також має декілька рівнів, таких як: подрібнення клінкеру, сушіння мінеральних домішок, подрібнення гіпсового каміння, помолу клінкеру разом з гіпсом та активними мінеральними домішками. Рекомендовано також враховувати, не завжди буває ідентичним, і фізико-технічні характеристики (а саме міцність, вологість і інші.) в сировини різні. Через це для всіх можливих сировин було створено власний спосіб виготовлення.

Окрім цього це полегшує забезпечити добрий однорідний помел і 100% змішування складових компонентів. В цементному виробництві користуються популярністю три способи виготовлення, в базі яких знаходяться не схожі один на одного технологічні прийоми підготування матеріалу: мокрий, сухий і

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

комбінований. Спеціально під кожен спосіб використовують спеціальний вигляд устаткування і спеціально закладена деяка послідовність операцій. Без цементу не зможе функціонувати жодне будівництво, що є найліпшим фактом його найвищих експлуатаційних якостей.

Цемент виготовляють с спеціального жовтувато-зеленого вапняку, який називають «зеленка»; його шари доволі масивні (до 0.7 м) та зустрічаються в ґрунті 4 рази спускаючись на глибину до 10 метрів; Він доволі м'який тому найлегше видобувається . Зазвичай під прибудову цементного підприємства вапнякову гору розробляли зносом, а саме частину гори разом з верхніми судинними родовищами «зносять» до підніжжя, перебираючи каміння яке залишилось і сортуючи його. Далі вапняк ламається на частини до 10 см діаметром і клались в низькі, до 1 метру штабелі щоб висушуватись. Певна половина берега розрівнюється для прокладання рейок, виставленню випалювальних печей та перевезення матеріалів з підніжжя на верхівку. Отримання силікатного цементу (портланцементу). Простий силікатний цемент, інша назва портланцемент, є зеленувато-сірим порошком, котрий при мішанні його з водою починає затвердівати в повітрі(або у воді) та перетворюється в каменеподібну речовину. Зазвичай для виготовлення портланцементу використовують два способи: мокрий, сухий.

Під час мокрого виробництва сировину мелють у млині, подрібнюють, далі її піддають зануренню у басейн, перемішують часткого подрібнюючи, після цього в виді не густої маси-шламу направляють під обертову піч(діаметр якої складає більше ніж 7 метрів, а довжина більше 200 метрів). Шлам протікає назустріч випалюючим газам, які з'являються під час згорання палива, сохне, вивільняється від вуглекислоти.

Округлі шари-клінкери сірого кольору мелють в трубних кульових млинах до тонкого порошку, згодом отримуючи цемент.

Під час сухого виробництва, на який, покладають все можливе цементного виробництва, на палючі гази потрапляє не шлам, а перемелена в порошок

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

сировина суміш: вапняк, глина, шлаки. Палива на це все витрачається менше ніж при мокрому способі, адеж воно випаровується.

Технологічна схема (рис. 1.1) в якій бере працює валкова дробарка, використовується для виготовлення цементу за сухим способом виготовлення. Його використовують при малій вологості сировини; однакова за хімічним складом; в засушливих місцях, або в яких є проблеми з водопостачанням, а ще якщо використовується домений шлак а не глина.

Під час сухого виробництва вапняк подрібнюється в дві стадії в щелепній 6 і молотковій 5 дробарках. Валкова дробарка 2 займається подрібненням глини, яка після цього потрапляє на сушку до барабану 1. Після цього вапняк та глина транспортуються конвеєром 3 в трубний млин 8 на помел разом, через бункера 7 в яких встановлено дозатори 4. Гази, які потрапляють від теплообмінних пристроїв, підшують матеріал в середині млина. Вже подрібнений матеріал направляє в сепаратор 9, повітряним потоком, де його розділяють на тонку та грубу фракції. Тонка фракція, після розділення, прямує в силоси 31, сировинної муки, через циклони 32, та повітряні жолоби 33, з дозуючими пристроями. Груба фракція після розділення потрапляє до млина для помелу, через сепаратор 9. Силосна мука з силосів, які в свою чергу обладнані пристроями перемішувальної аерації, повітряним жолобом 30, і живильниками починає переміщуватись в циклонні теплообмінники 13, в яких відбувається нагрів газами, які виходять з самої печі до 700 – 750 градусів за цельсієм, та трохи декарбонізується. Далі сировинна мука самотійно відправляється до обертальної печі 14. З печі виходить клінкер, який проводить охолодження в холодильнику 18, має дозатори 19; на цьому ж складі є і потрібні добавки. Клінкер зі складу, разом з добавками стрічковим конвеєром 20 прямують на перемелення до барабанного млину 26, в якому встановлений сепаратор 28. Тонка фракція з млина переміщується крізь циклон 23, та пневмо-камерний насос 24 до силосного складу 29, тим часом груба на допоміжний помел в млин через повітряні жолоби 27, 25, елеватор 21 та відцентрового оператора 28. На помольному агрегаті встановлено аспіраційні пристрої 22, холодильник-електрофільтр 15, піч-скрубер 12, електрофільтр 11,

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

динамонасоси 10, які очищають газ від пилу перед направленням в атмосферу. 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.

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

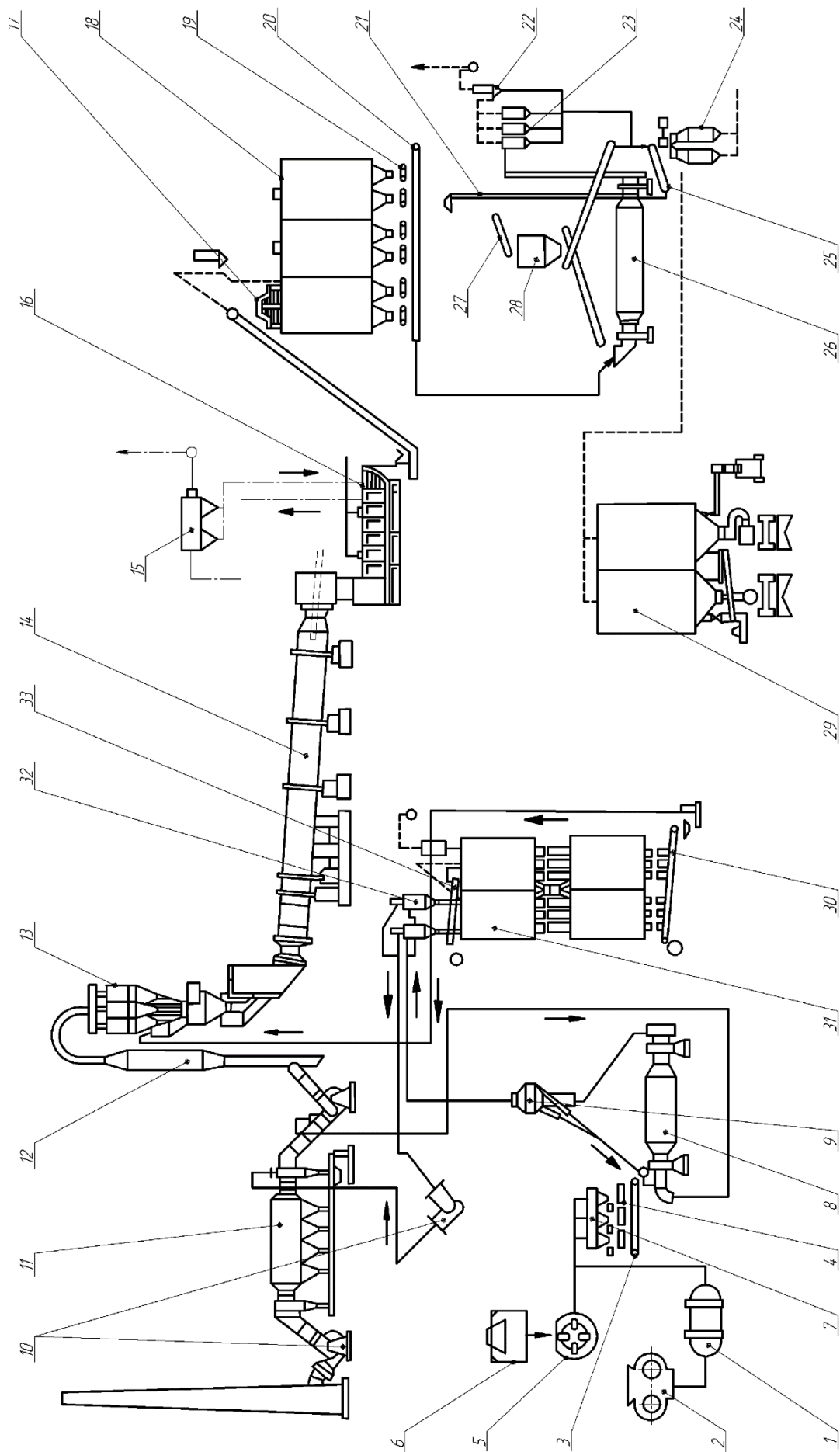


Рисунок 1.1- Технологічна схема виробництва цементу по сухому способу

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП-51.033116.01-70ПЗ

Арк.

9

2 Технічна характеристика базової машини

Технічна характеристика будь-якого виробу – це стисла технічна інформація, за якою проводиться порівняння зразка з аналогами та для наступного вибору і обґрунтування обраного варіанту. Основні показники валкової дробарки наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика преса ЧП63×25

Найменування параметру	Значення параметру
Продуктивність, т/год	11,3
Потужність електродвигуна, кВт	7,5
Число обертів валка, об/хв	33,6
Розміри валків, мм: Діаметр Ширина	700 560
Габаритні розміри, мм: Довжина Ширина Висота	5000 2900 1800
Маса, т	10

3 Опис конструкції валкової дробарки

Валкова дробарка (рис. 3.1) складається з [1, 2] рами, рама виготовляється з сталюого лиття, чи зварюванням яке складається з листів профільного прокату. Зварювальні конструкції мають певну рису, з меншою вагою вони набувають більшу міцність. Щоб уникнути, зробити меншими шум або вібрації при роботі, дробарки встановлюють на бруси які зроблені з дерева та після цього закріплюються до фундаменту. Валки в дробарці складаються з бандажа та дисків в кількості 2 шт, які закріплені стяжними шпильками, вони встановлені на вала. Валки встановлюються в опори які мають назву роликотпдшипникові [3], дві опори нерухомо кріпляться на раму. Опори рухомого валка ж навпаки мають можливість пересуватись вздовж рами, в цьому допомагає пристрій регулювання зазору, в нього входять скоби, упори, та пружні елементи. Для встановлення необхідного зазору між валками потрібні змінні прокладки.

На обох консольних кінцях валів у двох валків ставляться маховики, вони також одразу відіграють допоміжну роль привідних шківів з канавками, клиноремінну передачу. Маховики приймають крутний момент, який передається при використанні клиноремінної передачі з електродвигунів. Електродвигуни кріплять на салазках з гвинтами щоб регулювати ременевий натяг.

Під час процесу роботи дробарки, поверхні валків піддаються процесу зношення який порушує степінь подрібнення матеріалу яка встановлена. Валкові бондажі зазвичай відливають з марганцевистої сталі яка є зносостійкою, а їх поверхня покривається твердим сплавом сталі.

Валки також інколи встановлюють в підшипники ковзання. Також валки, швидкохідні обов'язково, повинні бути збалансовані дуже добре щоб запобігти ударам а також струсу при роботі.

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

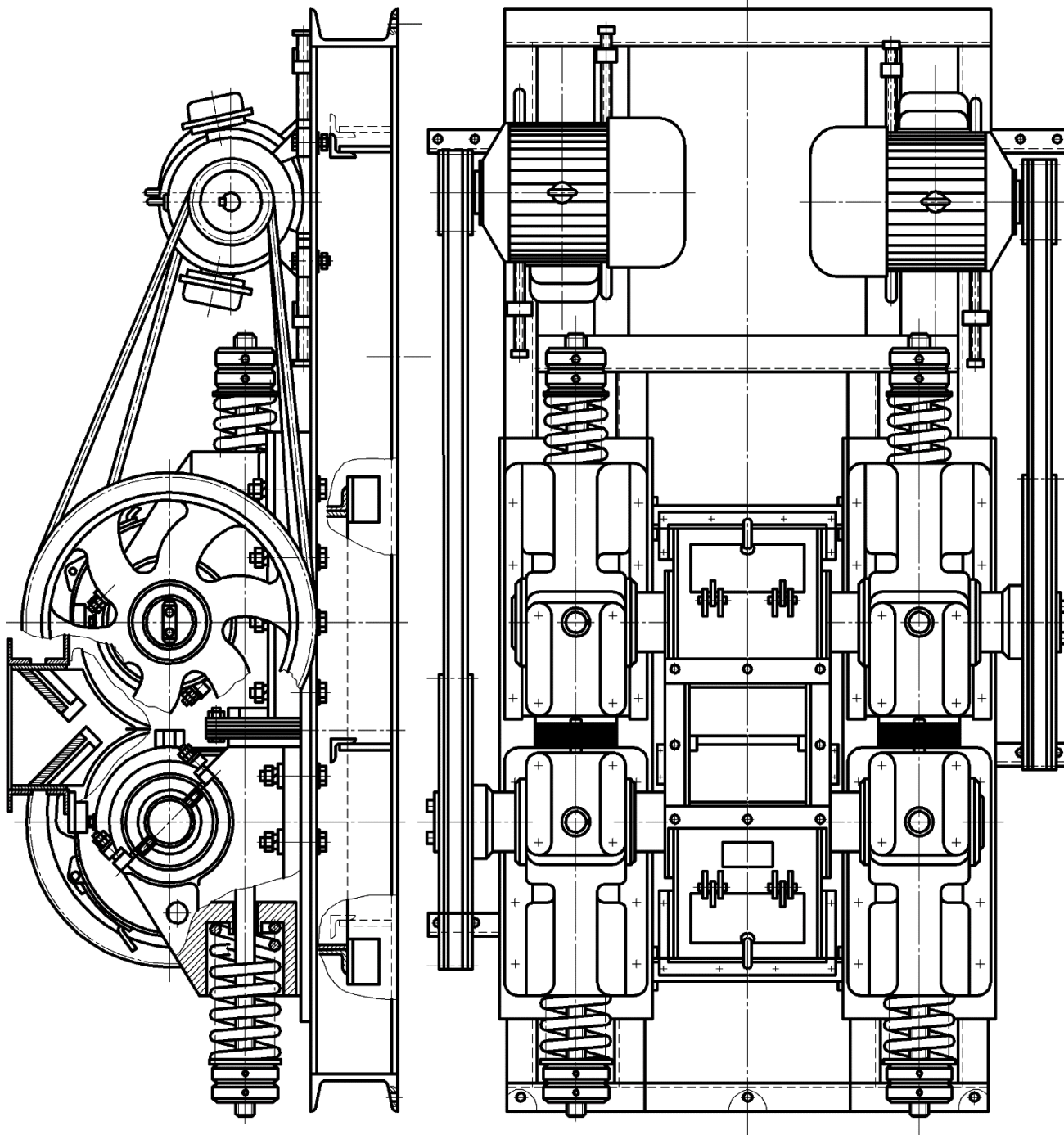


Рис.унок 3.1 - Валкова дробарка

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП-51.033116.01-70ПЗ

Арк.

12

4 Літературно-патентний огляд

Валкові дробарки мають широке застосування в промисловості виготовлення будівельних матеріалів та ефективно подрібнюють різні тверді породи(вапно, вугілля, та інші матеріали) стиранням, або роздавлюванням. В роботі дробарок також є і недоліки такі як габаритні розміри міжвалкової передачі, нерівномірне спрацьовування валків. Саме тому було проведено літературно-патентний пошук на якому було відмічено такі патенти:

1)Авторське свідоцтвоUA, № 2060 (2003)

кл. B02C 4/02

Автори: Заноздра Сергій Вікторович, Штопенко Павло Павлович

Валкова дробарка

Валкова дробарка, що складається з корпусу, двох валків та привода, яка відрізняється тим, що у корпусі встановлено зубчасте колесо на валу ведучого валка, яке входить в зачеплення з таким же колесом, з'єднаним співвісно з ведучою зірочкою ланцюгової передачі, ведома зірочка якої розміщується на валу веденого валка, та відтяжна зірочка, яка вільно посаджена на вісі шарніра двох штанг (які розміщені одна відносно до одної під кутом менш 180°), одна з яких шарнірно встановлена на валу ведучої зірочки, а друга - на валу веденої зірочки.

На (рис.5.8) представлена кінематична схема валкової дробарки, на (рис.5.9) - кінематична схема передаточного механізму валкової дробарки

Валкова дробарка містить однодвигунний привід 1, корпус 2, ведучий валок 3 фіксованим осьовим положенням, ведений валок 4 з не фіксованим осьовим положенням, яке забезпечується повзуном 5, напрямлюючі 6 та пружин 7 валкової дробарки. Ведена зірочка 8 ланцюгової передачі встановлена жорстко на веденому валку, на ньому ж шарнірно встановлено роз'ємну штангу 9, яка з'єднується гвинтом 10 натягнення ланцюга 11 Співосно з шарніром другого кінця штанги 9 вільно посажені відтяжна зірочка 12 та шарнірний кінець штанги 13, яка другим кінцем шарнірно посаджена на вал ведучої зірочки 14 ланцюгової передачі та веденого колеса 15 зубчастої передачі, яка працює у парі з ведучим зубчастим колесом 16, встановленим жорстко на валу ведучого валка валкової дробарки.

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

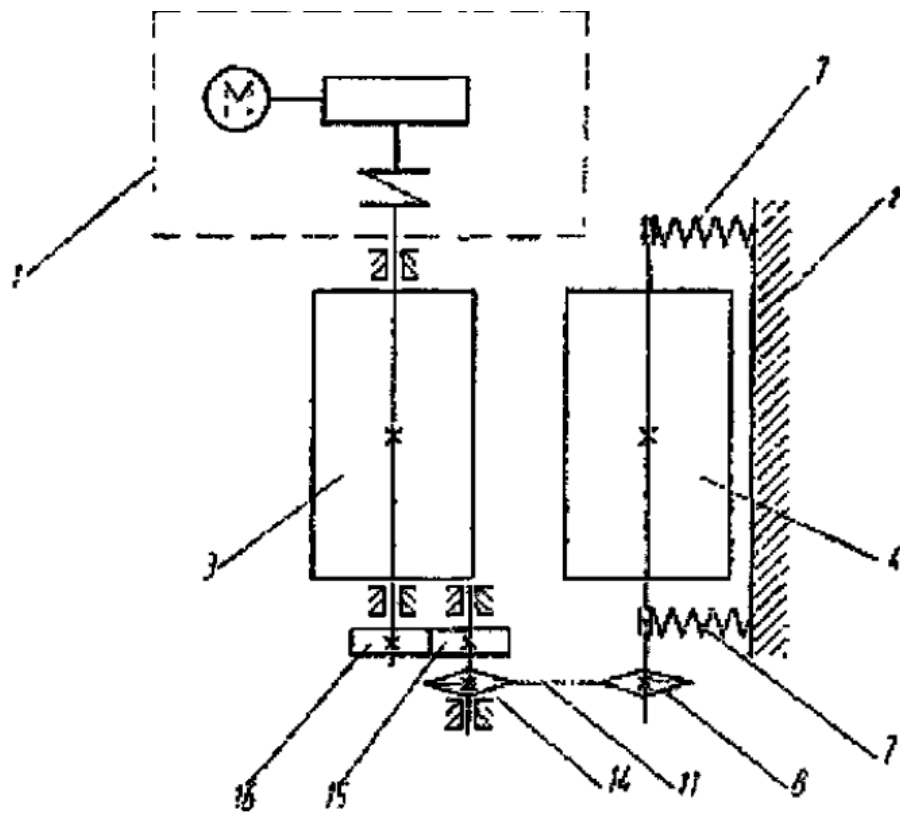


Рисунок 1.1- Кінематична схема валкової дробарки

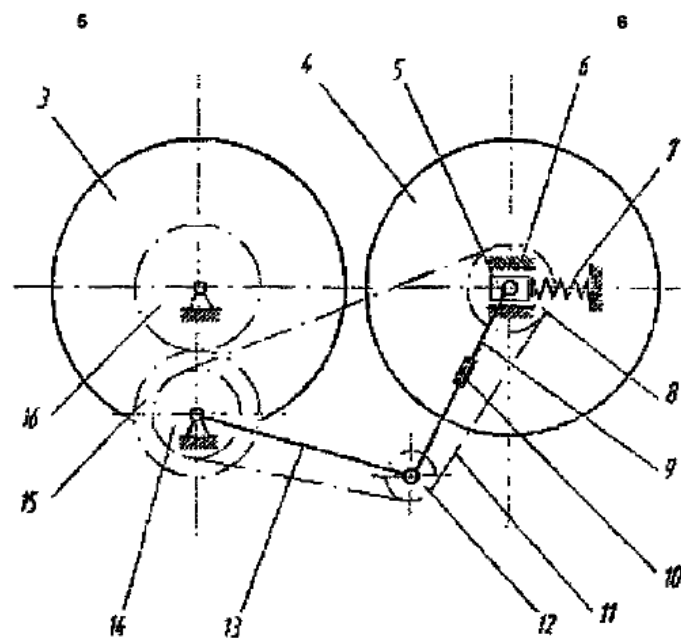


Рисунок 1.2- Кінематична схема передаточного механізму валкової дробарки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП-51.033116.01-70ПЗ

Арк.

14

2)Авторське свідоцтво США №5086651 (1988)

кл. В 02 С4/32

Автори: Нобухіро Такажи, Фуміо Такажи

Валкова дробарка та спосіб її використання

Дробарка (рис. 2.1), переважно для подрібнення твердих відходів, яка містить корпус, два паралельних вала, які обертаються на зустріч один одному, закріпленими на них дискові фрези 9 з прямолінійними ножами і дистанційними втулками 11 з зубцями на зовнішній циліндричній поверхні, встановлені в торцях дискових фрез і проміжки для розміщення дискових фрез іншого вала, відрізняється тим, що з ціллю підвищення ефективності та продуктивності подрібнення шляхом покращення умов різання і захвату ножами матеріалу, що дробиться і підвищення надійності, зубці на втулках виконані косими, параметри яких відповідають залежності

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

де β - кут нахилу зубців;

m - ділительний нормативний модуль зубців;

B - довжина дискової фрези, при чому вали встановлені з можливістю обертання з однаковою частотою, а ножі розміщені по бинтовій лінії симетрично відносно середньої площини дробарки.

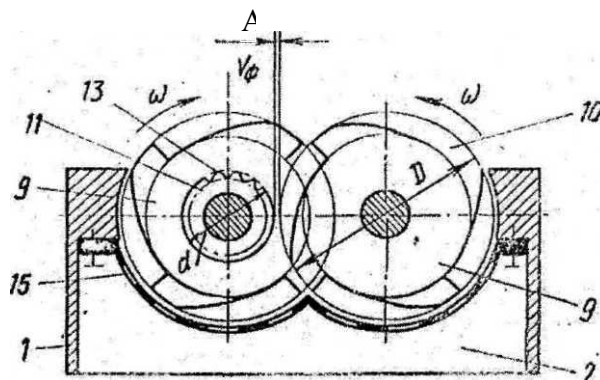


Рисунок 2.1 - Дробарка

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Дробарка

Сутність винаходу: дробарка (рис. 2.2) складається з двигуна 1, ротор якого зв'язаний з насосним колесом 2 гідротрансформатора з реактором 3, з'єднаним через передаточно-розмножувальний механізм 4 з опорою валка 5, встановленої в направляючих 6. Вал валка 5 з'єднаний з турбінним колесом 8 турботрансформатора 12 через карданний шарнір 9. Вал валка 10 через карданний шарнір 11 і турботрансформатор 12 з'єднаний з двигуном, при потраплянні між валками 5,10 не подрібнюваної частини матеріалу валок 5 відсовується, переміщуючи через передаточно-розмножувальний механізм 4 реактор 3 турботрансформатора. При проходженні не подрібнюваної частини матеріалу реактор 3, повертаючись, повертає валок 5 в робоче положення, швидкість повернення валка 5 визначається налагодженням демпфера 14.

Дробарка, що містить нерухомий та рухомий валки, з яких вал останнього зв'язаний з валом електродвигуна через карданний вал передаточного механізму, відрізняється тим, що з метою підвищення надійності, вона оснащена передаточно-розмножувальним механізмом, тяга якого з'єднана з опорою рухомого валка, а передаточний механізм виготовлений у вигляді турботрансформатора, у якого насосне колесо з'єднане з валом електродвигуна, турбінне колесо - з карданним валом, а реактор - з передаточно-розмножувальним механізмом.

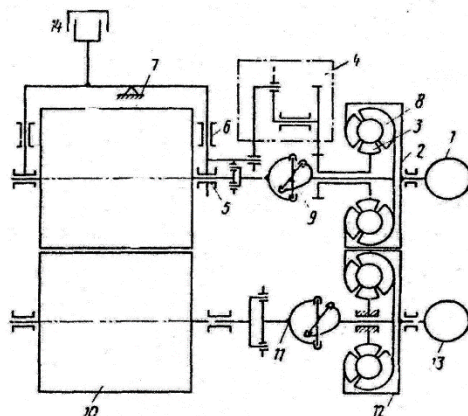


Рис. 2.2 – Дробарка валкова

4)Авторське свідоцтво RU №2288036 С 1 (2006.01)

кл. В 02 С4/02

Автори: Бойбородін Борис Олексійович, Федотов Костянтин Вадимович
Федотов Павло Костянтинович

Валкова дробарка

Винахід відноситься до обладнання для подрібнення матеріалів і може бути використане при подрібненні крихких матеріалів в різних галузях промисловості.

Валкова дробарка (рис. 2.3) включає корпус 1 з бункером 2 для подачі вихідного матеріалу. В корпусі з можливістю обертання назустріч один одному встановлені валки 3 та 4, що мають бандажі 5 з ріжучими елементами 6. Ріжучі елементи 6 кожного валка 3 і 4 розміщені між ріжучими елементами іншого валка з утворенням зазорів 7 і 8 для проходу подрібненого матеріалу, ширина ріжучих елементів 6 валка 4 більше ширини ріжучих елементів валка 3 для подрібнення різних по ширині зазорів 7 та 8 для проходу подрібненого матеріалу. Вісь одного з валків, наприклад валка 4, закріплена нерухомо, а валок 3 може рухатись в горизонтальному напрямку, долаючи опір гідравлічного плунжера (на кресленнях не вказаний). Вершини ріжучих елементів 6 і відповідні вершини впадини між ріжучими елементами мають однакову заокруглену форму, кожний валок має окремий привід (на кресленнях не вказаний).

Дробарка дозволяє збільшити вихід подрібненого продукту при мінімальному його подрібненні та зберегти цілісність цінних компонентів.

Технічний результат, який досягається винаходом, полягає в підвищенні якості подрібнення крихких матеріалів, майже повна відсутність переподрібненого матеріалу.

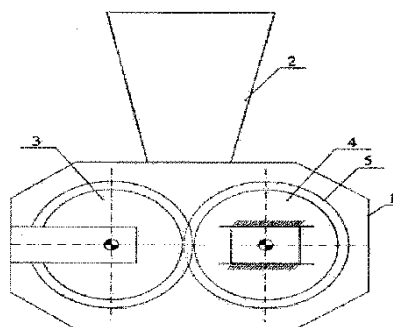


Рисунок 2.3 - Валкова дробарка

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) Авторське свідоцтво UA, №36934

кл.В02С4/00

Автори: : Котречко Олексій Олексійович

Валкова дробарка

Корисною моделлю ставиться завдання розробки конструкції валкової дробарки, яка забезпечить зменшення енергоємності руйнування за рахунок обертання кусків матеріалу в процесі їх подрібнення.

Поставлене корисною моделлю завдання досягається тим, що у валковій дробарці, яка містить ведучий валок з нерухомим підшипником і опорний валок з рухомим підшипником, згідно корисній моделі ведучий і опорний валки мають окремі автономні приводи і обертаються в одному напрямку, а співвідношення розмірів $D1:D2$ і величин колових швидкостей $V1:V2$ ведучого і опорного валків становить відповідно 2 і 7.

На Рис.1 представлена кінематична схема валкової дробарки; на Рис.2 – схема подрібнення матеріалу.

Валкова дробарка має ведучий 1 і опорний 2 валки. Ведучий валок 2 закріплений на валу 3, який обертається в нерухомих підшипниках 4. Його обертальний рух забезпечується від електродвигуна 5 через циліндричний редуктор 6. Опорний валок 2 закріплений на валу 7 і кінематично пов'язаний через карданний вал 8, циліндричний 9 і черв'ячний 10 редуктори з електродвигуном 11. Підшипники 12 валу 7 опорного валка 2 встановлені на пружинах 13 з можливістю їх стиснення при попаданні в робочий простір дробарки предметів, які не подрібнюються.

Валкова дробарка працює наступним чином. Куски матеріалу поступають зверху в зазор між валками стискаються і завдяки протилежним напрямкам сил тертя $T1$ і $T2$ створених на поверхнях ведучого 1 і опорного 2 валків, обертаються. Стиснення з одночасним обертанням кусків забезпечує умови для вибору поверхонь з мінімальною міцністю і їх співпадання з напрямком діючих зусиль, при менших затратах роботи.

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

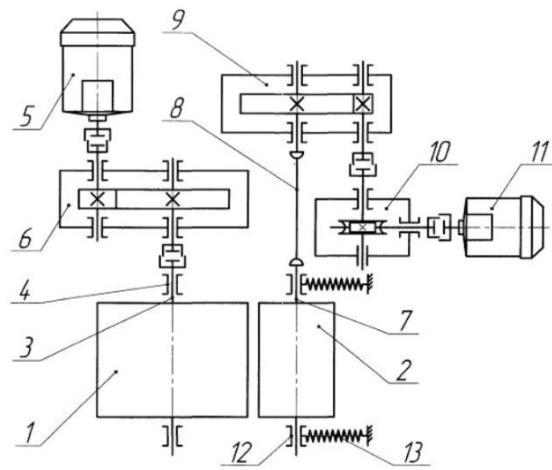


Рисунок 1

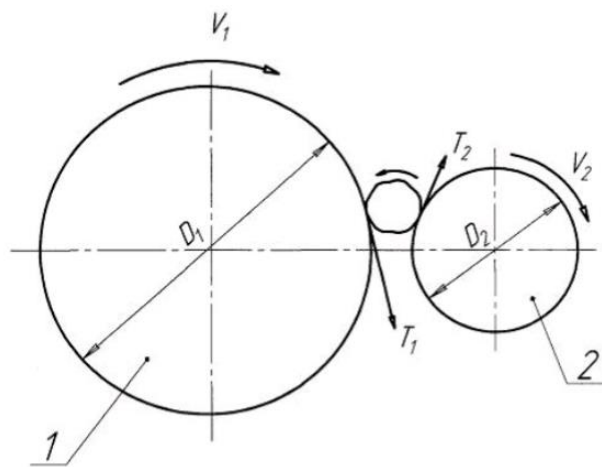


Рисунок 2

4.1 Таблиця розглянутих патентів

№ п. п	Предмет пошуку	№ свідоцтва, МПК, країна, організація, автор	Суть заявленого технологічного рішення та ціль його створення
1	Валкова дробарка	UA, №2060 (2003) МПК B02 C4/00 Автори: Заноздра С.В., Штопенко П.П.	Валкова дробарка відрізняється тим, що у корпусі встановлено зубчасте колесо на валу ведучого валка яке входить в зачеплення з таким же колесо з'єднаним співвісно з ведучою зірочкою ланцюгової передачі, ведена зірочка якої розміщується на валу веденого валка, та відтяжна зірочка яка вільно посаджена на осі шарніра двох штанг, одна з яких встановлена шарнірно на валу ведучої зірочки а друга на валу веденої зірочки. Мета винаходу – передача крутного моменту з одного валка на інший, який має нефіксоване осьове положення, що дозволило б використовувати однодвигунний привід валкової дробарки.
2	Валкова дробарка	США, №5086651 МПК B02 C4/32 1988р Автори: Нобухіро Такажи	Відрізняється тим, що з ціллю підвищення ефективності та продуктивності подрібнення шляхом

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

		Фуммио Такжи	покращення умов різання і захвату ножами матеріалу, що дробиться і підвищення надійності, зубці на втулках виконані косими. Мета винаходу – підвищення ефективності та продуктивності подрібнення шляхом покращення умов різання і захвату ножами дроблячого матеріалу
3	Дробарка	SU, №1727884 МПК В02 С4/42 17.07.90р Автор: Лабковський Б.А.	Дробарка відрізняється тим, що з метою підвищення надійності, вона оснащена передаточно-озмножувальним механізмом, тяга якого з'єднана з опорою рухомого валка, а передаточний механізм виготовлений у вигляді турботрансформатора, у якого насосне колесо з'єднане з валом електродвигуна, турбінне колесо - з карданним валом, а реактор - з передаточно-розмножувальним механізмом. Мета - підвищення надійності роботи привода.
4	Валкова дробарка	RU, №2288036 МПК В02 С4/02 2006р Автори: Бойбородін Б.О. Федото К.В.	Валкова дробарка відрізняється тим, що ріжучі елементи кожного валка розміщені між ріжучими елементами іншого валка з утворенням зазорів для проходу подрібненого матеріалу, ширина

		Федотов П.К.	ріжучих елементів валка більше ширини ріжучих елементів друго валка для подрібнення різних по ширині зазорів для проходу подрібненого матеріалу. Мета винаходу - підвищення якості подрібнення крихких матеріалів, майже повна відсутність пере подрібненого матеріалу.
5	Валкова дробарка	UA, №36934 МПК В02 С4/00 2006р Автор: Котречко Олексій Олексійович	Відрізняється тим, що ведучий і опорний валки мають окремі автономні приводи і обертаються в одному напрямку, а співвідношення розмірів діаметрів D1:D2 і величин колових швидкостей V1:V2 ведучого і опорного валків становить відповідно 2 і 7. Мета конструкції – підвищення надійності дробарки, а також зменшення витрат енергії.

5 Охорона праці

Закон України «Про охорону праці» – Закон України, що визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи і організації або уповноваженим ним органом (власником) і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Прийнятий 14 жовтня 1992 р. Це стосується історії, тобто ПЕРШОЇ РЕДАКЦІЇ Закону, а нині діє редакція – від 2011 р.

Згідно до теми дипломного проекту «Валкова дробарка з модернізацією валків» необхідно розробити заходи щодо забезпечення безпечних умов роботи на валковій дробарці, що виконує роботу по подрібненню шматків матеріалу на більш малі.

При роботі машиніст піддається різним шкідливим і небезпечним факторам, що може призвести до травматизму й професійних захворювань. До цих факторів належить:

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

Повітря робочої зони

Сукупність параметрів повітря у виробничому приміщенні, які діють на людину у процесі праці, визначається температурою, вологістю і швидкістю руху повітря, впливає на терморегуляцію організму робітника, а отже, і на продуктивність праці.

В цехах подрібнення створюється пил. Пил – дрібні тверді частинки в повітрі, які осідають під дією власної ваги, але певний період можуть знаходитись в повітрі у зваженому стані. Пил вимірюють у міліграмах на 1 м³ повітря. Найбільш

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

шкідливим для здоров'я людини є дрібний пил з розмірами часток до 10 мкм, тому що він, не затримується у верхніх дихальних шляхах, а проникає в легені людини і викликає їхнє захворювання. Більший пил затримується на слизоватих оболонках верхніх дихальних шляхів і робить дратівну дію, викликаючи хронічні захворювання бронхів. Крім того, від тривалого перебування в курній зоні в людини виникають захворювання очей, шкіри. Незначний зміст пилу в повітрі не викликає шкідливих наслідків. Захист від пилу здійснюють видаленням її з робочої зони, герметизацією цієї зони, застосуванням місцевої вентиляції, а також використанням загальної вентиляції. Також за допомогою форсунок вода воложить пил, що утвориться, припиняючи поширення її в повітрі.

Для вловлювання в робочій зоні пилу, а також для організації загального повітрообміну застосовують вентиляційні установки, які підрозділяються по способі переміщення повітря, функціональній ознаці й по характері дії.

По способі переміщення повітря вентиляційні установки бувають із природним спонуканням, коли повітрообмін здійснюється за рахунок різниці щільності холодного й теплого повітря, і з механічним спонуканням, коли повітрообмін підтримується засобами вентиляційного встаткування з механічним приводом.

По функціональній ознаці вентиляція може бути проточною, витяжною і проточно-витяжною.

Залежно від характеру дії розрізняють вентиляцію загального обміну для повітрообміну в повному обсязі приміщення й місцеву для видалення пилу із зони, де вона утвориться.

Виробничий шум

Шум - це коливання звукової хвилі в звуковому діапазоні, що характеризується зміною частоти і амплітуди, непостійні в часі, які не несуть корисних дій людині, ГОСТ 12.1.003-83 "ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки»

Механічні коливання машин приводять до коливань повітряного середовища, які є причиною шумів.

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Сильний і тривалий шум негативно впливає на стан здоров'я. Крім загального стомлення, ослаблення уваги й загальмовування реакції, шум є причиною головного болю, запаморочення, виникнення глухоти, захворювання нервової системи. Найбільше шкідливо діють на організм людини високочастотні, виючі й переривчасті шуми.

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.

Одним зі шляхів зниження рівня шуму є звукоізоляція вузлів машин або в цілому машин за допомогою кожухів. Їх виготовляють зі сталевих аркушів із внутрішнім облицюванням з повсті, пінополіуретану або шлаковати. Кожух установлюють на віброізолюючі прокладки з азбесту, повсті або гуми. Застосування кожухів знижує шум на 30 дБ.

Шум можна знизити, якщо джерело шуму, наприклад дробильне встаткування, розмістити на території підприємства з вітряної сторони стосовно інших будинків. Середнє значення рівня шуму конусної дробарки 75-80 дБ, тому при її експлуатації потрібно вживати належні заходи, що регламентуються за ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку".

Вібрації

Вібрація — це рух матеріальної точки або механічної системи, при якому почергово зростають і спадають за часом значення величини, що характеризує цей рух

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.

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

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 апараті є обертові частини, такими є вали зі шківками, валки які подрібнюють. Вони є дуже небезпечними для людини, так як під час роботи може відбутися намотування і затягування робочого в механізм, що може призвести до летального результату. Щоб уникнути цього всі рухомі і обертові деталі валкової дробарки повинні бути закриті захисними кожухами.

Пожежобезпека

При експлуатації великогабаритних машин під дією вібрації, різких коливань і поштовхів щільність електричних контактів порушується, у місцях з'єднань проводки виникають великі перехідні опори, що викликають місцевий нагрів, що може призвести до загоряння ізоляції і пожежах. Причиною пожеж також може бути перегрів підшипників електричних машин через недостатню їх змазку. Перенагрів підшипників може настільки збільшити силу опору, що ротор електричної машини зупиниться. При цьому електрична енергія в обмотках, що поступає, повністю перетвориться в теплоту, що може стати джерелом загоряння ізоляції та інших горючих матеріалів.

Машиніст дробарок повинен знати:-правила пожежної безпеки, які встановлені для цеху і конкретно для його робочого місця; розташування поблизу робочого місця засобів пожежогасіння та міри особистого захисту; місце знаходження ближчого оповістителя і номер телефона пожежної охорони;
- дробарник повинен використовувати первинні засоби пожежогасіння (пісок, вогнетривка маса, вогнегасник, покривала) при виникненні пожежі. Він повинен

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

викликати пожежну охорону, а до її прибуття, при можливості, використовувати засоби для ліквідації пожежі своїми силами;

- підходи до протипожежних щитків і їх конструкції повинні забезпечувати легкий доступ до інвентаря, проходи повинні бути завжди вільними;

- матеріал для обтирання повинен зберігатися у металевих ящиках і його кількість не повинна перевищувати добової норми;

- усі транспортерні галереї повинні бути обладнані засобами пожежогасіння;

- робітник повинен знати та уміти надавати першу (долікарняну) допомогу як собі так і іншим потерпілим при опіках.

- при отриманні травми необхідно звернутися за допомогою до товаришів по роботі або з'явитися (якщо можливо) у медпункт, попередньо повідомивши про це майстра або іншого керівника.

Машиніст дробарок повинен знати порядок обліку та розслідування нещасних випадків.

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Висновки

Згідно технічного завдання було розглянуто технологічний процес виробництва портландцементу, де застосовується валкова дробарка. Розглянуто опис конструкції та принцип роботи валкової дробарки.

Проведені розрахунки основних параметрів валкової дробарки та визначено:

- потужність двигуна 7,5 кВт;
- продуктивність валкової дробарки 11,3 т/г.

Проведені кінематичні розрахунки з вибором двигуна 4A160S8Y3 за ГОСТ 19523-81 та розрахунки на міцність вала, бандажа валка та шківів.

Були розглянуті питання з охорони праці та безпеки на виробництві

Було проведено патентно-літературний пошук згідно з технологічним завданням та відібрано патент, на основі якого, зроблено модернізацію валків валкової дробарки з метою покращення її експлуатації.

Модернізація забезпечила:

- Підвищення надійності
- Зменшення витрат енергії дробаркою

Також було розроблено алгоритмічну програму в програмному середовищі FORTRAN для розрахунку довговічності ведучого шківів.

Було також розроблено технологічний процес виготовлення ведучого шківів, підібрано і розраховано пристосування для протягування шпоночного паза.

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Література

1. Авторське свідоцтво UA, кл. B02C 4/02, автори: Заноздра Сергій Вікторович, Штопенко Павло Павлович.
2. Авторське свідоцтво США №5086651 (1988), кл. В 02 С4/32, автори: Нобухіро Такажи, Фуміо Такажи.
3. Авторське свідоцтво SU №1727884 (17.07.90), кл. В 02 С4/42, автори: Б.А. Лабковський.
4. Авторське свідоцтво RU №2288036 С 1 (2006.01), кл. В 02 С4/02, автори: Бойбородін Борис Олексійович, Федотов Костянтин Вадимович, Федотов Павло Костянтинович.
5. Авторське свідоцтво UA, №36934 (2006), кл. B02 С4/00, автори: Котреченко Олексій Олексійович.
6. Основи охорони праці. В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников. — Львів: Афіша, 1999.
7. Сапожніков М.Я. Машины та апарати промисловості будівельних матеріалів: Атлас конструкцій. — М.: Машгіз, 1979
8. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Атлас конструкций по оборудованию заводов строительных материалов. -М.: Стройиздат, 1970.
9. Сапожніков М.Я. Механічне обладнання підприємств будівельних матеріалів, виробів та конструкцій.—М.: Вища шк., 1971
10. Щербина В. Ю., Точинський В. О., Трубний млин з теплоізоляцією корпусу / Збірник доповідей V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні технології у промисловому виробництві». – Суми: СДУ, 2018. Ст. 128-129 URL: http://r250.sudu.edu.ua/bitstream/123456789/67548/1/Tochynskyi_trubnyi_mlyn.pdf

					ЛП-51.033116.01-70ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗРАХУНКИ

Зміст

1 Розрахунок валкової дробарки.....	3
1.1 Параметричні розрахунки	3
1.2 Кінематичні розрахунки.....	6
1.2.1 Вибір електродвигуна за частотою обертання	6
1.2.2 Розрахунок клинопасової передачі	6
1.2.3 Визначення сил напруження та розрахункової довговічності ведучого шківа	8
1.3 Розрахунки на міцність	10
1.3.1 Розрахунок валка на статичну міцність	10
1.3.2 Розраїунок бандажа валка на міцність	13
1.3.3 Розрахунок шківа на міцність	14
2 Висновки.....	16
Література.....	17

					ЛП-51.033116.02-70PP		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Вакульчук В.М				Валкова дробарка з модернізацією рухомого валка	Літ.	Арк.
Перевір.	Івіцький І.І						2
Керівник						«КПІ ім. І.Сікорського» ХПСМ, ІХФ, ЛП-51(1)	
Н. Контр.							
Затверд.	Гондляр О.В.						
						Акрушів	29

1 Розрахунки валкової дробарки

1.1 Параметричні розрахунки

Розрахуємо валкову дробарку [4] 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:

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

Приймаємо $n = 0,56 \text{ об / с};$

Масова продуктивність валкової дробарки:

$$Pr = 3600 \cdot \pi \cdot D \cdot L \cdot e \cdot n \cdot \rho \cdot \mu = 3600 \cdot 3,14 \cdot 0,7 \cdot 0,55 \cdot 0,006 \cdot 0,56 \cdot 2,2 \cdot 0,35 = 11,3 \text{ т / год},$$

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де L – довжина валка:

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

Приймаємо $L = 0,56$ м.

Потужність двигуна:

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

де P_v - об'ємна продуктивність:

$$P_v = P_p / \rho = 11,26 / 2,2 = 5,12 \text{ м}^3/\text{год};$$

i - ступінь подрібнення:

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

$\eta_y = 0.8$ - загальний ККД приводу;

$\eta_y = 0.25$ - 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 $R = D/2 = 0,65/2 = 0,325$ м;

$r = D_{ср}/2 = 0.04/2 = 0.02$ 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:

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

Загальна потужність:

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

За формулою Левінсона:

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

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

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

D- діаметр валка; D=70 см;

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

Фактична швидкість обертання:

$$n_{\text{факт}} = (0.4 \dots 0.7) \cdot n_{\text{max}} = 0.7 \cdot n_{\text{max}} = 0.5 \cdot 397.63 = 198.82 \text{ об / хв}$$

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

Зусилля, необхідне 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 B-ширина валка; B=0,7м;

D- діаметр валка; D=0,7м;

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...0,3; приймаємо K=0,25.

Сумарне зусилля подрібнення для міцних порід:

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

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Кінематичні розрахунки

1.2.1 Вибір електродвигуна за частотою обертання

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:

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

1.2.2 Розрахунок клинопасової передачі

Приймаємо попереднє значення [5] 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 клинопасової передачі:

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{1000 \cdot 60} \leq [V] = \frac{3.14 \cdot 350 \cdot 750}{1000 \cdot 60} = 13.74 \text{ м/с} < 30 \text{ м/с}.$$

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 $d_2 = 1250$ мм

Уточнюємо передаточне число:

$$U = \frac{d_1}{d_1 \cdot (1 - \xi)} = \frac{1250}{350 \cdot (1 - 0.02)} = 3.65.$$

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Відносна похибка передаточного числа:

$$\Delta = \left| \frac{U' - U}{U'} \right| \cdot 100\% \leq [\Delta] = 5\%;$$
$$\Delta = \frac{3,75 - 3,65}{3,75} \cdot 100\% = 2,7\% < 5\%$$

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:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57,3^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} \geq [\alpha_{\min}] = 120^\circ$$
$$\alpha_1 = 180^\circ - 57,3^\circ \cdot \frac{1250 - 350}{275} \geq 152^\circ > 120^\circ$$

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Потрібна кількість пасів[6]:

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

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 $Z = 4$.

1.2.3. Визначення сил напружень та розрахункової довговічності ведучого шківa

Колова сила:

$$F_t = \frac{10^3 P_1}{V} = \frac{10^3 \cdot 7}{13,74} = 509,5 \text{ Н}$$

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, $g = 0,3 \text{ кг/м}$

$$F_0 = \frac{780 \cdot 7}{13,74 \cdot 0,83 \cdot 0,92 \cdot 4} + 0,3 \cdot 13,74^2 = 187 \text{ Н}$$

Сили, що діють на вал та підшипники:

$$F_r = 2 \times F_0 \times Z \times \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \times 187 \times 4 \times \sin \frac{152}{2} = 1452 \text{ Н}$$

Напруження у ведучій вітці паса:

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

Напруження згину у пасі на дузі обхвату ведучого шківа:

$$\sigma_{\text{зг}} = E \frac{2Y_0}{d_1}$$

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

Y_0 - відстань від нейтральної лінії до найбільш напружених волокон,

$Y_0 = 4,8 \text{ мм}$

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

Напруження, які виникають у пасі від дії відцентрових сил:

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

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

$$\sigma_v = 1300 \cdot 13,74^2 \cdot 10^{-6} = 0,245 \text{ МПа}$$

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

$$\sigma_{\text{max}} = \sigma_1 + \sigma_{\text{зг}} + \sigma_v = 1,47 + 1,92 + 0,245 = 3,63 \text{ МПа}$$

Розрахункова довговічність:

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

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

m – показник степеня, $m = 8$

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

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

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T = \left(\frac{9}{3,63} \right)^8 \cdot \frac{10^7 \cdot 1,77 \cdot 1}{2 \cdot 3600 \cdot 2,18} = 1570000 \text{ год}$$

1.3 Розрахунки на міцність

1.3.1 Розрахунок вала на статичну міцність

Вихідні дані:

Колова сила $F_t = 509,5 \text{ Н}$

Сила, що діє на вал та підшипники $F_r = 1452 \text{ Н}$

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

Згідно розрахункової схеми (рис. 4.3.1) визначаємо опорні реакції:

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

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

$$R_{BY} = \frac{F_r \cdot 0,41 + P \cdot 0,115}{0,33} = \frac{1452 \cdot 0,41 + 1040000}{0,33} = 343396,5 \text{ Н}$$

$$\sum M_Y = 0$$

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

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

$$\sum y = 0$$

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

$$R_{AY} = P - R_{BY} + F_r = 1040000 - 343396,5 + 1452 = 698055,5 \text{ Н}$$

$$\sum x = 0$$

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

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

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

Результуючий згинаючий момент:

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

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

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Приведений момент:

$$M_{npC-c} = \sqrt{M_{u_{c-c}}^2 + \alpha \cdot T^2} = \sqrt{192996,86^2 + 0,6 \cdot 4783,93} = 193032,42 H_m$$

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

де - α коефіцієнт розбіжності циклів навантаження

Побудувавши епюру приведених моментів M_{np} (рис. 1.3.1) можна побачити, що небезпечним перерізом вала є переріз С-С.

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

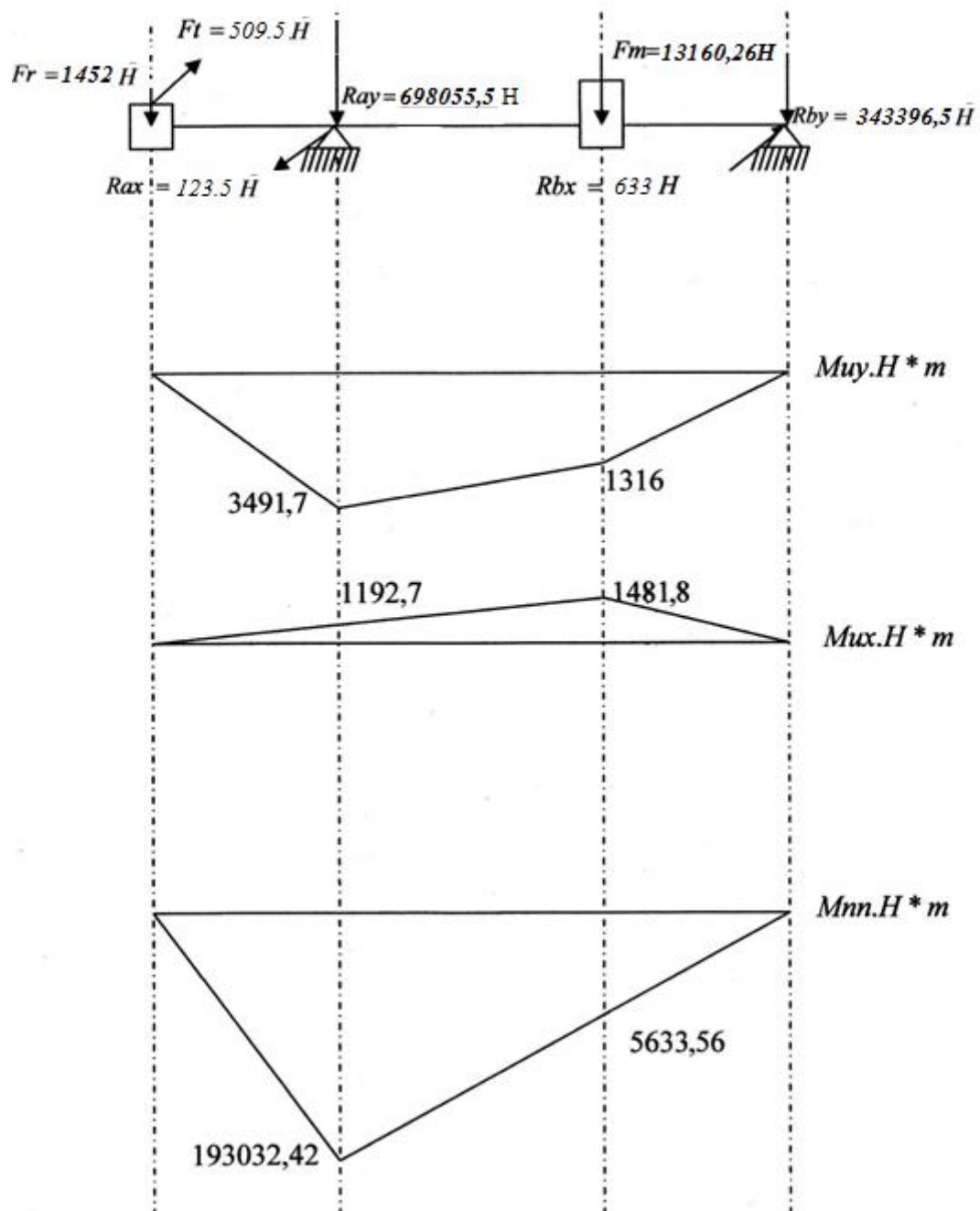


Рис 1.3.1 - Епюри моментів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП-51.033116.02-70PP

Арк.

12

1.3.2 Розрахунок бандажа валка на міцність

Вихідні дані:

Діаметр валка $D=0,7\text{ м}$

Ширина валка $B=0,56\text{ м}$

Сумарне зусилля подрібнення $P = 800800\text{ Н}$

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:

$$\sigma_1 = \sigma_0 = r_2^2 + r_1^2 / r_2^2 - r_1^2 \cdot (p) = 1 + k^2 / 1 - k^2 \cdot (p)$$

$$\sigma_2 = \sigma_z = 0$$

$$\sigma_3 = br = -p$$

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

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

де $k=r_1/r_2$

Тоді, остаточно, розрахункова формула має вид:

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_2 = r_1 \cdot \sqrt{\frac{(\frac{[\sigma]}{P})^2 + \sqrt{(\frac{2[\sigma]}{P})^2 - 3}}{(\frac{[\sigma]}{P})^2 - 1}} = 250 \sqrt{\frac{(\frac{306,7}{0,79})^2 + \sqrt{(\frac{2 \cdot 306,7}{0,79})^2 - 3}}{(\frac{306,7}{0,79})^2 - 1}} = 350 \text{ мм}$$

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

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h = \pi \cdot d \cdot l = 3,14 \cdot 0,7 \cdot 0,7 = 1,54 \text{ м}^2$$

$$P = 800800 / 1,54 = 0,52 \text{ МПа}$$

Товщина стінки бандажа:

$$S = r_2 - r_1 = 350 - 250 = 100 \text{ мм.}$$

1.3.3 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:

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

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, $\mu = 0,25$

γ - питома вага матеріалу шківів,

ω - кутова швидкість обертання

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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

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

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

Тоді:

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

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

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Проведено ряд розрахунків: параметричний, кінематичний та розрахунки на міцність які підтверджують працездатність модернізації валкової дробарки.

За результатами розрахунків було обрано упорний підшипник, визначено потужність електродвигуна який буде працювати на нерухомому валку.

Розрахунки підтвердили працездатність та надійність спроектованої конструкції валкової дробарки.

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. -Ленинград: Машиностроение, 1975. 656 с.
2. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартрович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. Москва: Химия, 1986. 488 с .
3. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник. - Москва: Машиностроение, 1976. 288 с.
4. Л.Б. Радченко Переробка термопластів методом екструзії.-К.: Київ, 1999. 219с.
5. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов втузов/ М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин. Под общ. ред. М. Ф. Михалева. Л.: Машиностроение, Ленинград: 1984. 301 с.
6. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. Д.Д. Рябинин, Ю.Е. Лукач,.— Москва: Машиностроение, 1972. 268 с.
7. Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д. Червячные машины для переработки резиновых смесей и пластических мас.. Москва: Машиностроение, 1967. 364 с.
8. Центральный металлический портал РФ [<http://metallicheckiy-portal.ru>].

					ЛП-51.033116.02-70PP	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

Зміст

1. Технологія виготовлення деталі.. .. .	3
1.1 Опис та призначення шківів.....	3
1.2 Технологічний процес виготовлення деталі	5
2 Вибір пристосування.....	16
2.1 Опис конструкції і принцип роботи пристосування	16
2 Розрахунок пристосування	19
Висновки.....	20
Література.....	21

					<i>ЛП-51.033112.03-70</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Валкова дробарка з модернізацією рухомого валка		
<i>Розроб.</i>	<i>Вакульчук</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Борщик</i>						
<i>Керівник</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Гондляр</i>				КПІ ім. Ігоря Сікорського		
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
						2	21

1 Технологія виготовлення деталі

Метою розділу проекту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі – шків і вибір пристосування для однієї з операцій виготовлення деталі.

У процесі виконання роботи вирішуються такі завдання, як: розробка технології виготовлення деталі «шків», в яку входить вибір методу отримання заготовки, вибір устаткування і інструментів для кожної операції.

Робочі поверхні канавок повинні мати шорсткість не більше $Ra = 2,5$ мкм, які бажано полірувати.

Граничні відхилення діаметрів до 500 мм, вище – за граничні відхилення діаметрів $d_2 - h11$.

Не вказані граничні відхилення (поверхні, що обробляють), неспряжених поверхонь: отворів $H14$, валів – за $h14$, решта – за $js16$.

Граничні відхилення кута канавки не повинні бути більше $30'$.

Биття робочої поверхні канавки шківів не повинно бути більше: 0,2 мм при частоті обертання шківів до 80 хв-1; 0,15 мм – при частоті обертання шківів 480...960 хв-1; 0,10 мм – при частоті обертання шківів більше 960 хв-1.

Радіальне биття ободу шківів залежно від діаметра становить 100...200 мкм, чим більше діаметр обода тим більше биття.

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

Кожний шків при коловій швидкості більш 5 м/с повинен бути збалансований.

Внутрішній отвір маточини під вал повинен мати шорсткість не більше $Ra = 2,5$ мкм, решта оброблюваних поверхонь (зовнішній діаметр, торці ободу та маточини) – $Rz = 6,3$ мкм. Поверхні шківів, що не обробляють (ливарні) – $Ra = 400$ мкм. При необхідності усі поверхні можуть бути пофарбовані.

1.1 Опис та призначення деталі

Використовується як одна із основних частин пасової передачі.

					ЛП-51.177146.03-70ТД	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На відміну від блока, шків передає зусилля від вала на пас або навпаки; блок у свою чергу повертається на осі вільно і забезпечує винятково зміну напрямку руху паса або ланки.

Форма робочої поверхні обода шківів визначається формою поперечного перерізу паса. Для плоских пасів найбажанішою формою робочої поверхні шківів є гладка полірована поверхня. Для зменшення зношування паса, яке викликається проковзуванням, шорсткість робочої поверхні обода повинна бути $R_z < 10 \mu\text{м}$. Щоб забезпечити центрування паса, робочу поверхню одного із шківів роблять випуклою.

Для клинових пасів робочою поверхнею є бокові сторони клинових жолобків на ободі шківів. Розміри та кількість жолобків визначаються профілем перерізу паса та кількістю клинових пасів, що одночасно працюють на шківі. Профіль перерізу клинового паса при згині на шківі дещо спотворюється і тому кут клину паса у порівнянні з початковим ($\phi_0 = 40^\circ$) змінюється. Отже, кут ϕ профілю жолобків шківів обирають залежно від його діаметра. Для стандартних клинових пасів розміри жолобків шківів наведені у ГОСТ 20889–88

Для круглих пасів мінімальний діаметр шківів $d_{\min} \geq 20d_0$, де d_0 — діаметр профілю паса. Профіль жолобків на шківі виконують напівкруглим або клиновим із кутом $\phi = 40^\circ$. Розміри жолобків обода шківів для поліклинових пасів вибирають згідно з ТУ 38–105763–89.

Шківні пасові передачі виготовляють із чавуну, сталі, легких сплавів. Чавунні шківні передачі найпоширеніші. Використовують такі марки чавуну: СЧ 15 при швидкості паса $V \leq 15$ м/с; СЧ 18 при $V = 15 \dots 30$ м/с; СЧ 20 при $V = 30 \dots 35$ м/с. Заготовки шківів виготовляють литтям. Сталеві шківні передачі виготовляють зварюванням відштампованих окремих деталей. Вони відрізняються меншою масою і використовуються при більших швидкостях пасів ($V \leq 40$ м/с). Інколи заготовками для шківів може служити сталеве литво або круглий прокат. Шківні передачі з легких сплавів виготовляють переважно із алюмінієвого литва. За конструкцією вони не відрізняються від чавунних, але мають тонші стінки. Оскільки шківні передачі з легких сплавів у порівнянні із сталевими мають меншу масу, то їх раціонально використовувати для швидкохідних передач.

					ЛП-51.177146.03-70ТД	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Технологічний процес виготовлення деталі

Процес виготовлення шківів наводимо в маршрутній карті та операційних картах. Схема базування заготовки і типу установочних елементів визначенні технологом.

					ЛП-51.177146.03-70ТД	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ 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 цеху	Ном. ділян ки	Ном. опер- ації	Найменування операції						Найменування та марка матеріалу			Маса деталі	Заготовка						
													профіль і розміри		твердість		маса		
		005	Токарна						Сталь 40ХЛ			6,9	350х150		280				
К-сть. одн. оброб. дет.			Обладнання (найменування, модель)						Пристосування. (код та найменування)	Спеціальне		Кондуктор			Охолодження				
1										пристосування								5% емульсія Укринал-1	
Ном. перех	Зміст переходу			Інструмент (код та найменування)					Розрах.. розм.		t	i	Режим обробки			T _o	T _v		
				допоміжний		ріжучий		вимірювальний	діаметр ширина	довж ина			S	n	V				
1	Встановити,закріпити,																0, 3		
	зняти																		
2	Свердлить 1 отв.Ø55					Свердло		штангенциркуль		18	35	0, 5	8	2	350	18	4,5	2, 8	
						Ø55P6M5		ШЦ-11-300-010											
						ГОСТ10903-77													
3	Підрізати торець ,					Різець прохідний				210	105	2	1	0,2	140	78	1,2	0, 5 2	
	витримавши розмір					75K10ГОСТ2270-77													
	L=86, начисто																		
											Разраб.	Вакульчук				Лист			
												Проверил.	Борщик				1		
													Затвердив	Гондлях				Лист.	
			Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.					2	

Інв. № подл.		Підпис та дата		Взам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпис та дата		ГОСТ 3.1404-74 Форма 1а									
						Номер опер.													
Ном. перех.	Зміст переходу			Інструмент (код та найменування)						Розрах.. розм.		t	i	Режим обробки			T _o	T _B	
				допоміжний		ріжучий		вимірювальний		діаметр р ширин а	довжин а			S	n	V			
4	Точити фаску					Різець прохідний		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.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	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 цеху	Ном. ділян ки	Ном. опер- ації	Найменування операції						Найменування та марка матеріалу				Маса деталі		Заготовка					
															профіль і розміри			твердість		маса
		005	Токарна						Сталь 40ХЛ				6,9		350х150			280		
К-сть. одн. оброб. дет.			Обладнання (найменування, модель)						Пристосування. (код та найменування)		Спеціальне		Кондуктор				Охолодження			
1											пристосування									
Ном. перех	Зміст переходу			Інструмент (код та найменування)						Розрах.. розм.		t	i	Режим обробки			Т _о	Т _в		
				допоміжний		ріжучий		вимірювальний		діаметр ширина	довж ина			S	p	V				
1	Встановити,закріпити,																	0, 3		
	зняти																			
2	Точити начорно по всій поверхні					Різець прохідний		шаблон		210	2	1	1	0,2	140	92	0,0 9 0,1			
						75K10ГОСТ2270-70														
3	Підрізати торець ,					Різець				210	105	2	1	0,2	140	78	1,2	0, 5 2		
	витримавши розмір					75K10ГОСТ2270-77														
	L=86, начисто																			
												Разраб.		Вакульчук				Лист		
													Проверил.		Борщик				1	
														Затвердив		Гондлях				Лист.
			Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.						2	

Інв. № подл.		Підпис та дата		Взам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпис та дата		ГОСТ 3.1404-74 Форма 1а									
						Номер опер.													
Ном. перех.	Зміст переходу			Інструмент (код та найменування)					Розрах.. розм.		t	i	Режим обробки			T _o	T _B		
				допоміжний	ріжучий		вимірювальний		діаметр р ширин а	довжин а			S	п	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	Точити начисто по всій поверхні					Різець прохідний		штангенциркуль		210	35	2	1	0,2	140	90	1,5 0,52		
						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		
						75K10ГОСТ2270-70													
																	Лист		
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	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 цеху	Ном. ділян ки	Ном. опер- ації	Найменування операції						Найменування та марка матеріалу				Маса деталі	Заготовка						
														профіль і розміри		твердість		маса		
		015	Протяжна						Сталь 40ХЛ					350х150		280				
К-сть. одн. оброб. дет.			Обладнання (найменування, модель)						Пристосування. (код та найменування)		Спеціальне		трёхкулачковый патрон з пневмозажимом		Без Охолодження					
1											пристосування									
Ном. перех	Зміст переходу			Інструмент (код та найменування)						Розрах.. розм.		t	i	Режим обробки			T _o	T _v		
				допоміжний		ріжучий		вимірювальний		діаметр ширина	довж ина			S	п	V				
1	Встановити,закріпити,																0, 3			
	зняти																			
2	Протягти отвір					протяжка		штангенцикуль		200	40	3	1	0,3	140	92	0,5 5	0, 8 5		
						75 К10		ШЦ-11-300-010												
						ГОСТ12270-77														
3	Контроль васки							Калібр-пробка		16	35	-	4	1,5	100	5	1,5	0, 9		
												Разраб.	Вакульчук				Лист			
														Проверил.	Борщик				1	
															Затвердив	Гондлях				Лист.
																				1
				Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.						

2. Вибір пристосування

Як при струганні, тик і при довбанні різець зрізує стружку тільки під час робочого ходу. Рухаючись у зворотному напрямку (холостий лід), різець ніякої роботи не виконує і встигає охолонути.

Швидкість різання на стругальних верстатах не перевищує 70...80 м/хв, оскільки при більших швидкостях виникають великі інерційні СВЛЯ через зворотно-поступальні рухи повзуна (або стола верстата). Конструкцією верстата передбачено, то швидкість холостого ходу у 1,6...3 рази більша за робочу.

Стругальні верстати поділяють на два основних типи: поздовжньо-стругальні, на яких обробляють переважно середні за розміром і великі деталі; поперечно-стругальні, призначені для обробки деталей з довжиною стругання до 1 м.

Протягування — високопродуктивний метод обробки різанням наскрізних отворів і зовнішніх лінійних поверхонь, яке здійснюють протяжками або прошивками. Протяжка працює на розтяг, а прошивка — на стиск. Конструкція робочих частин цих інструментів однакова.

2.1 Опис конструкції і принцип роботи пристосування

Верстатні пристосування застосовуються для установки заготовок на металоріжучі верстати. Обґрунтоване вживання верстатних пристосувань дозволяє отримувати високі техніко-економічні показники.

Трудомісткість і тривалість циклу технологічної підготовки виробництва, собівартість продукції можна зменшити за рахунок вживання стандартних систем верстатних пристосувань, скоротивши трудомісткість, терміни і витрати виробництва. В умовах серійного машинобудування використання верстатних пристосувань дуже вигідно. Продуктивність праці значно зростає (на десятки – сотні відсотків) за рахунок правильного вживання затискних і інших верстатних пристосувань. Точність обробки деталі по параметрах відхилень розмірів, форми і розташування поверхонь збільшується (в

					ЛП-51.033116.03-70ТД	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

середньому на 20 - 40%) за рахунок вживання затискних пристосувань точних, надійних, таких, що володіють достатньою власною і контактною жорсткістю, із зменшеними деформаціями заготовок і стабільними силами їх закріплення. Затискне пристосування складається з корпусу, опор, установочних елементів, затискних механізмів, приводу, допоміжних механізмів, напрямку і контролю положення ріжучого інструменту. Конструкція затискного пристосування представлена на рисунку 7.1. Затискні механізми запобігають переміщенню заготовок відносно опор. Силу закріплення W визначають з умови рівноваги силових чинників, що діють на заготівку. При розрахунках W завжди враховують сили різання, реакції опор, сили тертя (або відповідні моменти).

Затискні механізми запобігають переміщенню заготовок відносно опор. Силу закріплення W визначають з умови рівноваги силових чинників, що діють на заготівку. При розрахунках W завжди враховують сили різання, реакції опор, сили тертя (або відповідні моменти).

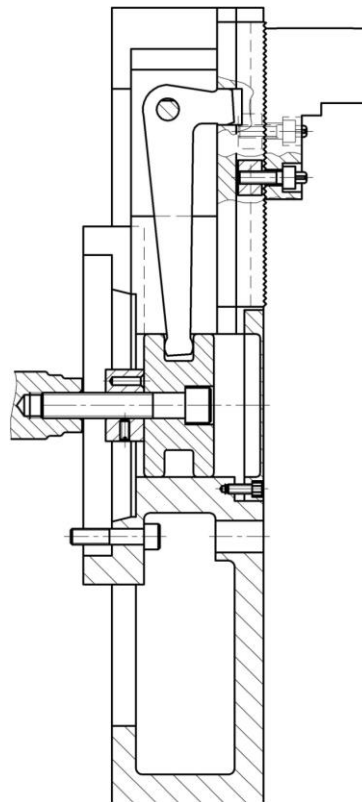


Рис. 2.1 – Патрон пневматичний

					ЛП-51.033116.03-70ТД	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

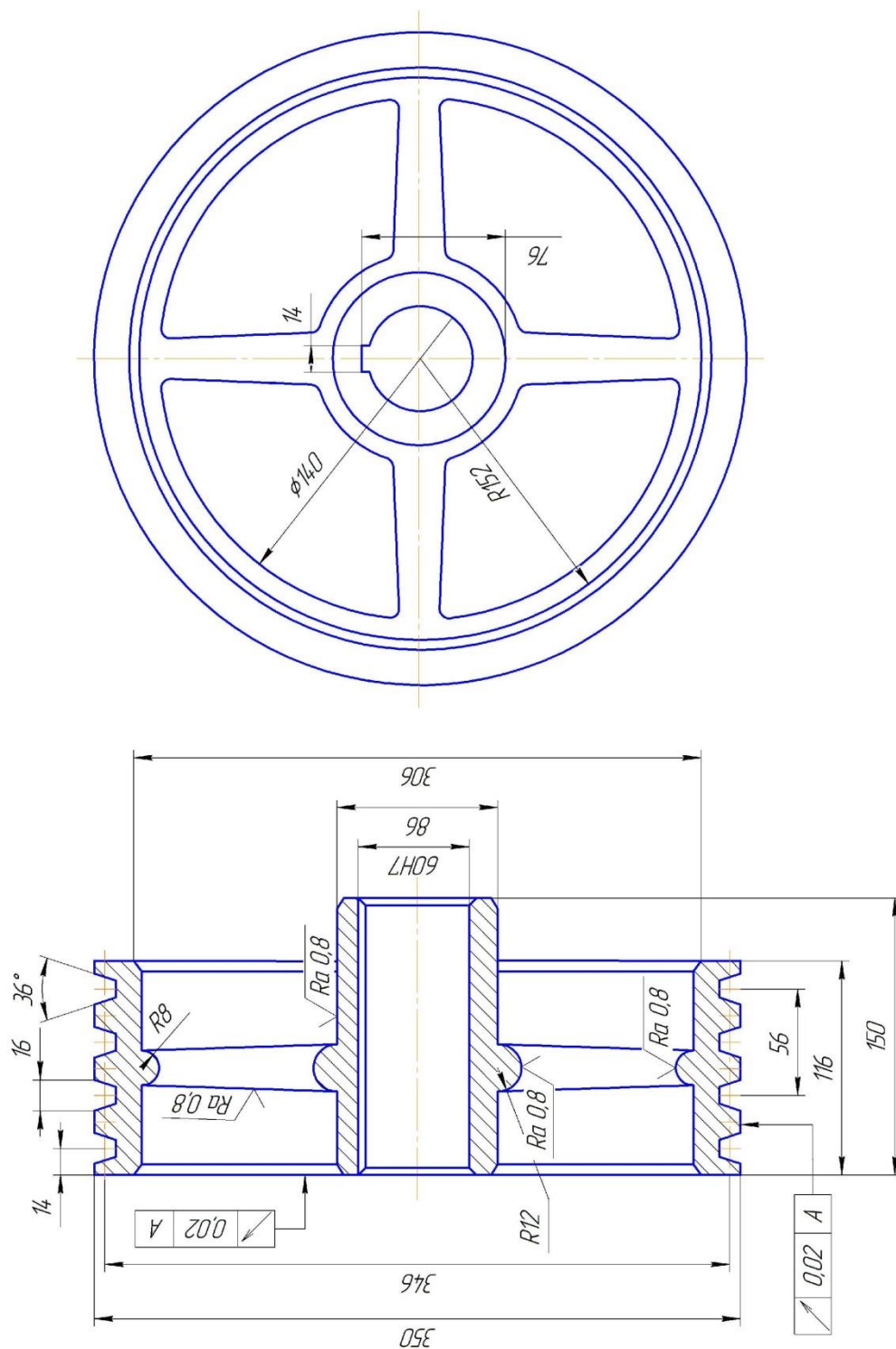


Рис. 2.2 – Деталь шків

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП-51.033116.03-70ТД

Арк.

18

2.2 Розрахунок пристосування

W – сила затиску, Н;

Q – зусилля на штоку пневмоциліндра, Н.

Силу закріплення для даного випадку можна визначити з умови:

$$k \cdot M_{\text{різ}} = M_T$$

де $M_{\text{різ}}$ – момент різання при чорновій обробці шківів, Н;

M_T – момент тертя між заготовлюю і затискувальними елементами, Н;

k – коефіцієнт запасу.

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл.}}} \cdot k_1 \cdot k_2 = 2700 \cdot 0,6 \cdot 1 = 1620 \text{ Н.}$$

$$M_{\text{різ}} = 1620 \cdot 0,2 = 324 \text{ Н.}$$

Розраховуємо коефіцієнт запасу.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6;$$

$$k = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,5.$$

Із рівняння розраховуємо потрібну силу для затиску

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

Звідси сила закріплення буде рівна

$$W = \frac{k \cdot M_{\text{різ.}}}{f \cdot R} = \frac{2,5 \cdot 324}{0,16 \cdot 0,2} = 25312,5 \text{ Н}$$

					ЛП-51.033116.03-70ТД	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зусилля на штоці пневмоциліндра визначимо з формули:

$$Q \cdot 75 = W \cdot 55, \text{ звідки } Q = W \cdot 55 / 75, \text{ Н.}$$

$$Q = 25312,5 \cdot 55 / 75 = 18562,5 \text{ Н.}$$

Оскільки повітря подається в штокову порожнину, то зусилля на штоці можна визначити за формулою:

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

де D - діаметр циліндра, мм;

d - діаметр штока, приймається згідно з рекомендаціями $d = D \cdot 0,2$ мм;

p - тиск стислого повітря (зазвичай $0,3 \div 0,6$ МПа);

η - коефіцієнт корисної дії, рівний 0,85;

З формули знаходимо діаметр циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p \cdot \eta \cdot 0,8}}, \text{ мм}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 18562,5}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 0,8}} = 263,7 \text{ мм}$$

					ЛП-51.033116.03-70ТД	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В розділі технологія машинобудування було розроблено технологічний процес виготовлення деталі – шківів і вибрано пристосування для однієї з операцій виготовлення деталі.

У процесі виконання роботи вирішено такі завдання, як: розробка технології виготовлення деталі „шківів”, в яку входить вибір методу отримання заготовки, вибір устаткування і інструментів для всіх операцій.

В процесі зроблено креслення пристосування «пристрій протягування», розроблено операційні карти та маршрутну карту і специфікації. За допомогою пристосування зменшиться час налагодження устаткування та як наслідок скоротяться терміни і собівартість підготовки виробництва.

					<i>ЛП-51.033116.03-70ТД</i>	Арк.
						21
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Література

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 метало-режущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975. - М.: Машиностроение, 2007
4. Добрянський С.С. Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проект) з дисципліни “Технологія машинобудування”. К., 2002 р. 80 стор.

					<i>ЛП-51.033116.03-70ТД</i>	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документація			
		A3			ЛП-51.033112.002-70КС	Складальне креслення			
						Деталі			
Справ. №				1	ЛП-51.033112.002.001	Шків ведомий	1		
				2	ЛП-51.033112.002.002	Обод	1		
				3	ЛП-51.033112.002.003	Вал	1		
				4	ЛП-51.033112.002.004	Диск	1		
				5	ЛП-51.033112.002.005	Диск	1		
				6	ЛП-51.033112.002.006	Опора	2		
				7	ЛП-51.033112.002.007	Шпилька	6		
				8	ЛП-51.033112.002.008	Втулка	3		
				9	ЛП-51.033112.002.009	Кришка	1		
				10	ЛП-51.033112.002.010	Кришка	3		
				11	ЛП-51.033112.002.011	Шайба	2		
					Стандартні вироби				
Взам. инв. №				12		Болт М6-6d×20			
						ГОСТ	8		
				13		Гайка М12-6Н			
						ГОСТ 5915-70	12		
				14		Підшипник 53610			
Подп. и дата						ГОСТ 24696-81	2		
				15		Пробка М6-8d			
						ГОСТ 12202-66	2		
					ЛП-51.033112.002-70				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.		Подп.	Дата			
	Разраб.	Вакульчук							
	Пров.	Івницький							
	Н.контр.								
	Утв.	Гондляр							
Валок рухомий							Лит.	Лист	Листов
								1	2
							"КПІ ім. І.Сікорського" ХПСМ, ІХФ, ЛП-51(1)		

Лист
2

Лист
2

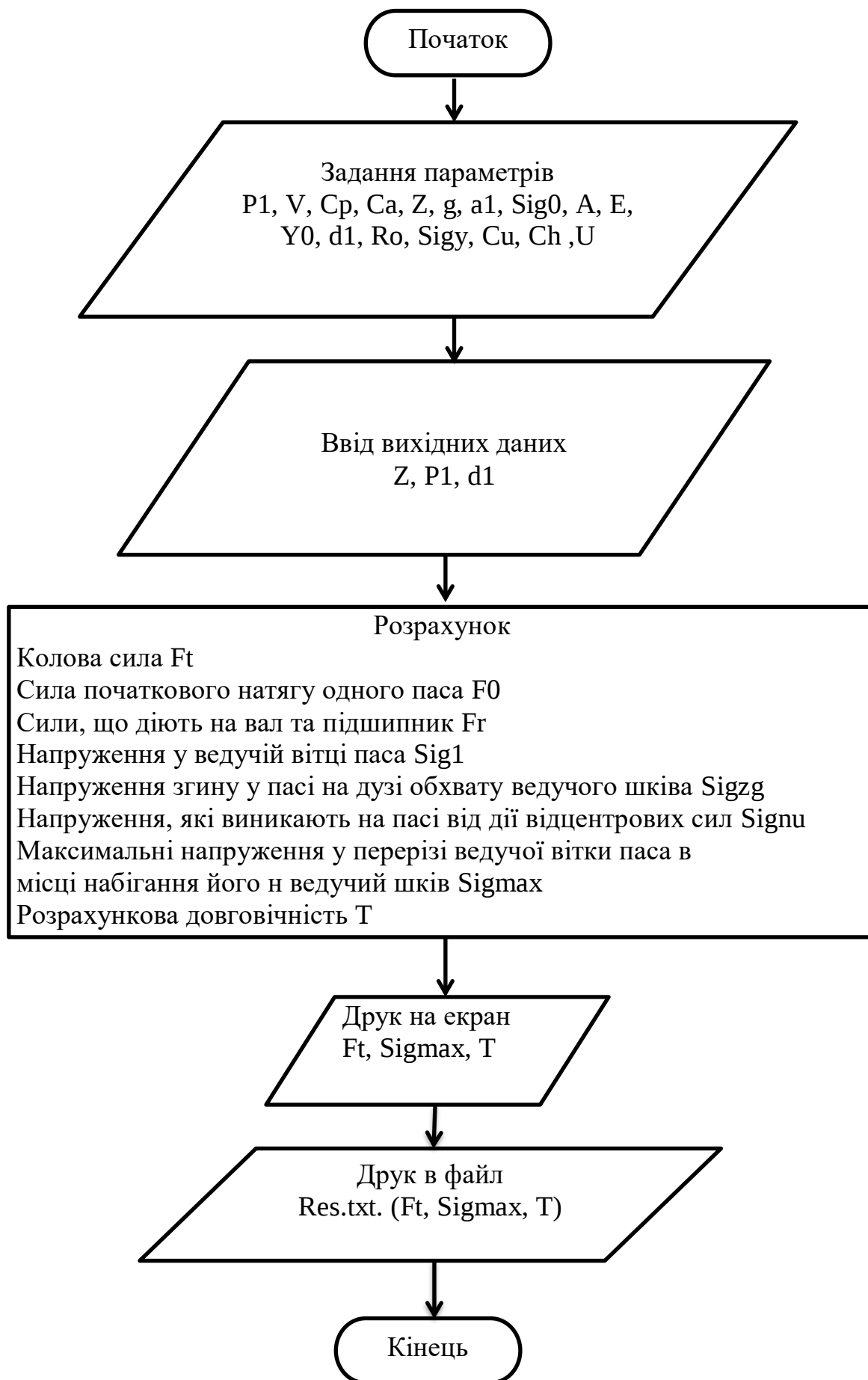
ДОДАТОК Б

Таблиця ідентифікаторів програми розрахунку шків на довговічність

Найменування	Позначення одиниці величини	Ідентифікатор	Значення
1	2	3	4
Потужність двигуна	КВт	P1	7
Колова швидкість	м/с	V	13,74
Коефіцієнт динамічності	-	C _p	0,83
Коефіцієнт кута обхвату	-	C _a	0,92
Коефіцієнт, враховує вплив на довговічність довжини паса	Кг/м	g	0,3
кут	Град.	a1	152
Напруження від початкового натягу паса	МПа	Sig0	1,2
Площа перерізу паса	мм ²	A	230
Модуль пружності для пасів	МПа	E	70
Відстань від нейтральної лінії до найбільш напружених волокон	мм	Y0	4,8
Питома маса	Кг/м ³	Ro	1300
Границя витривалості	МПа	Sigy	9
Показник степеня	-	m	8
Коефіцієнт, що враховує вплив передаточного числа	-	C _u	1,77
Коефіцієнт, що враховує непостійність навантаження	-	Ch	1
Передаточне число	-	U	3,65

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Блок-схема алгоритму розрахунків



Текст програми:

```
programShkiv
implicitnone
Real P1,V,Cp,Ca,Z,g,a1,Sig0,A,E,Y0,d1,Ro,Sigy,Cu,Ch,U
Integer m
Real*8 Ft,F0,Fr,Sig1,Sigzg,Signu,Sigmax,T
    OPEN(1,FILE='Res.txt')
!    Variables
V=13.74 !Kolovashvydkist
Cp=0.83 !Koeficientdunamischtnosti
Ca=0.92 !Koeficientkutaobchwatu
g=0.3  !Koeficient, wrachowuewpluwnadowhowitschnistdowjenupasa
a1=152  !Kut
Sig0=1.2 !Naprujenawidpotschatkowohonatjahupasa
A=230   !Plotschapererisupasa
E=70    !Modulprujnostidljapasiw
Y0=4.8  !Widstanwidnejtralnojliniidonajdilschnaprujenuchwoloron
Ro=1300 !Putovamasa
Sigy=9   !Hranucawutruwalosti
m=8      !Pokasnukstepenja
Cu=1.77 !Koeficient, shtowrahowuewpluwperedatoschnohotschesla
Ch=1     !Koeficient, shtowrahowuenepostijnistnawantjenja
U=3.65
! Vvedennyavuhidnyhdanyh
Write(*,*)'Vveditpotuzhnistdvyguna:'
Read(*,*)P1
Write(*,*)'Vveditkilkistpasiv:'
Read(*,*)Z
```

					ЛС01.1113.00-60B3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

Write(*,*)'Vveditdiametrshkiva:'
Read(*,*)d1
!   BodyofShkiv
!   Rozrahunokkolovoisulu
      Ft=1e3*P1/V
!   Sulapotschatkowohonatjahuodnohopasa
      F0=780*P1/(V*Cp*Ca*Z)+g*V**2
!   Sula, tschodijenavaltapidschupnuku
      Fr=2*F0*Z*SIND(a1/2)
!   Naprujenja u wedutschijwitcipasa
      Sig1=Sig0+Ft/(2*Z*A)
!   Naprujenjawidpotschatkowohonatjahupasa
Sigzg=E*2*Y0/d1
!   Naprujenja, jakiwunukajut u pasiwiddijiwidcentrowuchsul
Signu=Ro*V**2*1e-6
!   Maxsemalninaprujenja u pererisiwedutschojiwitkupasa w
miscinabihanjajohonawedutschujschkiw
      Sigmax=Sig1+Sigzg+Signu
!   Rosrachunkovadowhjewitschnist
      T=(Sigy/Sigmax)**m*1e7*Cu*Ch/(2*3600*U)
!Vyvidrezultativrozrahunkiv
      WRITE(*,*)
Write(*,*)'Resultatyrozrahunkiv:'
Write(1,*)'Resultatyrozrahunkiv:'
Write(*,5)Ft

Write(1,5)Ft

Write(*,10)Sigmax

Write(1,10)Sigmax

```

					ЛС01.1113.00-60В3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

Write(*,15)T
Write(1,15)T
5  FORMAT(/,'Kolovasya = ',EN12.3,' H')
10  FORMAT('Maksymalninapruzhennya v pererizipasa =',EN12.3,' MPa')
15  FORMAT('Rozrahunkovadovgovichnist',EN12.3,' god.')
    CLOSE(1)
endprogramShkiv

```

Результати розрахунку:

Kolovasya = 509.461E+00 H

Maksymalninapruzhennya v pererizipasa = 3.642E+00 MPa

Rozrahunkovadovgovichnist 1.567E+06 god.

					ЛС01.1113.00-60ВЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		