

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ Олександр Сокольський

«_____» _____ 2024 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг пакування та пакувального обладнання»

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: Валкова дробарка для виготовлення аглопоритового щебня

з модернізацією валків

Студент (-ка) IV к, групи ЛУ-01

(шифр групи)

Котов Сергій Олексійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник проекту:

зав. каф., д. т. н., Сокольський О.Л.

(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти з питань

МОДЕРНІЗАЦІЇ:

д.т.н., проф. Щербина В.Ю.

ТЕХ. МАШ.:

ст. викл.

Борщик С.О.

ОХОРОНИ ПРАЦІ:

ст. викл.

Ковтун А.І.

РЕЦЕНЗЕНТ

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

Студент (-ка) _____

Київ 2024 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – *131 Прикладна механіка*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Олександр**
Сокольський

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Котов Сергій Олексійович

1. Тема проекту «Валкова дробарка для виготовлення аглопоритового щебня з модернізацією валків», керівник проекту Сокольський Олександр Леонідович, завідувач кафедри, доктор технічних наук, затверджені наказом по університету від «17 травня» 2024 р. № 1993-с
2. Термін подання студентом проекту 17.06.2024 р.
3. Вихідні дані до проекту: середні розміри шматків $D_{\text{ср}} = 0,04$ м, середній розмір готового продукту $d_{\text{ср}} = 0,01$ м, масова продуктивність $Pr = 34$ т/год, границя міцності матеріалу на стиск $\sigma = 10$ МПа, модуль пружності $E = 5 \cdot 10^3$ МПа, об'ємна маса $\rho = 0,8$ т/м³, коефіцієнт розпушення $\mu = 1,3$, коефіцієнт тертя $f = 0,6$.
4. Зміст пояснювальної записки
Призначення та галузь застосування обладнання, яке проектується, технічна характеристика валкової дробарки, опис конструкції, її основних частин та принципу дії, літературний та патентний огляд стану питання, розрахунки, охорона праці, Технологія виготовлення деталі

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)
 Технологічна лінія для виготовлення аглопоритового щєбня, валкова
 дробарка для виготовлення аглопоритового щєбня з модернізацією валків,
 валок валкової дробарки, збірка 3д моделі, результати моделювання валка,
 валок основа, нерухоме колесо, барабан.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
МОДЕРНІЗАЦІЇ	Професор Щербина В.Ю.		
ТЕХ. МАШИНОБУД.	Ст. викладач Борщик С.О.		
ОП	Доцент Ковтун І.М.		

7. Дата видачі завдання

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання для дипломного проекту	11.04.2024	
2	Проходження переддипломної практики	15.04.24-19.05.24	
3	Здійснення пошуків патентів – 5 шт., з яких взято 1 для модернізації. Виконання кінематичних та параметричних розрахунків	16.04.24-27.04.24	
4	Обґрунтування модернізації	26.04.24-09.05.24	
5	Підготовка розділу «Пояснювальна записка»	16.04.24-15.06.24	
6	Виконання розрахунків	25.04.24-24.05.24	
7	Підготовка розділу «Розрахунки»	25.04.24-15.06.24	
8	Підготовка розділу «Технологія виготовлення деталі»	11.06.24-13.06.24	
9	Робота над кресленнями в графічному редакторі	15.04.24-15.06.24	
10	Здача дипломного проекту	19.06.2024	

Студент

Сергій Котов

Керівник проекту

Олександр Сокольський

РЕФЕРАТ

" Валкова дробарка для виготовлення аглопоритового щебня з модернізацією валків ": Дипломна робота освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом підготовки 131 - Прикладна механіка (програма професійного спрямування «Інжиніринг пакувань та пакувальних матеріалів») / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»; Керівник Сокольський О. Л. Виконавець. – Котов С. О.

Робота складається з вступу і сіми розділів. Загальний обсяг роботи 66 аркушів основного тексту.

Метою роботи є розрахунок валкової дробарки. У даній роботі були виконані всі необхідні параметричні розрахунки і розрахунки на міцність, а також розглянуті питання, де застосовується валкові дробарки та її переваги і недоліки.

Ключові слова: валкова дробарка, аглопоритовий щебень, розрахунок, моделювання, модернізація.

ESSAY

"Roll crusher for the production of agglomerated crushed stone with the modernisation of rolls": Diploma work of educational qualification level

"Bachelor" in the field of study 131 - Applied Mechanics (professional programme

"Engineering of packaging and packaging materials") / NTUU "KPI"; Supervisor

Sokolskyi O. L. Executor - Kotov S. O.

The work consists of an introduction and seven chapters. The total volume of the work is 66 pages of the main text.

The purpose of the work is to calculate the roll crusher. In this work, all the necessary parametric and strength calculations were performed, as well as the issues where the roller crusher is used and its advantages and disadvantages were considered.

Keywords: roller crusher, agglomerate crushed stone, calculation, modelling, modernisation.

Перелік позначень

Пр- масова продуктивність, т/год;
D_{ср}-середній розмір завантажувальних шматків, м;
d_{ср}-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-діаметер 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;
Pv-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;
F_m – розпірне зусилля.

ЗМІСТ

ВСТУП

1. Призначення та галузь застосування обладнання, яке проектується .	2
2. Технічна характеристика валкової дробарки.....	4
3. Опис конструкції, її основних частин та принципу дії	5
4. Літературний та патентний огляд стану питання	8
4.1. Огляд існуючих рішень	8
4.2. Обґрунтування вибору варіанту модернізації пластин	11
5. Розрахунки	12
5.1. Параметричні розрахунки	12
5.2. Розрахунки на міцність та жорсткість	16
5.2.1. Кінематичні розрахунки	16
5.2.2. Вибір електродвигуна за частотою обертання.....	16
5.2.3. Розрахунок клинопасової передачі	16
5.2.4. Визначення сил напружень та розрахункової довговічності.....	19
ведучого шківa	19
5.3. Розрахунки на міцність	20
5.3.1. Розрахунок вала на статичну міцність	20
5.4. Порівняльні розрахунки модернізованого і немодернізованого вузла за допомогою cae-системи	24
5.4.1. Розрахунок розпірного зусилля	25
5.4.2. Порядок розрахунку	26
6. Охорона праці	33
7. Технологія виготовлення деталі	38
7.1 Опис та призначення деталі	38
7.2 Технологічний процес виготовлення деталі.....	39
7.3 Технологічний процес виготовлення деталі.....	40
7.4 Вибір пристосування, опис конструкції та принцип дії.....	41

ВИСНОВКИ

ЛІТЕРАТУРА

ЛУ01.061116.008-90ПЗ

					ЛУ01.061116.008-90ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Котов С.О.			Валкова дробарка для виготовлення аглопоритового щербня з модернізацією валків	Лит.	Лист
Провер.		Сокольський О. Л.					Листов
							66
Н. Контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ, ХПСМ	
Утв.							

ВСТУП

Валкова дробарка — установка для дроблення матеріалів (руд, будівельного каменю, вугілля тощо) валками, що обертаються назустріч один одному, або валками і нерухомою щокою. Вперше валкова дробарка виготовлена в 1806 р. у Великій Британії.

Головні типи подрібнюючих машин включають гладко-валкові, роликотильцеві 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.

Завдяки постійному технологічному розвитку валкові дробарки стають все більш продуктивними, надійними та енергоефективними, сприяючи вдосконаленню промислових процесів і досягненню оптимальних результатів у сфері подрібнення матеріалів.

1. Призначення та галузь застосування обладнання, яке проектується

Принцип роботи валкової дробарки:

Валкові дробарки завдяки простоті конструкції широко застосовують у промисловості будівельних матеріалів для середнього і дрібного дроблення матеріалів з високою та середньою міцністю, для подрібнення пластичних і крихких матеріалів, глинистих мінералів, вапняку, шамоту, кварцу. Принцип дії валкових дробарок полягає в подрібнюванні матеріалу роздавлюванням, частково стиранням, ударом або згинанням між двома обертовими назустріч один одному валками з гладкою, зубчастою або рифленою поверхнями.

У цих машинах процес подрібнення здійснюється безперервно при зтягуванні шматків матеріалу в простір, що звужується між паралельно розташованими валками, які обертаються назустріч один одному.

Основні етапи роботи валкової дробарки:

1. **Подача матеріалу:** Сировинний матеріал (наприклад, руда, зерно, полімери) подається між валками.
2. **Стиснення та розтискання:** Валки стискають матеріал між собою, створюючи високий тиск. Це призводить до розтискання та розмелювання матеріалу.
3. **Розмелювання та видалення продукту:** Матеріал проходить через зону тиску і розмелюється на більш дрібні частинки. Внаслідок роботи валкових дробарок частинки отримують більш однорідний розмір.
4. **Видалення відпрацьованого матеріалу:** Видалення обробленого продукту від валків для подальшої обробки або використання.

Застосування валкових дробарок:

1. Металургія:

- Валкові дробарки використовуються для розмелювання руди перед обробкою на металургійних заводах. Це допомагає збільшити поверхневу область матеріалу та полегшити подальші процеси видобутку металу.

2. Харчова промисловість:

- Валкові дробарки використовуються для обробки зерна, зернових культур, цукру та інших продуктів для отримання борошна, крупи та інших продуктів.

3. Хімічна промисловість:

- Валкові дробарки застосовуються для розмелювання та обробки хімічних сировин для виробництва хімічних продуктів.

4. Будівництво:

- Валкові дробарки використовуються для розмелювання будівельних матеріалів, таких як цемент, вапно, гіпс.

5. Енергетика:

Валкові дробарки використовуються в процесі виробництва біопалива та паливних пелет.

2. Технічна характеристика валкової дробарки

Технічні характеристики валкової дробарки представлено у таблиці 1.1

Таблиця 1.1 Технічна характеристика машини

№	Назва технічної характеристики	Одиниця вимірювання	Значення
1	Діаметр валка	мм	600
2	Довжина валка		1000
3	Максимальний розмір вхідного шматка		40
4	Зазор між валками		1
5	Число обертів валка	об/с	15
6	Продуктивність	т/год	25
7	Потужність двигуна	кВт	22
8	Габаритні розміри Довжина Ширина Висота	мм	5930 1820 1940

3. Опис конструкції, її основних частин та принципу дії

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

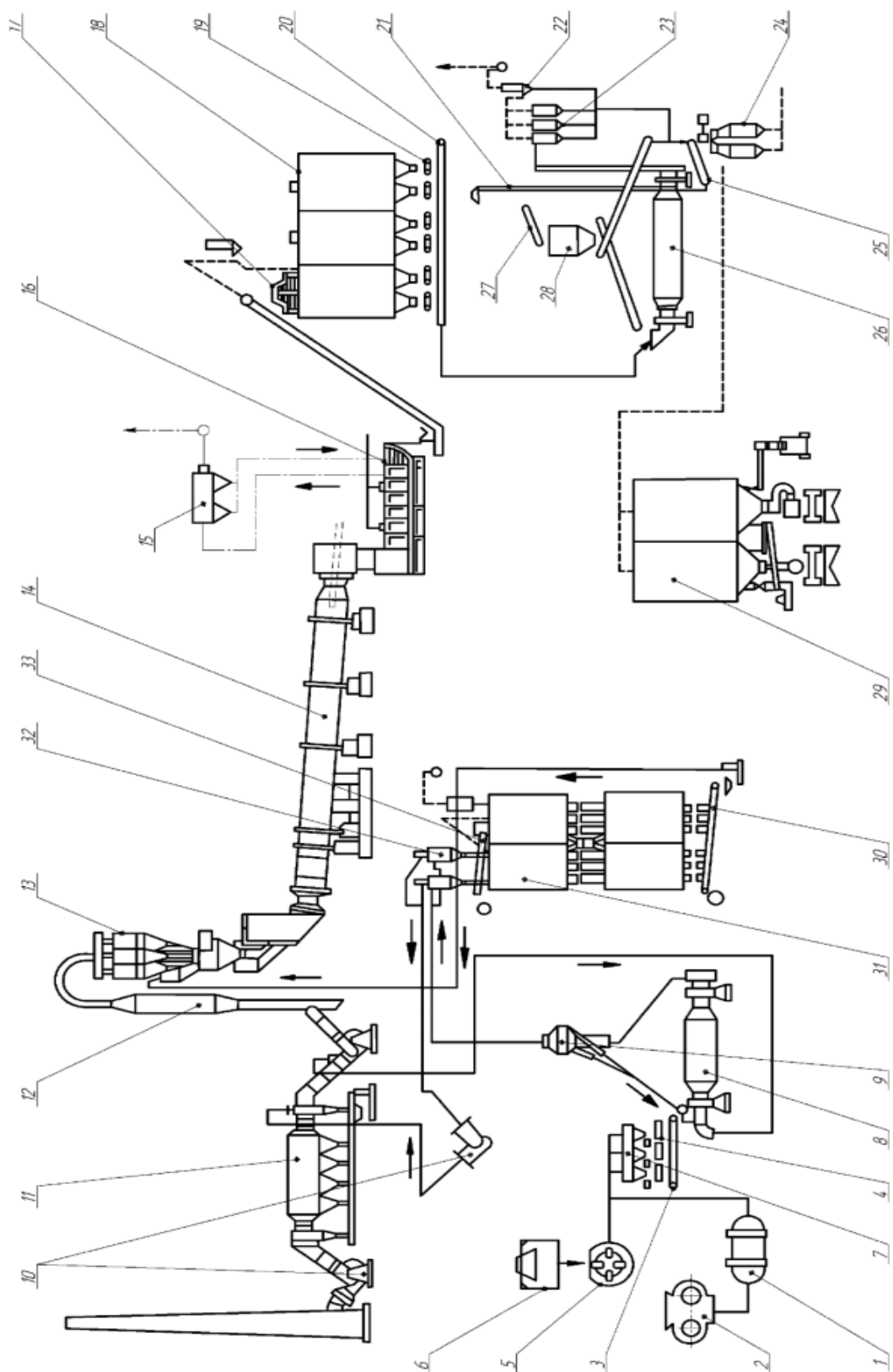


Рисунок 3.1 – технологічна лінія

4. Літературний та патентний огляд стану питання

4.1. Огляд існуючих рішень

Під час роботи над курсовим проектом було оглянуто технічну літературу та патенти, щоб проаналізувати елементи валкових дробарок та їх вузли, переваги та недоліки тих та інших конструкцій. До найпоширеніших недоліків можна віднести зношення всієї поверхні вальців, дорогий та затяжний ремонт валкової дробарки. Компоненти схильні до інтенсивного зношування через постійне тертя і навантаження, при цьому зношується одразу два валки, що збільшує загальні витрати як на обслуговування так і на ремонт, а також на це йде досить багато часу, що неуможливорює роботу та створює застій. Конструкція за призначенням хоч і має зазор, але при самій же роботі агрегату виникає значне тертя та навантаження, через подріблювальний матеріал, що і призводить до відносно швидкого зношення вальців та їх подальшої заміни або ремонту.

З метою покращення будови конструкції та подолання цих недоліків було проаналізовано патентну літературу. Для оцінки варіантів модернізації було знайдено 4 технічних рішень, кожне з яких має свої особливості. Розглянемо їх детальніше.

У патенті [1] запропонований винахід, що розкриває валкову дробарку для промислової переробки харчових продуктів, що містить коробку, яка має дві опорні ніжки, нерухомо встановлені на нижньому лівому кінці та нижньому правому кінці, та два арматурні стрижні, нерухомо встановлені між двома зазначеними опорними ніжками. Валкова дробарка для промислової переробки харчових продуктів, описана у цьому винаході, є універсальною і практичною завдяки регулюванню відстані між двома розмелювальними роликami регульовальним механізмом та уникненню накопичення порошку за допомогою спеціально сконструйованої відбійної пластини та вивантажувальної пробки.

У патенті [2] розглянутим винаходом є вдосконалення рівня техніки. Зокрема, метою цього винаходу є створення валкової дробарки, в якій діаметр і ширина валків можуть змінюватися більш вільно без погіршення результату дроблення.

Ця валкова дробарка, має два паралельні валки, розташовані для обертання в протилежних напрямках, назустріч один одному, і розділені зазором. Кожен валок має перший кінець і другий кінець. Валкова дробарка містить фланець, прикріплений принаймні до одного з кінців одного з валків. Фланець простягається в радіальному напрямку валка і має висоту над зовнішньою поверхнею валка, достатню для того, щоб простягатися через зазор в основному вздовж кута затискання валкової дробарки. Це має перевагу в тому, що фланець усуває слабе місце на краю валків. Фланець допомагає утримувати матеріал на зовнішній поверхні валків. Тобто, завдяки фланцю, матеріал не потрапляє через край валка. Це, в свою чергу, допоможе збільшити тиск на матеріал у напрямку до зазору між вальцями на краю вальців. Усунувши слабе місце на краю вальців, діаметр і ширину вальців можна варіювати більш вільно без погіршення результату подрібнення. Крім того, фланці полегшують створення автогенного захисного шару на вальцях, що складається з матеріалу, який підлягає подрібненню.

У патенті [3] винахід спрямований на вирішення вищезазначених проблем, і коли знос зовнішньої окружної поверхні дробильного валка частково замінюється, час заміни скорочується для підвищення ефективності роботи та зменшення навантаження на витрати на технічне обслуговування та ремонт.

Крім того, метою даного винаходу є забезпечення валкової дробарки з підвищеною ефективністю дроблення шляхом легкого введення відходів, що мають певний діаметр або більше, між першим і другим дробильними валками поруч.

Вал, що обертається, виконаний по ширині, що відповідає подрібнюваному предмету, і простягається в поздовжньому напрямку, щоб прилягати до обертового валу таким чином, щоб між першим і другим дробильними валками був забезпечений простір для входу відходів, що мають заздалегідь визначений діаметр або більше. Валки мають безліч зачіпних ребер, що виступають уздовж

окружного напрямку на обох краях поздовжнього напрямку, причому перший і другий дробильні валки забезпечені зачіпними ребрами, утвореними по обидва боки в поздовжньому напрямку канавок для вдавнення подрібнюваного шматка, по обидва боки в поздовжньому напрямку подрібнюваного шматка.

Патент [4] передбачає рухому плиту та приводну плиту для дроблення гірської породи заповнювачем заданого розміру шляхом приведення в рух приводного агрегату, тим самим збільшуючи площу дроблення гірської породи для підвищення продуктивності заповнювача. При цьому можна підвищити якість заповнювача та придушити виникнення нерівномірного зносу рухомої та приводної плит. Однак, оскільки при нерівномірному зносі можлива часткова заміна, час заміни може бути скорочений для підвищення ефективності роботи.

У цій валковій дробарці напівкруглий верхній/нижній барабан, з'єднаний з верхньою та нижньою частинами нерухомого колеса та встановлений у циліндричній формі; рухомий вкладиш, розташований на зовнішній периферії верхнього/нижнього барабана та має дробильну частину для дроблення породи; та привідний вкладиш, що має такуж конструкцію, як і рухомий вкладиш.

Ці модернізації не тільки позитивно впливають на механічні властивості валкової дробарки і продовжують термін її служби, але й позитивно впливають на економіку завдяки проведенню часткової заміни зношених компонентів, це скорочує час, необхідний для ремонту, і значно полегшуює ремонтні роботи.

4.2. Обґрунтування вибору варіанту модернізації пластин

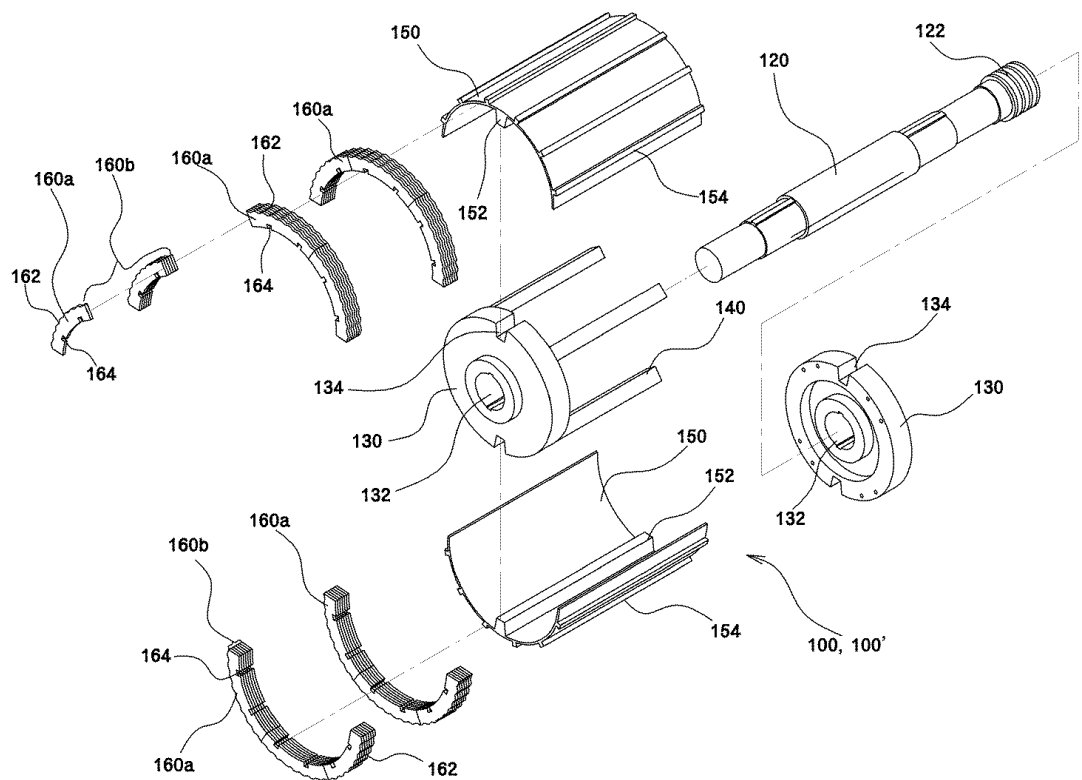
Після проведення огляду наукових і патентних джерел було обрано модифікацію для удосконалення вальців дробарки, яка базується на технічному інновації [4].

Модифікація вальців валкової дробарки, запатентовано під номером KR101452580B1, пропонує значне удосконалення існуючої конструкції, метою якого є підвищення продуктивності агрегату та ефективність роботи. Також це допоможе зменшити витрати та час витрачений на ремонт агрегату.

Основні недоліки існуючих конструкцій полягали у тому, що зношувалася вся поверхня вальців, через що їх заміна чи ремонт були досить витратними як по економічному так і в часовому аспектах, що у свої чергу робили застої у роботі.

Удосконалена конструкція, як зазначено у патенті, включає рухомий вкладиш(пластини з ребрами), розташований на зовнішній периферії верхнього/нижнього барабана та має дробильну частину для дроблення породи. Завдяки цим пластинам можна збільшити площу, де дробиться гірська порода, збільшити продуктивність агрегату, можна запобігти виникненню нерівномірного зносу пластин та продовжити термін їх служби, а також замінити якусь із пластин у випадку у разі несправності. Це допоможе заощадити на обслуговуванні.

Запропонована конструкція відповідає задачі зменшення зносу компонентів валкової дробарки та збільшенню ефективності її роботи завдяки новому компоненту у виді пластин, адже їх можна легко та швидко замінити, а їх ребриста поверхня краще захоплює шматки для дроблення.



120 – вал; 122 – шків; 130 – пара нерухомих коліс; 132 – нерухомий отвір;
 140 – опорні стрижні; 150 – верхній і нижній барабани; 160 – дробильні
 пластини; 162 – зачепні ребра.

Рисунок 4.2 – Удосконалена валкова дробарка з пластинами

Отже, цей патент вводить ключові удосконалення в конструкцію валкової дробарки, націлені на підвищення ефективності роботи та заощадження часу і коштів на обслуговування та ремонт. Ці пластини значно зменшують знос основних компонентів, а саме вальців, що в свою чергу при заміні відбирали багато часу за який агрегат просто простоював. Хоча патент не надає прямого аналізу вартості конструкції або її техніко-економічних характеристик, можна припустити, що підвищення довговічності та надійності може призвести до економії витрат в довгостроковій перспективі.

5. Розрахунки

5.1. Параметричні розрахунки

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

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

$$\alpha \leq 2 \arctg (0,6);$$

$$\alpha \leq 61,93^\circ$$

Де f – коефіцієнт тертя матеріалу об поверхню дроблення

Приймаємо кут $\alpha = 60^\circ$.

Діаметр валка:

$$D = \frac{D_{\text{ср}} * \cos \frac{\alpha}{2} - e}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,04 * 0,866 - 0,01}{1 - 0,866} = 0,18$$

де e – зазор між валками, при розрахунку приймаємо $e = d_{\text{ср}}$.

Приймаємо $D = 0,6$ м.

Максимальна частота обертання валків:

$$n_{\text{max}} = 0,32 \sqrt{\frac{f}{\rho * D_{\text{ср}} * D}} = 0,32 \sqrt{\frac{0,6}{0,8 * 0,04 * 0,6}} = 1,79 \frac{\text{об}}{\text{с}};$$

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

Розрахункове число обертів:

$$n = 0,7 * n_{max} = 0,7 * 1,79 = 1,25 \frac{\text{об}}{\text{с}};$$

Приймаємо $n = 1,3 \text{ об/с}$;

Масова продуктивність валкової дробарки:

$$\text{Пр} = 3600 * \pi * D * L * e * n * \rho * \mu = 3600 * 3,14 * 0,6 * 0,78 * 0,01 * 1,3 * 0,8 * 1,3 = 33 \text{ т/год},$$

де L – довжина валка:

$$L = (0,8 \dots 1,3) * D = 1,3 * 0,6 = 0,78 \text{ м};$$

Приймаємо $L = 0,78 \text{ м}$.

Потужність двигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{\sigma * \text{Пр}(i - 1)}{2,4 * E * \eta_y * \eta_{\partial}} = \frac{10^2 * 89,406(4 - 1)}{2,4 * 5 * 10^3 * 0,8 * 0,25} = 11,2 \text{ кВт}$$

Де Пр – об'ємна продуктивність:

$$\text{Пр} = \frac{\text{Пр} \rho}{\rho} = \frac{71,5}{0,8} = 89,406;$$

i – ступінь подрібнення:

$$i = \frac{D_{\text{ср}}}{d_{\text{ср}}} = \frac{0,04}{0,01} = 4;$$

$\eta_y = 0,8$ – загальний ККД приводу;

$\eta_y = 0,25$ – ККД валкової дробарки.

За Левінсоном потужність валкової дробарки витрачається на:

- роздавлення кусків:

$$N_1 = 25 * 10^2 * L * n * R * r = 25 * 10^2 * 0,78 * 1,3 * 0,3 * 0,02 = 15,2 \text{ кВт},$$

$$\text{де } R = \frac{D}{2} = \frac{0,6}{2} = 0,3 \text{ м};$$

$$r = \frac{D_{\text{сер}}}{2} = \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ м};$$

- тертя матеріалу об валки:

$$N_2 = 7,5 * 10^2 * L * n * R * r = 7,5 * 10^2 * 0,78 * 1,3 * 0,3 * 0,02 = 4,6 \text{ кВт};$$

- втрати в підшипниках на тертя:

$$N_3 = 55 * L * R^3 * n = 55 * 0,78 * 0,3^3 * 1,3 = 1,5 \text{ кВт}.$$

Загальна потужність:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 = 7 + 2,1 + 0,7 = 21,3 \text{ кВт}.$$

За формулою Левінсона:

$$n_{\text{max}} \leq 616 \sqrt{\frac{f}{\gamma D_{\text{сп}} D}} = 616 \sqrt{\frac{0,6}{0,0006 * 4 * 60}} = 1257 \frac{\text{об}}{\text{хв}},$$

де f – коефіцієнт тертя матеріалу об валок, $f=0,6$;

γ – питома вага матеріалу; $\gamma = 0,0006 \text{ кг/см}^3$

D – діаметр валка; $60 = 60 \text{ см}$;

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

Фактично швидкість обертання:

$$n_{\text{факт}} = (0,4 \dots 0,7) * n_{\text{max}} = 0,7 * n_{\text{max}} = 0,7 * 1257 = 880,183 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаємо $n_{\text{факт}} = 900 \text{ об/хв} = 15 \text{ об/с}$.

Зусилля, необхідне для подрібнення матеріалу між валками:

$$P = 0,145 * B * D * \sigma * K = 0,145 * 0,6 * 0,6 * 10 * 10^6 * 0,3 = 1,6 * 10^5 \text{ Н.}$$

де B - ширина валка; $B=0,6\text{м}$;

D - діаметр валка; $D=0,6\text{м}$;

σ - межа міцності на стиск; $\sigma=10\text{МН/м}$.

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

Сумарне зусилля подрібнення для міцних порід:

$$P \approx 0,04 * \sigma * L * D \approx 0,04 * 10 * 10^6 * 0,78 * 0,6 = 1,872 * 10^5 \text{ Н.}$$

5.2. Розрахунки на міцність та жорсткість

5.2.1. Кінематичні розрахунки

5.2.2. Вибір електродвигуна за частотою обертання

Розрахункова потужність електродвигуна $N_{\text{дв}} = 11,2$ кВт .

Швидкість обертання валків $n_2 = 900$ об/хв = 15 об/с.

За ГОСТ 19523-81 приймаємо двигун 4А180S4У3 потужністю $N_1 = 22$ кВт з числом обертів $n_1 = 1500$ об/хв = 25 об/с.

Загальне передаточне число дробарки:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1500}{900} = 1,67.$$

Крутний момент на валу двигуна:

$$M_{\text{кр}1} = 9550 \frac{N_1}{n_1} = 9550 \frac{22}{1500} = 140 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

5.2.3. Розрахунок клинопасової передачі

Приймаємо попереднє значення [5] передаточного числа клинопасової передачі $u' = 1,67$.

Розраховуємо обертальний момент на швидкохідному валу (ведучому шківі):

$$T_1 = \frac{N_{\text{дв}}}{\omega_{\text{дв}}} = \frac{22 \cdot 10^3}{157,08} = 140,06 \text{ Нм}$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157,08 \text{ рад / с}.$$

де $N_{\text{дв}}$ – розрахункова потужність на валу електродвигуна (на ведучому шківі),

$\omega_{\text{дв}}$ – кутова швидкість на валу електродвигуна (на ведучому шківі).

Діаметр ведучого (меншого) шківа визначаємо за формулою [3, с.27]:

$$d_1 = C\sqrt[3]{T_1} = (38...42)\sqrt[3]{73,87} = 197,34...218,11 \text{ мм}$$

де T_1 – обертальний момент на валу електродвигуна (ведучому шківі), Нм, $C = 38...42$ для клинових пасів нормального перерізу.

Діаметр перерізу паса ведучого шківа приймаємо $d_1 = 224 \text{ мм}$.

Колова швидкість клинопасової передачі:

$$V = \frac{\pi d_1 n_1}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 224 \cdot 1500}{60000} = 17,59 \frac{\text{м}}{\text{с}} < 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

де d_1 – діаметр ведучого шківа;

n_1 – частота обертання ведучого шківа;

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

Розраховуємо діаметр веденого шківа з урахуванням пружного ковзання:

$$d_2 = d_1 \cdot u_{\text{пас}}(1 - \varepsilon) = 224 \cdot 1,67(1 - 0,015) = 367,73 \text{ мм}$$

де d_1 – діаметр ведучого (меншого) шківа, $u_{\text{пас}}$ – передаточне число пасової передачі, ε – коефіцієнт (пружного) ковзання ($\varepsilon = 0,015$).

Приймаємо $d_2 = 400 \text{ мм}$ (табл. 3.4 ([3, с.28]))

Уточнюємо передаточне число:

$$u = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)} = \frac{400}{224(1 - 0,015)} = 1,81$$

Відносна похибка передаточного числа:

$$\Delta = \frac{u_{\text{пас}(II)} - u_{\text{пас}(I)}}{u_{\text{пас}(II)}} \cdot 100\% = \left| \frac{1,67 - 1,81}{1,67} \right| \cdot 100\% = 0,088\% \leq 5\%$$

Фактична частота обертання веденого шківа:

$$u = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow n_2 = \frac{n_1}{u_{\text{пас}}} = \frac{1500}{1,67} = 900 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_2 = 900 \text{ об/хв} = 15 \text{ об/с}$

Орієнтована міжосьова відстань: $a = d_2 \cdot 1,2 = 400 \cdot 1,2 = 480 \text{ мм}$

Розрахункова довжина паса:

$$L = 2a + 0,5\pi(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$$

$$= 2 \cdot 480 + 0,5 \cdot 3,14(400 + 224) + \frac{(400 - 224)^2}{4 \cdot 480} = 1956 \text{ мм}$$

Приймаємо $L = 2000$ мм (табл. 3.6 [3, с.30])

Число обертів паса:

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

$$U = \frac{17,59}{2} = 8,8 \leq 15 \text{ с}^{-1}$$

Відповідно прийнятій довжині паса уточнюємо міжосьову відстань[3, с.29]:

$$a = 0,25 \left[L - \Delta_1 + \sqrt{(L - \Delta_1)^2 - 8\Delta_2} \right]$$

$$\Delta_1 = 0,5\pi(d_1 + d_2), \Delta_2 = 0,25(d_2 - d_1)^2$$

$$\Delta_1 = 0,5\pi(224 + 400) = 980,2 \text{ мм}$$

$$\Delta_2 = 0,25(400 - 224)^2 = 7744 \text{ мм}$$

$$a = 0,25 \left[2000 - 980,2 + \sqrt{(2000 - 980,2)^2 - 8 \cdot 7744} \right] = 502,2 \text{ мм}$$

Кут обхвату ведучого шківа[3, с.31]:

$$\alpha = 180^\circ - \frac{57^\circ(d_2 - d_1)}{a} \geq [d_2] = 120^\circ$$

$$\alpha = 180^\circ - \frac{57^\circ(400 - 224)}{502,2} = 160,02^\circ > 110^\circ$$

Визначаємо допустиму потужність (кругове зусилля), що передається одним пасом в умовах експлуатації [3, с.32]:

$$P_p = (P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L + \frac{\Delta T_1 \cdot n_1}{9550}) C_p = (5,97 \cdot 0,95 \cdot 0,95 + \frac{8,0 \cdot 1500}{9550}) 1,1 = 7,3 \text{ кВт}$$

де P_0 – номінальна потужність передачі з одним клиновим пасом нормального перерізу при $\alpha = 180^\circ$, $u = 1$, $L = L_0$ виходячи із значення частоти та діаметра обертання ведучого шківа приймаємо $P_0 = 5,97$ кВт (табл. 3.7, с.35);

C_α – коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату, при $\alpha = 160,02^\circ$ приймаємо значення коефіцієнту вплив кута обхвату $C_\alpha = 0,95$ (табл. 3.13, с.39);

C_L – коефіцієнт впливу розрахункової довжини паса при відношенні $L/L_o = 2000/2240 = 1,8$ ($L = 2000$ мм, $L_o = 2240$ – базова довжина пасу), $C_L = 0,95$ (табл. 3.11, с.38);

C_p – коефіцієнт, який враховує спокійне навантаження (до 120% від номінального) при режимі двозмінної роботи, $C_p = 1,1$ (табл. 3.10, с.38);

ΔT_1 – поправка до моменту на ведучому валу, що враховує додаткове навантаження, яке може передати на пас за рахунок зменшення згинальних напружень на більшому шківі, приймаємо $\Delta T_1 = 8,0$ на основі типу пасу (переріз В) та значення передаточного числа ($u = 1,67$) (табл. 3.12, с.39);

n_1 – розрахункова частота обертання валу електродвигуна (ведучого шків), $n_1 = n_{дв} = 1500$ об/хв;

Визначаємо кількість клинових пасів передачі за формулою [3, с.32]:

$$z = \frac{P_1 \cdot C_z}{P_p} = \frac{22 \cdot 0,95}{7,3} = 2,86$$

де P_1 – розрахункова потужність на валу електродвигуна (на ведучому шківі) $P_1 = P_{нп} = 22$ кВт, C_z – коефіцієнт впливу кількості пасів, при очікуваному $z = 2...3$, $C_z = 0,95$ (табл. 3.14, с.40).

Приймаємо $z=3$.

5.2.4. Визначення сил напружень та розрахункової довговічності ведучого шків

Колова сила:

$$F_t = \frac{10^3 P_1}{V} = \frac{10^3 \cdot 22}{17,59} = 1251 \text{ Н}$$

Сила початкового натягу одного паса:

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

Де g – маса 1м паса, $g = 0,3\text{кг/м}$

$$F_0 = \frac{780 \cdot 22}{17,59 \cdot 1,1 \cdot 0,95 \cdot 3} + 0,3 \cdot 17,59^2 = 404 \text{ Н}$$

Сили, що діють на вал та підшипники:

$$F_r = 2 * F_0 * Z * \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 * 404 * 3 * \sin \frac{160,02}{2} = 2400 \text{ Н}$$

5.3. Розрахунки на міцність

5.3.1. Розрахунок вала на статичну міцність

Вхідні дані:

Колова сила $F_t = 1251 \text{ Н}$

Сила, що діє на вал та підшипники $F_r = 2400 \text{ Н}$

Сумарне зусилля подрібнення $P = 1,872 * 10^5 \text{ Н}$

Згідно розрахункової схеми визначаємо опорні реакції:

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

$$-F_r * 0,25 + R_{BY} * 1,1 - P * 0,25 = 0$$

$$R_{BY} = \frac{F_r * 0,25 + P * 0,25}{1,1} = \frac{2400 * 0,25 + 1,872 * 10^5 * 0,25}{1,1} = 43090,9 \text{ Н}$$

$$\sum M_Y = 0$$

$$-F_t * 0,25 + R_{BX} * 1,1 = 0$$

$$R_{BX} = \frac{F_t * 0,25}{1,1} = \frac{1251 * 0,25}{1,1} = 284,3 \text{ Н}$$

$$\sum y = 0$$

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

$$R_{AY} = P - R_{BY} + F_r = 1,872 * 10^5 - 43090,9 + 2400 = 146509,1 \text{ Н}$$

$$\sum x = 0$$

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

$$R_{AX} = R_{BX} - F_t = 284,3 - 1251 = -966,7 \text{ Н}$$

Згідно методу перерізів будуюмо епюри згинаючих моментів M_{uy} , M_{ux} .
Результуючий згинаючий момент:

$$M_{uc-c} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{0^2 + 36627,28^2} = 36627,28$$

$$M_{ub-b} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{312,73^2 + 47400^2} = 47401,03$$

Приведений момент:

$$M_{прс-с} = \sqrt{M_{uc-c}^2 + \alpha T^2} = \sqrt{36627,28^2 + 0,6 * 140^2} = 36627,44 \text{ Нм}$$

$$M_{прb-b} = \sqrt{M_{ub-b}^2 + \alpha T^2} = \sqrt{47401,03^2 + 0,6 * 140^2} = 47401,15 \text{ Нм}$$

де α - коефіцієнт розбіжності циклів навантаження

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

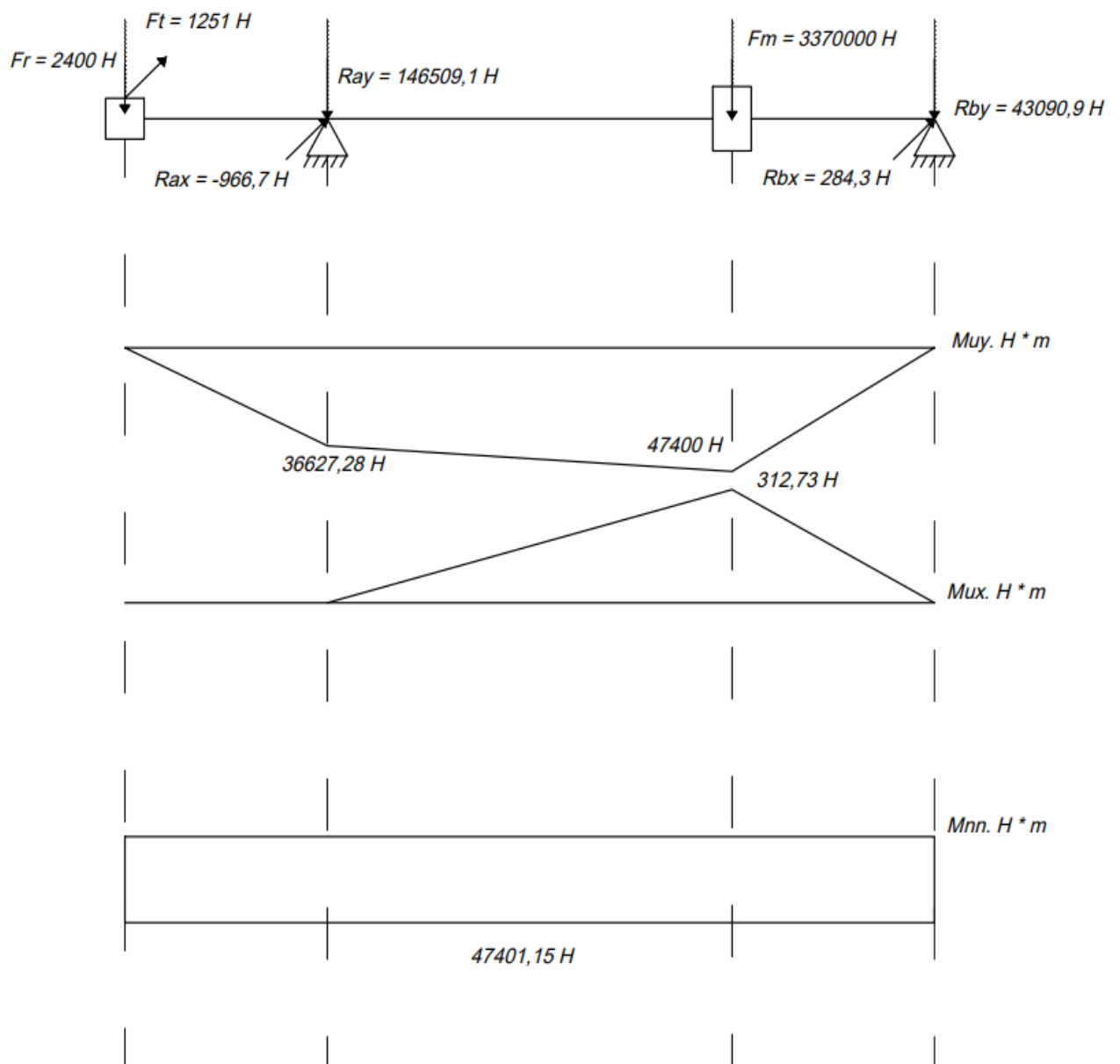


Рисунок 5.3.1 – Розрахункова схема епюр

Визначимо діаметр вала:

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} = 12 \sqrt[3]{\frac{22}{1500}} = 29,4 \text{ мм}, \text{ приймаємо } d = 66 \text{ мм}$$

Момент опору для круглого перерізу:

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 66^3 = 2,9 \cdot 10^4 \text{ мм}^3$$

Згинальні напруження:

$$\sigma_{зг} = \frac{100 \cdot M_{пр}}{W} = \frac{100 \cdot 47,4 \cdot 10^3}{2,9 \cdot 10^4} = 163,5 \text{ МПа}$$

Дотичні напруження:

$$\tau = \frac{T}{0,2 \cdot d^3} = \frac{140 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 66^3} = 2,4 \text{ МПа}$$

Визначимо еквівалентні напруження:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_{зг}^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{163,5^2 + 3 \cdot 2,4^2} = 163,6 \text{ МПа}$$

Визначаємо допустимі еквівалентні напруження:

$$[\sigma_e] = \frac{\sigma_{пл}}{n} = \frac{785}{1,4} = 560,7 \text{ МПа}$$

$$\sigma_e < [\sigma_e] \text{ умова виконується}$$

5.4. Порівняльні розрахунки модернізованого і немодернізованого вузла за допомогою cae-системи

Сила прокатки - це сила, що діє на відкриття і закриття валків (наприклад, валків млина або дробарки). Ця сила відіграє важливу роль у подрібненні та затвердінні матеріалу. Розпірне зусилля можна регулювати відповідно до потреб процесу, наприклад, для досягнення певного розміру частинок або властивостей матеріалу.

Розрахунок розпірних сил має важливе значення в багатьох технічних процесах і галузях промисловості. Розрахунок розпірної сили важливий з наступних причин

Оптимізація процесу: розрахунок розпірної сили дозволяє оптимізувати робочі параметри обладнання, такого як дробарки, млини і преси. Це дозволяє обладнанню працювати ефективно та економічно.

Зменшення зносу: правильно розраховані розривні зусилля зменшують знос компонентів обладнання. Недостатнє або надмірне розривне зусилля може призвести до необхідності ремонту або заміни компонентів.

Забезпечення якості продукції: контроль розпірної сили забезпечує рівномірність обробки матеріалу.

Безпека: розрахунок розпірної сили також важливий з точки зору безпеки машини. Неправильний розрахунок зусилля може призвести до нещасних випадків і травм.

Економія ресурсів: оптимізація зусилля розкидання дозволяє більш ефективно використовувати енергію і ресурси, що також важливо з економічної точки зору.

5.4.1. Розрахунок розпiрного зусилля

Площа, на якій дiятиме розпiрне зусилля, визначається за формулою

$$F = Bl = 0,495 \cdot 0,365 = 0,181 \text{ м}^2$$

$B = 0,495 \text{ м}$ – ширина валків, м

l – довжина дуги на дiлянцi, де подрiбнюється матерiал, м

$$l = R\alpha = \frac{D\alpha}{2}$$

$R = 0,348 \text{ м}$ – радiус валка, м

$\alpha = 60^\circ = 1,05 \text{ рад}$ – виражено в радiанах

$$l = 0,348 \cdot 1,05 = 0,365 \text{ м}$$

Тиск мiж валками (розпiрне зусилля) становитиме

$$F_m = \sigma F k = \sigma k B \frac{D\alpha}{2} \quad \text{м}$$

Пiдставляючи в цю формулу значення $\frac{D\alpha}{2}$ з попереднiх формул, для твердих порода, отримаємо:

$$F_m = 62 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,181 = 3,37 \text{ МН}$$

$\sigma = 62 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ – межа мiцностi при стисненнi, Н/м^2

$k = 0,2\text{--}0,3$ – коефiцiєнт, що враховує використання довжини валкiв i ступiнь розпушення матерiалу

5.4.2. Порядок розрахунку

Для розрахунку була прийнята модель валка, що показана на рис. 5.1

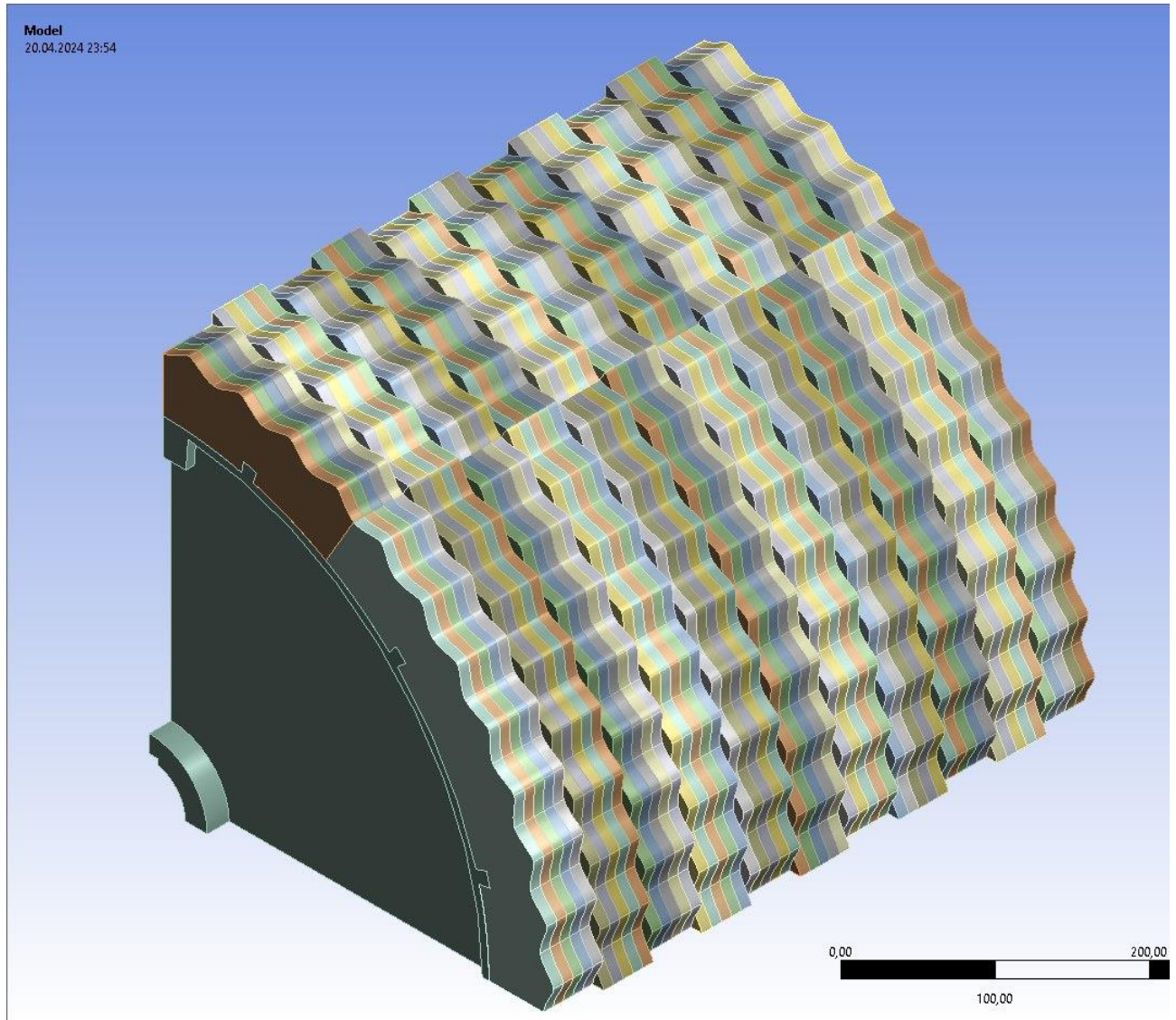


Рисунок 5.4.1 – модель валка

На даному рисунку показано модель $\frac{1}{4}$ від всього валка. Прикладання сил буде відбуватись на робочу зону подрібнення (половина масиву пластин зверху). Розміри валка були взяті з Таблиці 1.1. Матеріал валка – сталь 40, яку задали в ANSYS.

	A	B	C	D	E
	Property	Value	Unit		
1	Material Field Variables	Table			
2	Density	7850	kg m ⁻³		
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
4	Isotropic Elasticity				
5	Derive from	Young's Modulus and Poisson's Ratio			
6	Young's Modulus	2E+11	Pa		
7	Poisson's Ratio	0,3			
8	Bulk Modulus	1,6667E+11	Pa		
9	Shear Modulus	7,6923E+10	Pa		
10	Strain-Life Parameters				
11	S-N Curve	Tabular			
12	Tensile Yield Strength	570	MPa		
13	Compressive Yield Strength	570	MPa		
14	Tensile Ultimate Strength	4,6E+08	Pa		
15	Compressive Ultimate Strength	0	Pa		

Рис 5.4.2 – властивості матеріалу сталь

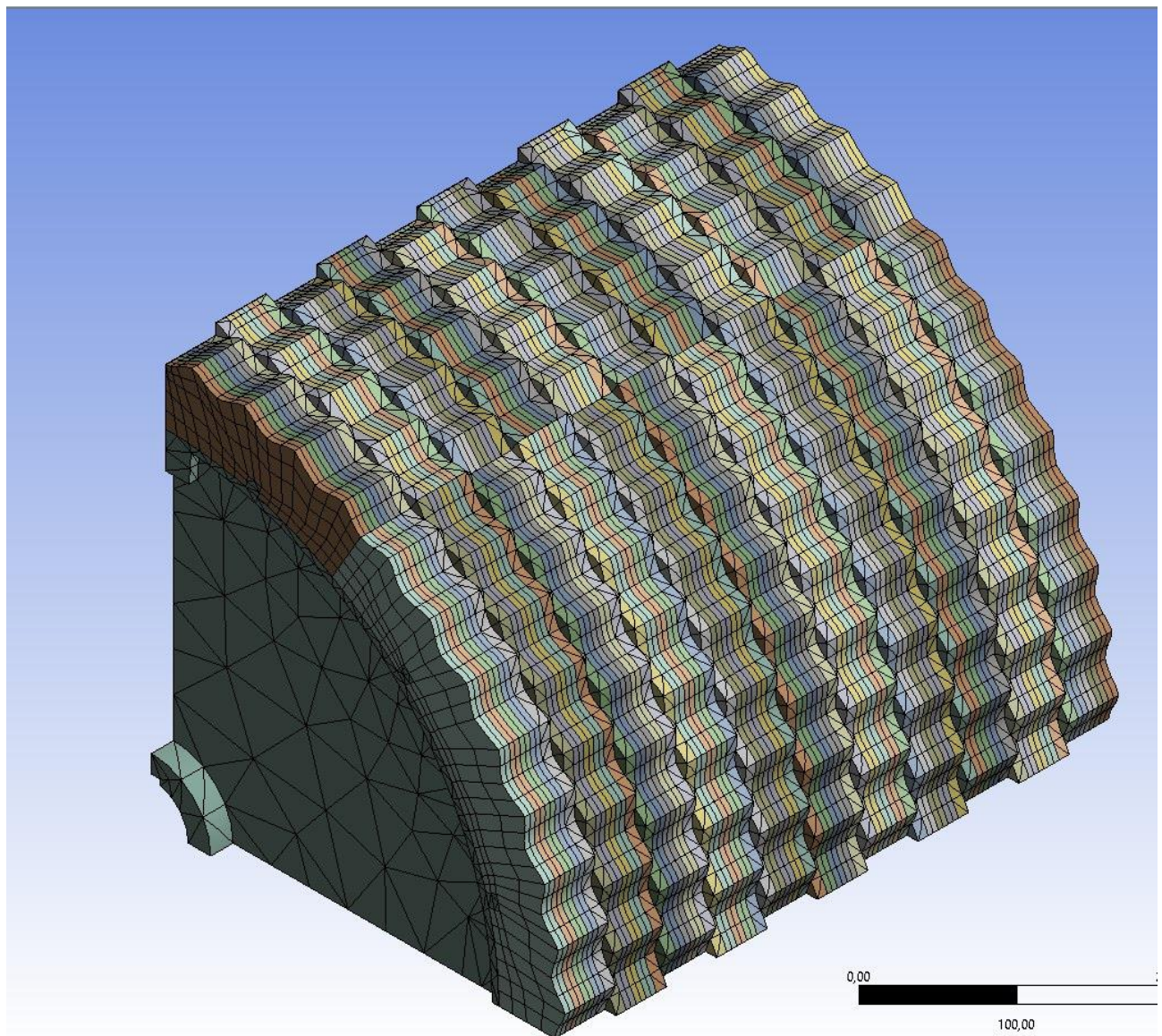


Рисунок 5.4.3 – побудова сітки

Робимо закріплення валка в потрібних місцях.

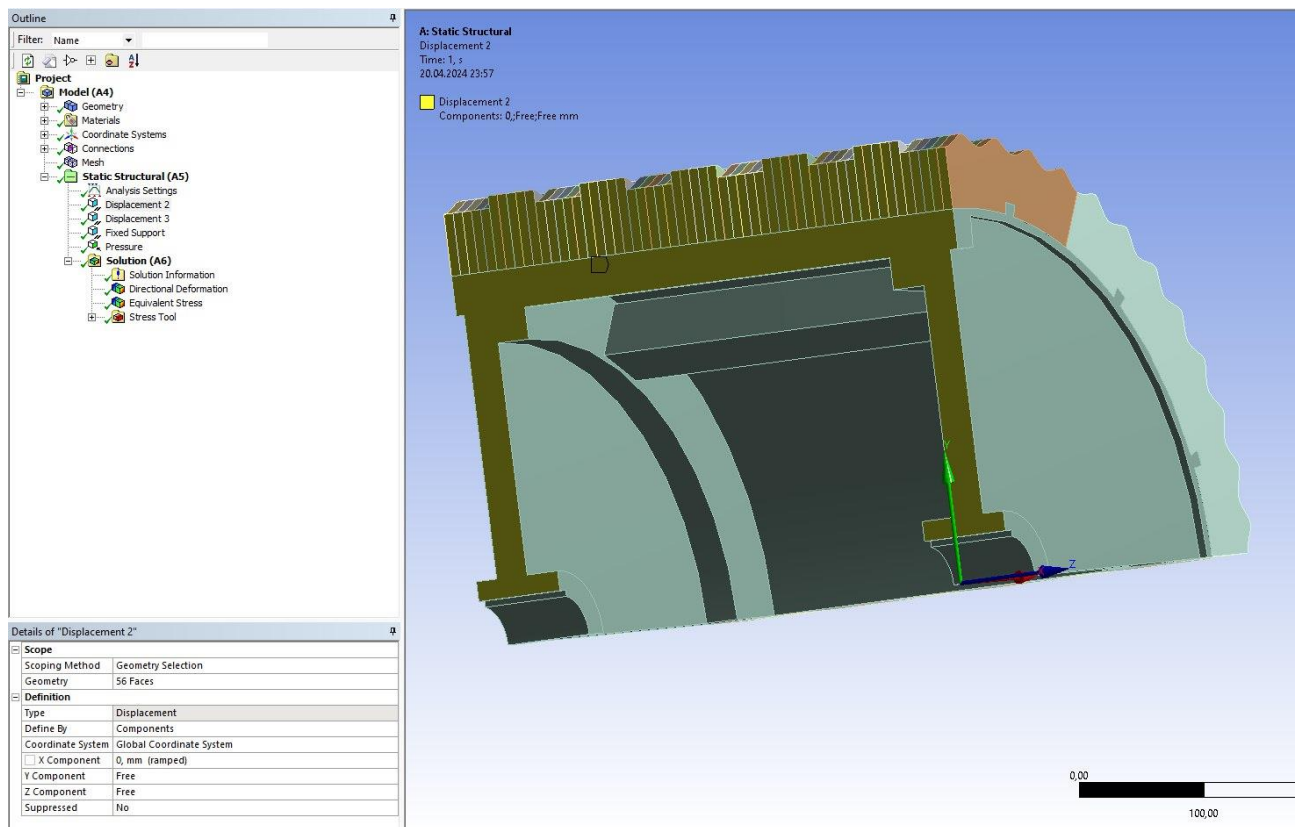


Рисунок 5.4.4 – закріплення бокової стінки і пластин

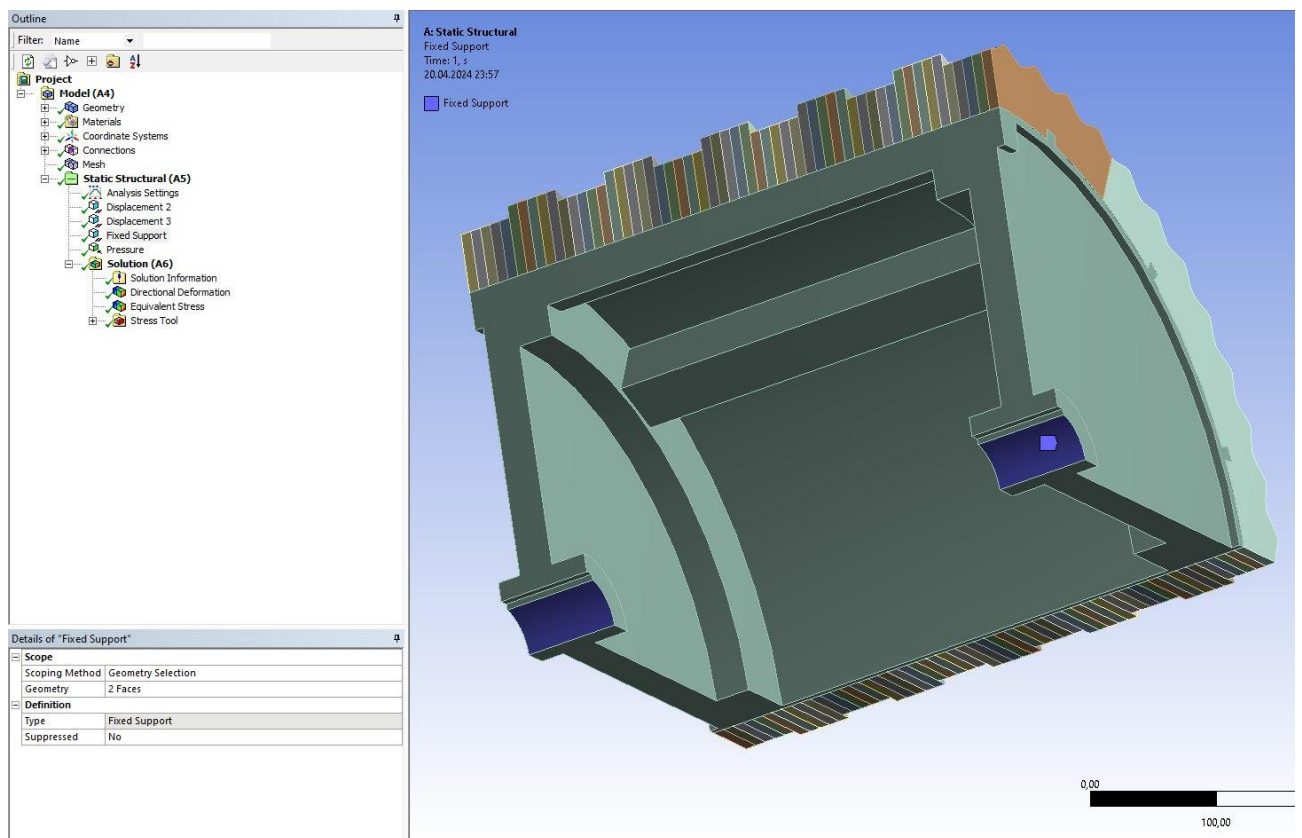


Рисунок 5.4.5 – жорстке закріплення де буде вал

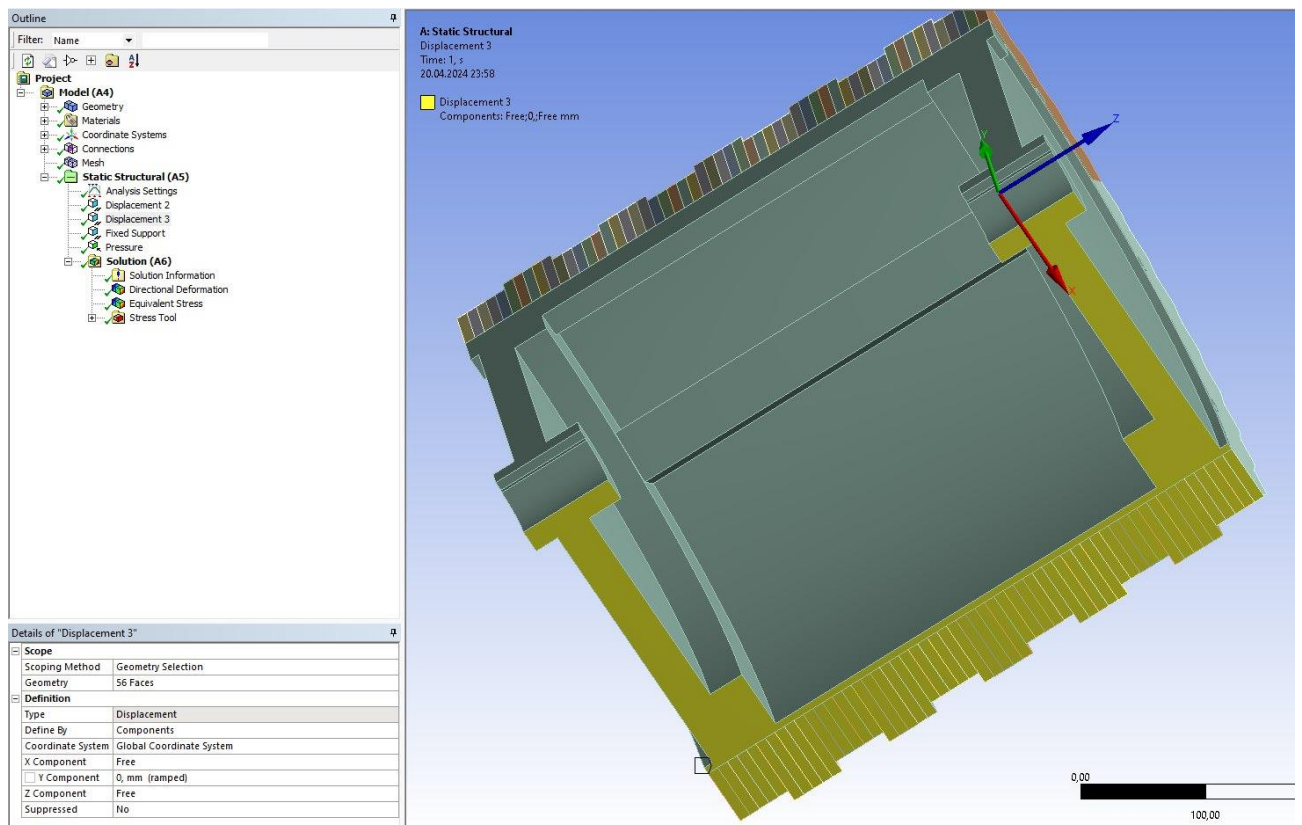


Рисунок 5.4.6 – закріплення нижньої стінки та пластин

В робочій зоні валка прикладаємо навантаження тиском збільшуючи поки не буде сейфеті фактор 1.5. В основному положенні на валок діятиме сила, в даному випадку тиск, щоб найбільше наблизити результати вимірювань, він прикладений по радіусу валка на грані ребер зубців які будуть дробити матеріал.

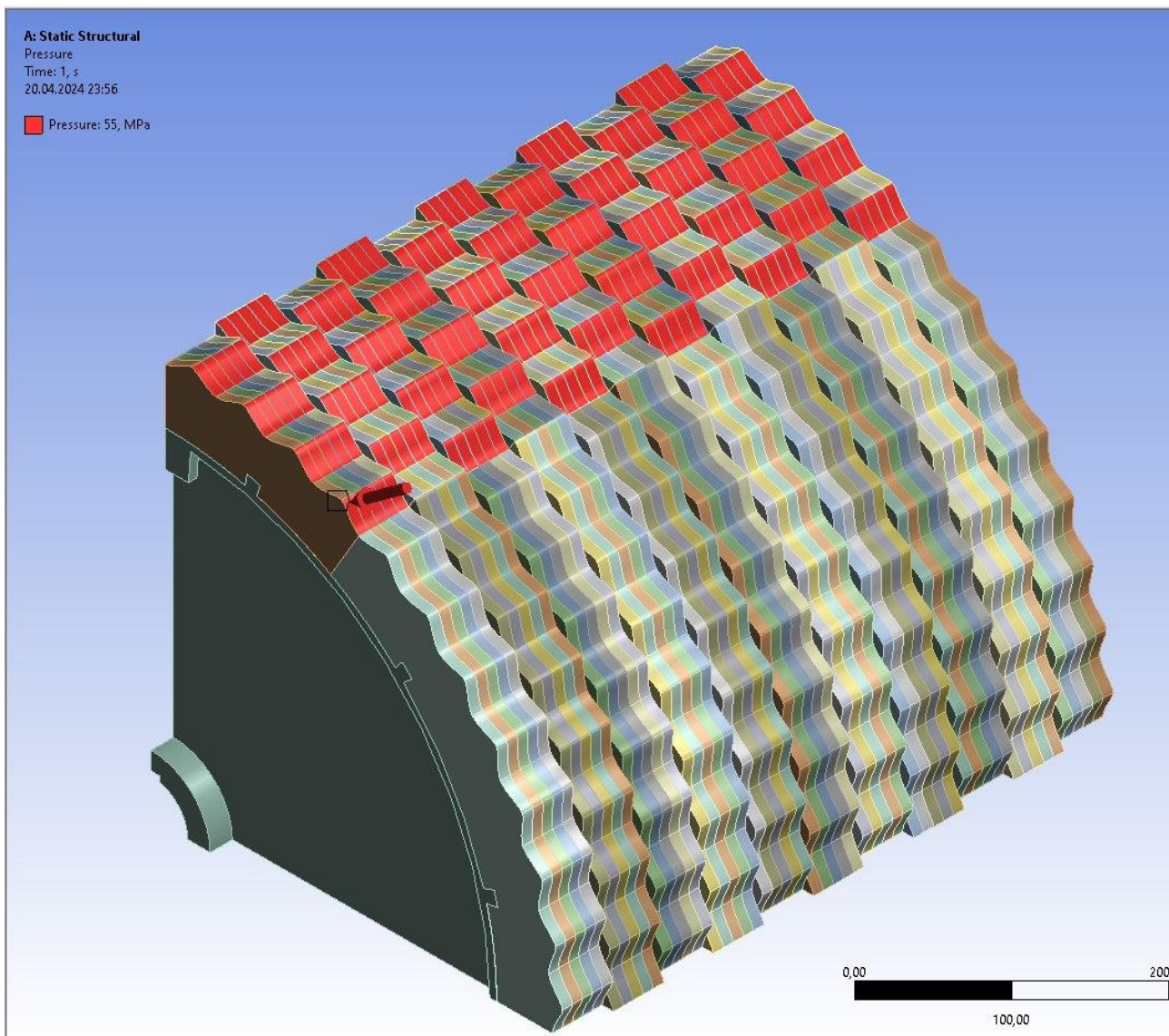


Рисунок 5.4.7 – прикладення сили по радіусу

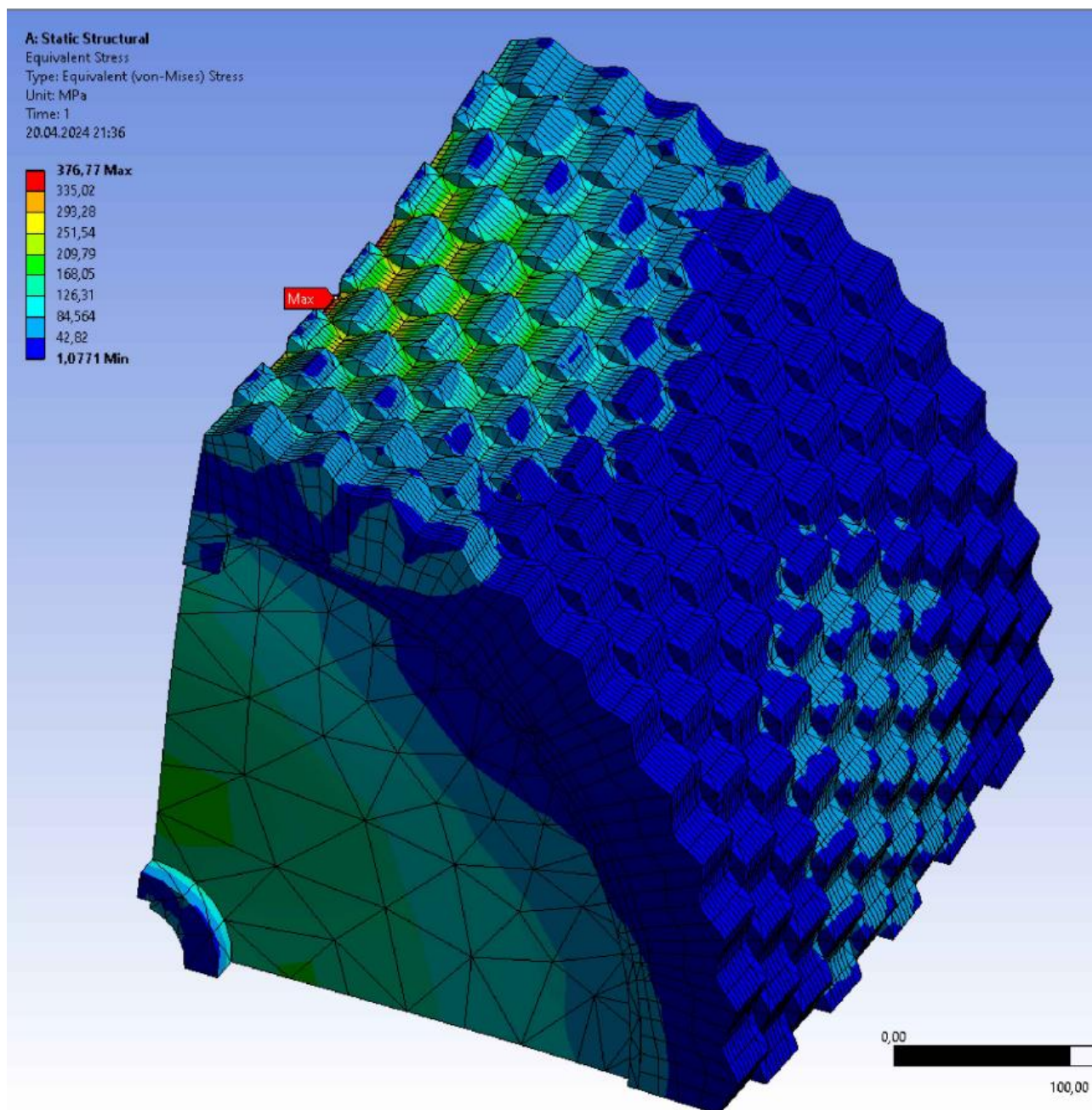


Рисунок 5.4.8 – еквівалентне напруження (прикладення сили по радіусу)

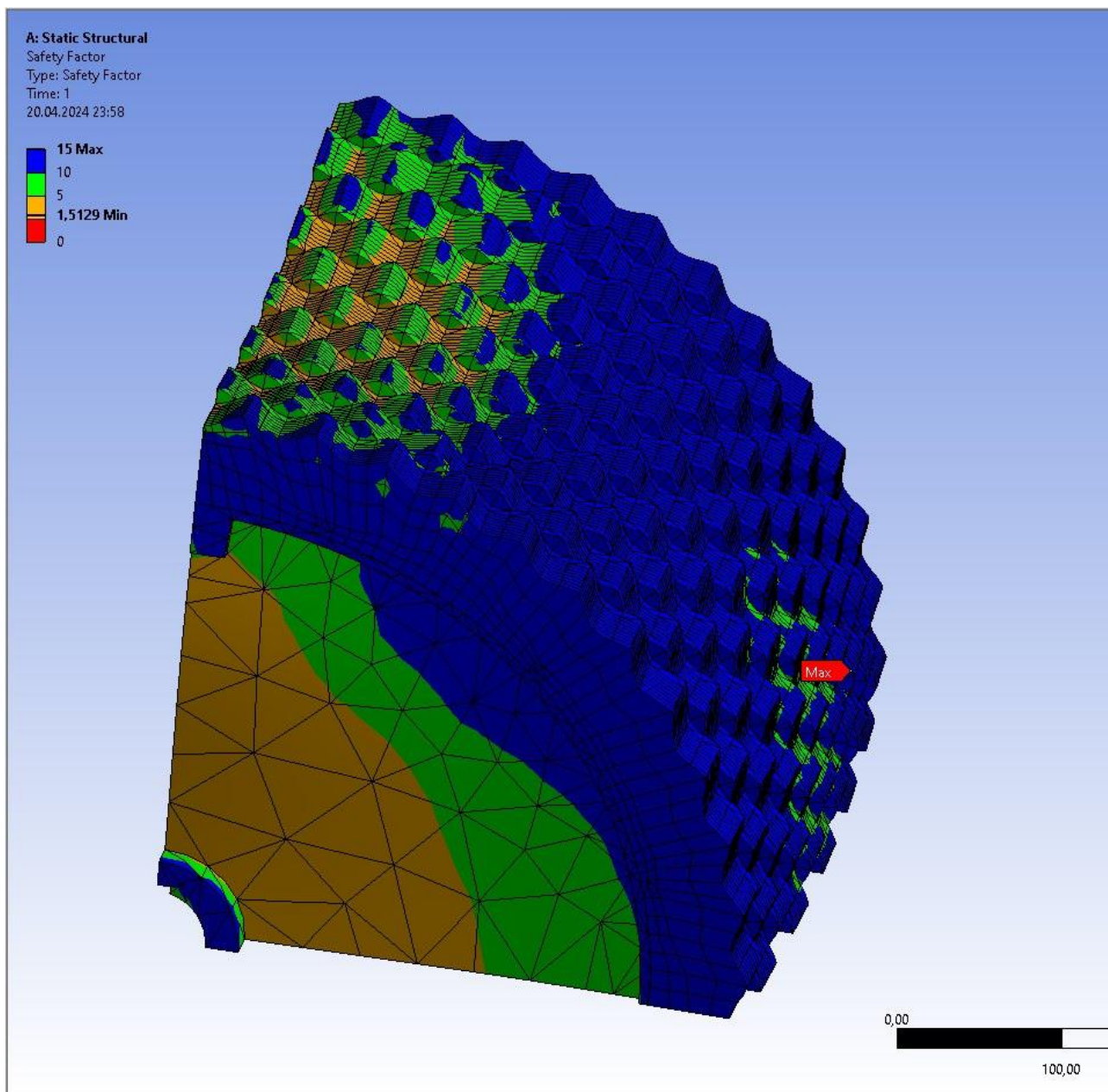


Рисунок 5.4.9 – сейфеті фактор

Згідно проведеному розрахунку, валок витримає навантаження, а що саме головне завдяки модернізації покращиться ще й продуктивність.

6. Охорона праці

Закон України «Про охорону праці» встановлює основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на захист їхнього життя і здоров'я під час трудової діяльності. Цей закон регулює відносини між власником підприємства, установи чи організації або уповноваженим ним органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища за участю відповідних державних органів, та встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

В рамках дипломного проекту на тему «Валкова дробарка із вдосконаленими валками» необхідно розробити заходи для забезпечення безпечних умов роботи на валковій дробарці, яка виконує подрібнення шматків матеріалу на дрібніші частини. Під час роботи машиніст зазнає впливу різних шкідливих і небезпечних факторів, що може призвести до травматизму і професійних захворювань. До цих факторів належать:

- повітря робочої зони;
- виробничий шум;
- вібрації;
- обертові частини механізмів;
- пожежна безпека.

Повітря робочої зони

Сукупність параметрів повітря у виробничому приміщенні, які впливають на працівника під час роботи, визначається температурою, вологістю та швидкістю руху повітря. Ці параметри впливають на терморегуляцію організму працівника і, таким чином, на продуктивність праці ДСН 3.3.6042-99.

У цехах подрібнення утворюється пил - дрібні тверді частинки, які осідають під дією власної ваги, але певний час можуть перебувати у зваженому стані. Пил вимірюється в міліграмах на кубічний метр повітря. Найбільш шкідливим для здоров'я людини є дрібний пил з розмірами часток

до 10 мкм, оскільки він проникає в легені, не затримуючись у верхніх дихальних шляхах, і викликає їхнє захворювання. Більший пил затримується на слизових оболонках верхніх дихальних шляхів, викликаючи хронічні захворювання бронхів. Тривале перебування в зоні з високим вмістом пилу також може призвести до захворювань очей та шкіри. Невелика кількість пилу в повітрі не має шкідливих наслідків.

Захист від пилу здійснюється видаленням його з робочої зони, герметизацією цієї зони, використанням місцевої та загальної вентиляції. Вода, розпилена за допомогою форсунок, зволожує пил, що утворюється, запобігаючи його поширенню в повітрі.

Для уловлювання пилу в робочій зоні та забезпечення загального повітрообміну використовуються вентиляційні установки. Вони поділяються за способом переміщення повітря, функціональними ознаками та характером дії.

За способом переміщення повітря вентиляційні установки бувають із природним спонуканням, коли повітрообмін здійснюється за рахунок різниці щільності холодного і теплого повітря, і з механічним спонуканням, коли повітрообмін підтримується засобами вентиляційного обладнання з механічним приводом.

За функціональною ознакою вентиляція може бути приточною, витяжною та приточно-витяжною.

Залежно від характеру дії розрізняють загальнообмінну вентиляцію, яка забезпечує повітрообмін у всьому приміщенні, та місцеву вентиляцію, яка видаляє пил із зони його утворення.

Виробничий шум

Шум - це коливання звукових хвиль у звуковому діапазоні, що характеризується зміною частоти і амплітуди, непостійні в часі і не мають корисного впливу на людину ДСН 3.3.6.037-99. Шум. Загальні вимоги безпеки"). Механічні коливання машин спричиняють коливання повітряного середовища, що є причиною шуму. Сильний і тривалий шум негативно

впливає на здоров'я, викликаючи загальну втому, ослаблення уваги, сповільнення реакції, головний біль, запаморочення, глухоту і захворювання нервової системи. Найбільш шкідливими для організму людини є високочастотні, виючі і переривчасті шуми.

Боротьба з шкідливим впливом шуму здійснюється загальними заходами. До них належать: заміна гучних машин або їхніх окремих вузлів на безшумні; звукоізоляція джерел шуму; автоматизація і механізація, а також дистанційне керування, яке дозволяє працівнику контролювати роботу машин поза зоною дії шуму.

Одним зі способів зниження рівня шуму є звукоізоляція вузлів машин або всієї машини за допомогою кожухів. Їх виготовляють зі сталевих листів із внутрішнім облицюванням з повсті, пінополіуретану або шлаковати. Кожухи встановлюють на віброізолюючі прокладки з азбесту, повсті або гуми. Використання кожухів знижує шум на 30 дБ.

Шум можна знизити, якщо джерело шуму, наприклад дробильне обладнання, розмістити на території підприємства з вітряної сторони відносно інших будівель. Середнє значення рівня шуму конусної дробарки становить 75-80 дБ, тому під час її експлуатації необхідно вживати належні заходи, регламентовані ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку".

Вібрації

Вібрація – це рух матеріальної точки або механічної системи, при якому значення величини, що характеризує цей рух, по чергово зростає і спадає з часом.

Під час роботи дробарок також виникають вібрації, які шкідливо впливають на організм працівників. Тривалий вплив вібрацій може призвести до професійних захворювань, що супроводжуються порушеннями серцево-судинної системи, розладами нервової системи, підвищенням кров'яного тиску та порушеннями опорно-рухового апарату. Для виробничих вібрацій на робочих місцях санітарні норми "Державні санітарні норми виробничої

загальної та локальної вібрації" ДСН 3.3.6.039-99 встановлюють гранично допустимі амплітуди, швидкості та прискорення коливальних рухів.

Для запобігання виникненню вібрацій, машини, що їх викликають, встановлюються на спеціальні фундаменти з віброізоляцією або на фундаменти, не пов'язані з будівлею. Для віброізоляції використовуються прокладки з гуми, повсті, пробки, дерева, а також пружини.

Обертові частини механізму

На апараті є обертові частини, такі як вали зі шківками та валки для подрібнення. Вони становлять значну небезпеку для людини, оскільки під час роботи можуть затягнути працівника у механізм, що може призвести до летальних наслідків. Щоб уникнути цього, всі рухомі і обертові деталі валкової дробарки повинні бути закриті захисними кожухами.

Пожежна безпека

Під час експлуатації великогабаритних машин під впливом вібрації, різких коливань і поштовхів може порушуватися щільність електричних контактів. У місцях з'єднань проводки виникають великі перехідні опори, що призводять до місцевого нагріву, який може спричинити загоряння ізоляції та пожежу. Причиною пожеж може також бути перегрів підшипників електричних машин через недостатню змазку. Перегрів підшипників може настільки збільшити опір, що ротор електричної машини зупиниться. В цьому випадку вся електрична енергія, що поступає в обмотки, перетвориться в тепло, що може стати джерелом загоряння ізоляції та інших горючих матеріалів.

Машиніст дробарок повинен знати:

- Правила пожежної безпеки, встановлені для цеху і конкретно для його робочого місця.
- Розташування поблизу робочого місця засобів пожежогасіння та засобів особистого захисту.
- Місце розташування найближчого оповісника і номер телефону пожежної охорони.

- Використання первинних засобів пожежогасіння (пісок, вогнетривка маса, вогнегасник, покривала) при виникненні пожежі. Він повинен викликати пожежну охорону, а до її прибуття, за можливості, використовувати засоби для ліквідації пожежі самостійно.

- Підходи до протипожежних щитків повинні бути вільними для забезпечення легкого доступу до інвентаря.

- Матеріал для обтирання повинен зберігатися у металевих ящиках і не перевищувати добової норми.

- Всі транспортерні галереї повинні бути обладнані засобами пожежогасіння.

- Правила надання першої (долікарняної) допомоги собі та іншим постраждалим при опіках.

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

Машиніст дробарок повинен знати порядок обліку та розслідування нещасних випадків.

Згідно діючого нині розподілу приміщення за категорією ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», цех по цій класифікації можна віднести до категорії Г (помірно пожежонебезпечна), так як процес подрібнювання супроводжуються виділенням тепла й має невелику ймовірність щодо утворення іскор.

7. Технологія виготовлення деталі

7.1 Опис та призначення деталі

Нерухоме колесо є важливою частиною валкової дробарки, яка використовується для подрібнення матеріалів шляхом їх стиснення між двома обертовими валками.

Конструкція та компоненти:

Корпус колеса: основний елемент деталей, виготовлених з міцного матеріалу, зазвичай сталі або чавуну, який може витримувати великі навантаження.

Кріпильні елементи: болти, гайки та інші кріпильні елементи, які фіксують колесо в необхідному положенні.

Контактна поверхня: поверхня, що безпосередньо контактує з подрібнюваним матеріалом. Її можна додатково зміцнити для підвищення зносостійкості.

Нерухомі колеса мають вирішальне значення для забезпечення стабільності процесу дроблення. Без них валкова дробарка не зможе ефективно подрібнювати матеріал, оскільки втрачається стабільність і потрібен ефект стиснення між валками.

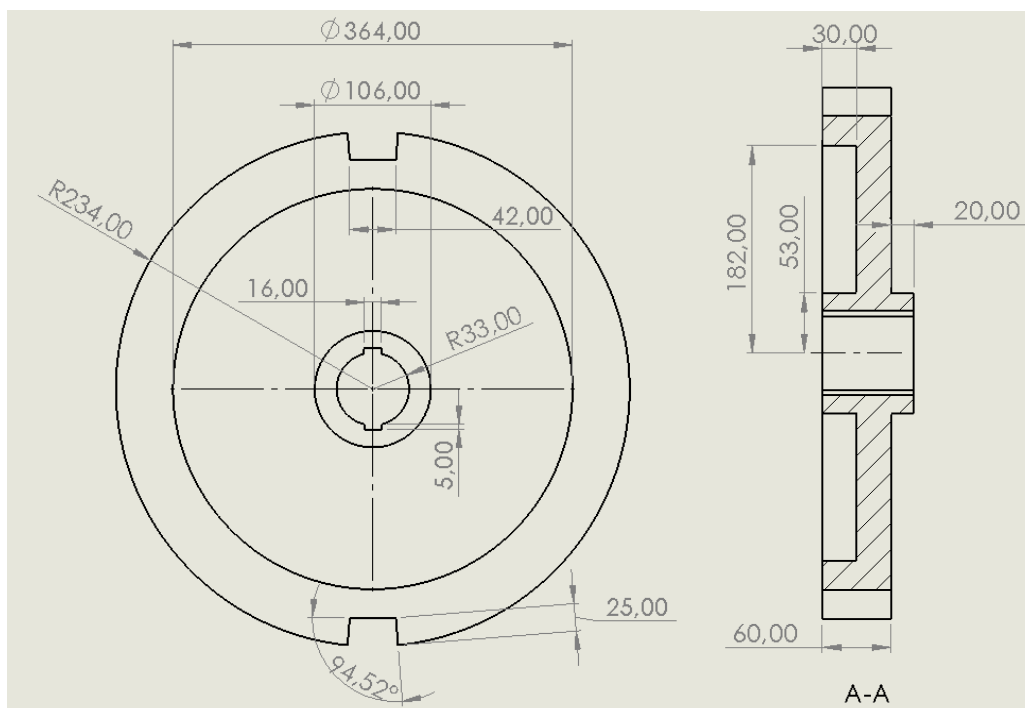


Рис. 7.1.1 - ескіз нерухомого колеса

В якості заготовки візьмемо циліндр сталі, марка сталі СТ-40Х. Діаметри циліндра становлять довжиною 82 мм та висотою 470 мм (Рис 1.2.).

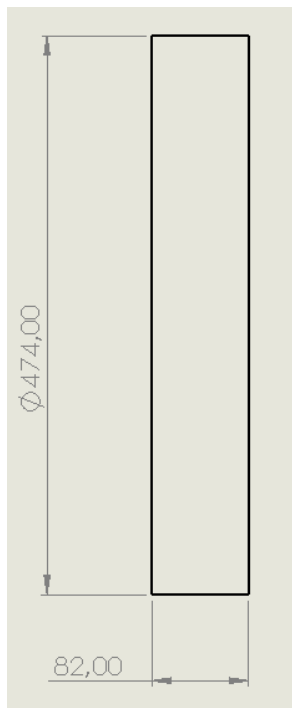


Рис. 7.1.2 - циліндр

Конструкція нерухомого колеса дозволяє легко доступати до оброблюваних поверхонь різальним та вимірювальним інструментам. За такими параметрами конструкція деталі вважається технологічною:

- Поверхня і розміри деталі мають оптимальну шорсткість і точність;
- Конструкція дозволяє використовувати стандартний технологічний процес виготовлення;
- Деталі виготовляються з уніфікованих і стандартних елементів;
- Механічні, фізико-хімічні властивості матеріалів, форми і розміри відповідають вимогам виробництва.

7.2 Технологічний процес виготовлення деталі

Сталь 40ХНЛ використовується для виготовлення деталей, які піддаються середнім навантаженням та потребують хорошої обробки. Її

хімічний склад і механічні властивості забезпечують необхідну міцність і довговічність у відповідних умовах експлуатації.

Технологічний процес виготовлення нерухомого колеса може бути представлений у вигляді маршрутної карти, карт ескізів та операційної карти виготовлення. Маршрутна карта вказує послідовність операцій та етапів виготовлення нерухомого колеса, карт ескізів містять приблизні малюнки деталей на різних етапах обробки, а операційна карта детально описує кожну операцію з вказівкою необхідного обладнання, інструментів та параметрів обробки. Такі картографічні засоби допомагають забезпечити ефективність та точність виробничого процесу.

7.3 Технологічний процес виготовлення деталі

Сумарний крутний момент, що виникає від дії дотичної сили різання і спрямований на спробу повернути заготовку у кулачках, дорівнює:

$$Mp = P_z * r_1$$

Момент сили затиску, що перешкоджає повороту заготовки, визначається таким чином:

$$M_z = W_{\text{сум}} * f * r$$

P_z - Головна складова сили різання, яка має тенденцію повернути заготовку.

$P_z = 600\text{Н}$; r_1 - радіус обробленої частини деталі; r - радіус необробленої частини деталі; f - коефіцієнт тертя між поверхнею деталі і губок; $W_{\text{сум}} = W * 3$ сила затискання деталі губками притисного пристосування.

Із рівності цих моментів визначимо необхідне зусилля затиску, що перешкоджає повороту заготовки у кулачках:

$$W_{\text{сум}} = \frac{K * P_z * r_1}{f * r}$$

де K – коефіцієнт запасу:

$$K = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5$$

$K_0 = 1,5$ - Гарантований коефіцієнт запасу встановлюється для всіх пристроїв.

$K_1 = 1,2$ - Коефіцієнт, який враховує стан поверхні оброблюваної заготовки.

$K_2 = 1$ - Коефіцієнт, який враховує вплив сил різання від прогресуючого затуплення інструменту.

$K_3 = 1$ - Коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні.

$K_4 = 1,3$ - Коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, що створюється приводом пристосування.

$K_5 = 1$ - Коефіцієнт, що враховує наявність моментів, які тягнуть оброблювану деталь навколо її осі.

$K = 1,5 * 1,2 * 1 * 1 * 1,3 * 1 = 2,34$, тоді

$$W_{\text{сум}} = \frac{2,34 * 600 * 234}{0,4 * 235} = 3495,06 \text{ Н}$$

$f = 0,4$ коефіцієнт тертя між поверхнею деталі і кулачків із рифленою поверхнею.

Приймаємо $W_{\text{сум}} = 3,5 \text{ кН}$

7.4 Вибір пристосування, опис конструкції та принцип дії

Токарні операції по проточці профілю нерухомого колеса будуть відбуватися із застосуванням токарно-револьверного верстата 16K20Ф3.

Верстат 16K20Ф3 розроблений на базі універсального верстата і має традиційне компонування. Основа являє собою монолітний виливок. Станина - коробчастої форми з поперечними ребрами. Напрямні станини термооброблені, шліфовані. Каретка супорта з поворотним різцетримачем переміщається по передній призматичній і плоскій задній напрямних. Задня бабка так само переміщається по передній плоскій і задній призматичній напрямних. Автоматична коробка швидкостей повідомляє шпиндельній бабці дев'ять швидкостей, які перемикаються в циклі обробки завдяки ввімкненню

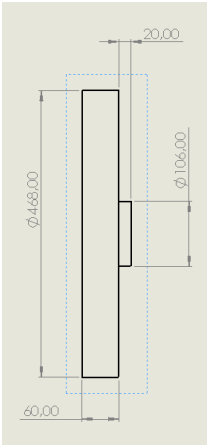
електромагнітних муфт. Інструмент отримує рух подачі від приводів поздовжніх і поперечних подач.



Рис. 7.4.1 - Токарно-револьверний верстат 16K20Ф3

Токарно-револьверний верстат 16K20Ф3 поєднує в собі функції токарного і револьверного верстатів для обробки металевих деталей. Принцип його роботи заснований на обертанні заготовки, закріпленої в патроні, і русі ріжучого інструменту, встановленого на револьверній головці. Механізм револьверної головки дозволяє швидко змінювати інструмент шляхом обертання головки. Інструмент можна переміщати в поздовжньому і поперечному напрямку відносно осі обертання заготовки. Верстат також може бути оснащений системою числового програмного керування (ЧПК) для автоматизації процесу обробки. Для зменшення нагріву використовується охолоджуюча рідина, а система відведення стружки запобігає її накопиченню. Це дозволяє виконувати точіння, свердління, нарізання різьби та інші операції обробки з високою точністю і продуктивністю.

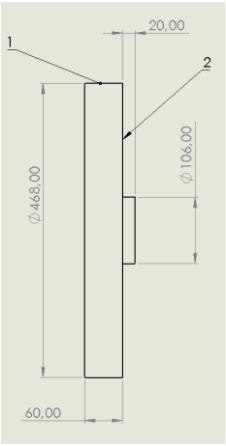
[illegible]

Дубл.															
Взамін.															
Підпис										Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата	
Розробив	Котов С.О.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ									
Перевірив	Борщик С.О.														
Н. контр.						Нерухоме колесо				Н		005			
						Назва операції				Матеріал					
						Розмітка				Сталь 40Х					
						Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ		Коод	
						НВ=197	кг	7	D1=468 L=60 D2=106 L=20			12		1	
						Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми					
						То	Тд	Тп.з	Тшт.	МОР					
Р					ПН	Дабо В	L	t	i	s	n	v			
P01	1. Розмітка деталі														
T02															
O3															
O04															
T05															
T06															
P07															
O10															

ОК	Обробка різанням									
----	------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ГОСТ 3.1404-86

Форма 2

Дубл.																				
Взамін.																				
Підпис																				
Розробив	Котов С.О.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ														
Перевірів	Борщик С.О.																			
						Нерухоме колесо										Н		010		
Н. контр.																				
						Назва операції					Матеріал									
						Токарна					Сталь 40Х									
						Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри					МЗ		Коод				
						НВ=197	кг	7	D1=468 L=60 D2=106 L=20					12		1				
						Обладнання, пристрій ЧПК					Пристосування									
						Токарно-револьверний верстат 16К20Ф3														
						То	Тд	Тп.з	Тшт.	МОР										
										Емульсія										
Р						Інструмент		D	L	t	i	s	n	v						
1	Установка заготовки																			
2	Точіння поверхні 1 чорнове					Різець різьбовий ГОСТ 18885-73		470	62	2	1	0,4	92	52						
3	Перевернути заготовку																			

4	Точіння поверхні 1 чорнове	Різець різьбовий ГОСТ 18885-73	470	22	2	1	0,4	92	52
5	Точіння поверхні 1 начисто	Різець фасонний ГОСТ 18875-73	468	60	1	1	0,3	400	168
6	Перевернути заготовку								
7	Точіння поверхні 1 начисто	Різець фасонний ГОСТ 18875-73	468	22	1	1	0,3	400	168
8	Точіння поверхні 2 начисто	Різець прохідний ГОСТ 18869-70	106	20	2	1	0,4	92	52
ОК		Обробка різанням							

ГОСТ 3.1404-86

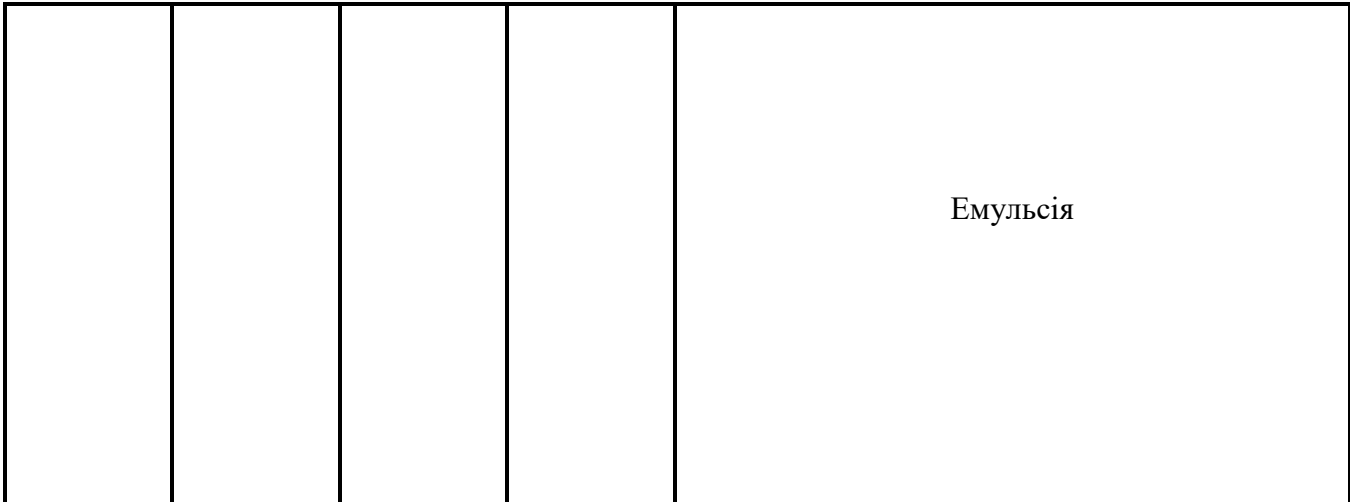
Форма 2

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

						Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата

Розробив	Котов С. О.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ									
Перевірів	Борщик С.О.												
Н. контр.				Нерухоме колесо							Н		015

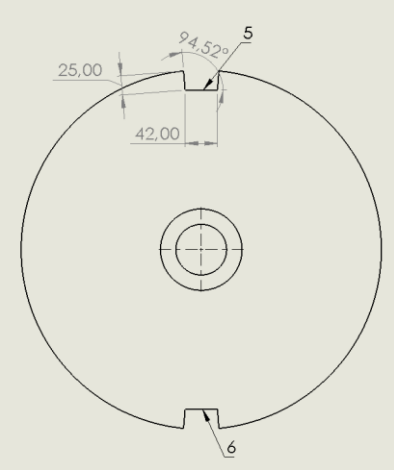
	Назва операції				Матеріал		
	Фрезерна				Сталь 40 ГОСТ 1050-88		
	Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	Коод
	НВ=197	кг	4,72	D1=364 D2=106 L=30		12	1
	Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми		
	Вертикально-фрезерний верстат 6P12						
	То	Тд	Тп.з	Тшт.	МОР		



										ГОСТ 3.1404-86			Форма 2		
Дубл.															
Взамін.															
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата	
Розробив	Котов С. О.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ										
Перевірів	Борщик С.О.														
													Н		010

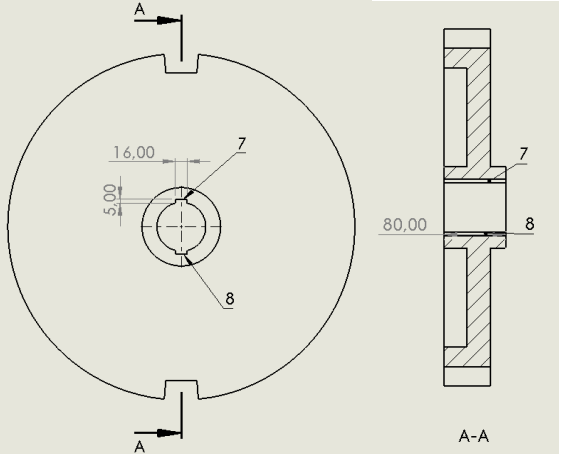
Н. контр.								Нерухоме колесо									
								Назва операції				Матеріал					
								Свердління				Сталь 40Х					
								Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ		Коод	
								НВ=197	кг	7	D1=66 L=80			12		1	
								Обладнання, пристрій ЧПК					Пристосування				
								Свердильний верстат моделі 2М55									
								То	Тд	Тп.з	Тшт.	МОР					
Р				Інструмент	D	L	t	i	s	n	v						
1	Установка заготовки																
2	Свердління поверхні 4			Свердло Ø66 ГОСТ 19265-73	66	80	1	1	0,05	100	50						
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
ОК		Обробка різанням															

				ГОСТ 3.1404-86					Форма 2	
Дубл.										
Взамін.										
Підпис								Зм	Ар	№док.
								Підпис	Дата	

Розробив	Котов С. О.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ									
Перевірів	Борщик С.О.												
Н. контр.				Нерухоме колесо							Н		010
				Назва операції				Матеріал					
				Фрезерна				Сталь 40Х					
				Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ		Коод	
				НВ=197	кг	7	В=25 L=42 α=94,52°			12		1	
				Обладнання, пристрій ЧПК				Пристосування					
				Горизонтально-фрезерний верстат 6Р83									
				То	Тд	Тп.з	Тшт.	МОР					
Р				Інструмент		В	L	t	i	s	n	v	
1	Установка заготовки												
2	Фрезерування поверхні 5,6			Фреза Ø80 ГОСТ 2679-93		25	42	2	1	0,1	100	50	
3													
ОК		Обробка різанням											

ГОСТ 3.1404-86

Форма 2

Дубл.																			
Взамін.																			
Підпис																			
										Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата					
Розробив	Котов С. О.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ													
Перевірив	Борщик С.О.																		
Н. контр.						Нерухоме колесо				Н						010			
					Назва операції				Матеріал										
					Фрезерна				Сталь 40Х										
					Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри				МЗ		Коод					
					НВ=197	кг	7	В=16 L=5				12		1					
					Обладнання, пристрій ЧПК				Пристосування										
					Вертикально-фрезерний верстат 6Р12														
					То	Тд	Тп.з	Тшт.	МОР										
Р					Інструмент		В	L	t	i	s	n	v						
1	Установка заготовки																		
2	Фрезерування поверхні 7, 8				Торцева фреза ГОСТ 19042-80		16	5	2	1	0,1	100	50						
3																			
ОК	Обробка різанням																		

ВИСНОВКИ

У цій дипломній роботі детально розглянута валкова дробарка, включаючи її конструкцію, принцип роботи та основні функції. В рамках дослідження були виконані параметричні розрахунки та розрахунки на міцність. Під час параметричних розрахунків були визначені ключові характеристики дробарки, такі як масова та об'ємна продуктивність, діаметр та довжина валків, а також потужність двигуна, яка відповідає вимогам.

Додатково були проведені кінематичні розрахунки для вибору двигуна, розрахунок клинопасової передачі та оцінка довговічності ведучого шківa. В процесі розрахунку міцності валів в статичному режимі були визначені всі необхідні параметри для забезпечення нормальної ефективності роботи дробарки.

В результаті виконання дипломного проекту було розроблено модернізовану поверхню дроблення з легкою заміною для валкової дробарки, а саме розробка а пластин з ребрами, які мають два види і надягаються комплексом з 5-ти однакових, а потім так само з другим типом пластин. Та проведені відповідні розрахунки за допомогою САЕ-системи. Завдяки цьому підвищили продуктивність самої машини та зменшили витрату часу на її ремонт, обслуговування, а також зменшили витрати на цей ремонт.

У розділі технології машинобудування був розроблений технологічний процес виготовлення деталі, а також обрано пристосування для однієї з операцій виготовлення валка СТ-40 Х. Процес виготовлення включав розробку технологій для деталі "нерухоме колесо СТ-40 Х", що включав в себе вибір методу отримання заготовки, а також вибір інструментів та устаткування для всіх необхідних операцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник / І. В. Коваленко, В. В. Малиновський. — К.: Інрес : Воля, 2005. — 264 с.: іл. — Бібліогр.: с. 253—255.
2. Щербина В.Ю., Гондляр О.В., Сівецький В.І. Іжиніринг інноваційних технологій та обладнання. Механічне обладнання для виробництва в'яжучих будівельних матеріалів [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022. — 147 с. URL:
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45720>
3. Щербина В.Ю., Лелека С.В., Безверхий І.О. Методологія проектування. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2024. 119 с. URL:
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/67997>

Патенти:

4. https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/mosaics?CC=CN&NR=112221641A&KC=A&FT=D&ND=3&date=20210115&DB=EPODOC&locale=en_EP
5. [https://patents.google.com/patent/US10493460B2/en?q=\(roller+crusher\)&oq=roller+crusher&page=4](https://patents.google.com/patent/US10493460B2/en?q=(roller+crusher)&oq=roller+crusher&page=4)
6. [https://patents.google.com/patent/KR102101811B1/en?q=\(roller+crusher\)&oq=roller+crusher](https://patents.google.com/patent/KR102101811B1/en?q=(roller+crusher)&oq=roller+crusher)
7. [https://patents.google.com/patent/KR101452580B1/en?q=\(~patent%2fKR102101811B1\)&page=4](https://patents.google.com/patent/KR101452580B1/en?q=(~patent%2fKR102101811B1)&page=4)
8. Щербина, В. Ю., Іваненко, О. І., Сокольський, О. Л., & Васильченко, Г. М. (2023). Використання технології регенерації тепла для підвищення теплової ефективності обортових печей. *Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря*

Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, (3), 41–51. <https://doi.org/10.20535/2617-9741.3.2023.288247>

9. Полешко О.П. Проектування пасових передач [Текст]: Методичні вказівки до проведення практичних занять, виконання контрольних робіт і курсового проекту / О.П. Полешко. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 76 с. (кінематичний розрахунок)
10. Деталі машин. Енерго-кінематичний розрахунок приводу [Електронний ресурс]: Методичні вказівки до проведення практичних занять, виконання контрольних робіт і курсового проекту / О.П. Полешко. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 27 с.
11. Хильчевский В.В., Расчет валов и выбор подшипников качения по динамической грузоподъемности [Текст]: Методические указания по дисциплине «Детали машин» / Сост. В.В. Хильчевский, Ю.А. Попченко, А.П. Полешко. – К.: КПИ, 1989. – 56 с.
12. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/61221/3/Moroz_bakalavr.pdf
13. Б. М. Базаров. Основы технологии машиностроения. - М.:Машиностроение, 2005.
14. А. Ф. Горбачев, В.А. Шкред. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.
15. М. А. Ансеров. Приспособления для метало-режущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975. - М.: Машиностроение, 2007.
16. Добрянський С.С. Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проекту) з дисципліни — Технологія машинобудування. К., 2002 р. 80 стор.

Таблиця А - Таблиця огляду патентів з модернізацією валкової дробарки.

№ п/п	Предмет пошуку	Номер документа, країна видачі, МПК, автори	Сутність заявленого технологічного рішення і ціль його створення
1	Валкова дробарка	CN112221641 (A) — 2021-01-15 Автор: Ву Цзянь	запропонований винахід, що розкриває валкову дробарку для промислової переробки харчових продуктів, що містить коробку, яка має дві опорні ніжки, нерухомо встановлені на нижньому лівому кінці та нижньому правому кінці, та два арматурні стрижні, нерухомо встановлені між двома зазначеними опорними ніжками. Валкова дробарка для промислової переробки харчових продуктів, описана у цьому винаході, є універсальною і практичною завдяки регулюванню відстані між двома розмелювальними роликами регульовальним механізмом та уникненню

			накопичення порошку за допомогою спеціально сконструйованої відбійної пластини та вивантажувальної пробки.
2	Валкова дробарка	US10493460B2 United States, Автори: Ларс Гронвалль	розглянутим винаходом є вдосконалення рівня техніки. Зокрема, метою цього винаходу є створення валкової дробарки, в якій діаметр і ширина валків можуть змінюватися більш вільно без погіршення результату дроблення. Ця валкова дробарка, має два паралельні валки, розташовані для обертання в протилежних напрямках, назустріч один одному, і розділені зазором. Кожен валок має перший кінець і другий кінець. Валкова дробарка містить фланець, прикріплений принаймні до одного з кінців одного з валків. Фланець простягається в радіальному напрямку валка і має висоту над зовнішньою поверхнею валка, достатню для того, щоб простягатися через зазор в основному вздовж кута

			затискання валкової дробарки. Це має перевагу в тому, що фланець усуває слабке місце на краю валків. Фланець допомагає утримувати матеріал на зовнішній поверхні валків. Тобто, завдяки фланцю, матеріал не потрапляє через край валка. Це, в свою чергу, допоможе збільшити тиск на матеріал у напрямку до зазору між вальцями на краю вальців. Усунувши слабке місце на краю вальців, діаметр і ширину вальців можна варіювати більш вільно без погіршення результату подрібнення. Крім того, фланці полегшують створення автогенного захисного шару на вальцях, що складається з матеріалу, який підлягає подрібненню.
3	Валкова дробарка	KR102101811B1 South Korea, Автор: Чангкю Лі	винахід спрямований на вирішення вищезазначених проблем, і коли знос зовнішньої окружної поверхні дробильного валка частково замінюється, час заміни скорочується для підвищення

			ефективності роботи та зменшення навантаження на витрати на технічне обслуговування та ремонт. Крім того, метою даного винаходу є забезпечення валкової дробарки з підвищеною ефективністю дроблення шляхом легкого введення відходів, що мають певний діаметр або більше, між першим і другим дробильними валками поруч. Вал, що обертається, виконаний по ширині, що відповідає подрібнюваному предмету, і простягається в поздовжньому напрямку, щоб прилягати до обертового валу таким чином, щоб між першим і другим дробильними валками був забезпечений простір для входу відходів, що мають заздалегідь визначений діаметр або більше. Валки мають безліч зачіпних ребер, що виступають уздовж окружного напрямку на обох краях поздовжнього напрямку,
--	--	--	---

			причому перший і другий дробильні валки забезпечені зачіпними ребрами, утвореними по обидва боки в поздовжньому напрямку канавок для вдавнення подрібнюваного шматка, по обидва боки в поздовжньому напрямку подрібнюваного шматка.
4	Валкова дробарка	KR101452580B1 South Korea Автор: Мьонг Соп Лі	передбачає рухому плиту та приводну плиту для дроблення гірської породи заповнювачем заданого розміру шляхом приведення в рух приводного агрегату, тим самим збільшуючи площу дроблення гірської породи для підвищення продуктивності заповнювача При цьому можна підвищити якість заповнювача та придушити виникнення нерівномірного зносу рухомої та приводної плит. Однак, оскільки при нерівномірному зносі можлива часткова заміна, час заміни може бути

			скорочений для підвищення ефективності роботи. У цій валковій дробарці напівкруглий верхній/нижній барабан, з'єднаний з верхньою та нижньою частинами нерухомого колеса та встановлений у циліндричній формі; рухомий вкладиш, розташований на зовнішній периферії верхнього/нижнього барабана та має дробильну частину для дроблення породи; та привідний вкладиш, що має такуж конструкцію, як і рухомий вкладиш.
--	--	--	---

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-ть	Примітка
				<u>Документація</u>		
А			ЛУ01.061113.001-90ВЗ	Складальнекреслення		
				<u>Складальніюдиниці</u>		
		1	ЛУ01.061113.001.001	Двигунелектричний	1	
		2	ЛУ01.061113.001.002	Валокрухомий	1	
		3	ЛУ01.061113.001.003	Валокнерухомий	1	
		4	ЛУ01.061113.001.004	Шківведучий	1	
		5	ЛУ01.061113.001.005	Шківведений	1	
		6	ЛУ01.061113.001.006	Станина	1	
		7	ЛУ01.061113.001.007	Пасклиноремінний	1	
		8	ЛУ01.061113.001.008	Корпус	1	
				<u>Складальніюдиниці</u>		
		9	ЛУ01.061113.001.009	Гайка	16	
				ГОСТ 5915-70		
			ЛУ01.061113.001.010	Шайба	16	
				ГОСТ 11371-78		

					ЛУ01.061113.001-90СП								
Зл	Аркуш	№ документа	Підпис	Дата									
Розроб.	Котов С.О.				Валковадробаркадля виготовлення аглопоритовогощебняз модернізацієювалків				Лит	Аркуш	Аркушів		
Перев.	Сокольський О.Л.										1	1	
Н.контр									КПІмІгоряСікорського				
Затвер.	Сокольський О.Л.												

[illegible]

Валкова дробарка із вдосконаленими валками

Котов С.О., студент; Сокольський О.Л., д.т.н., доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація. Розглядається варіант вдосконалення валків валкової дробарки шляхом закріплення зацепних ребер на їх поверхні, що покращує можливість легшого обслуговування дробарки та її ремонту.

Ключові слова: дробарка валкова, валки, ребра, вдосконалення, обслуговування

Вступ. Валкові дробарки широко застосовують у хімічній промисловості для подрібнювання матеріалів середньої і малої міцності, вторинного дроблення твердих і крихких порід [1]. Їх принцип дії полягає у наступному: встановлюється паралельно два валки, які обертаються у протилежних напрямках і в зазорі між ними подрібнюють матеріал. Недоліком таких дробарок є недостатня здатність до захоплення шматків матеріалу та швидке зношення поверхні валків з необхідністю їх послідовного відновлення.

Одним із типів дробарок є валкова дробарка з рельєфною поверхнею валків. Проте в таких валках залишається недоліком складність відновлення та обслуговування. Одним з варіантів долання цього недоліку є модернізована конструкція з підвищеною ефективністю дроблення та простим обслуговуванням, а саме додатковим встановленням пластин з увігнуто-опуклою формою на поверхні дробарки [2].

В даній конструкції зношені елементи валків можна замінювати без заміни самих валків, що скорочує час обслуговування.

Модернізований валок (рис. 1, 2), конструкція якого розроблена на базі розглянутого патенту, складається з пари нерухомих коліс, опорних стрижнів, верхнього та нижнього барабанів, а також з двох видів дробильних пластин, що комплектуються наборами з 5 однакових.

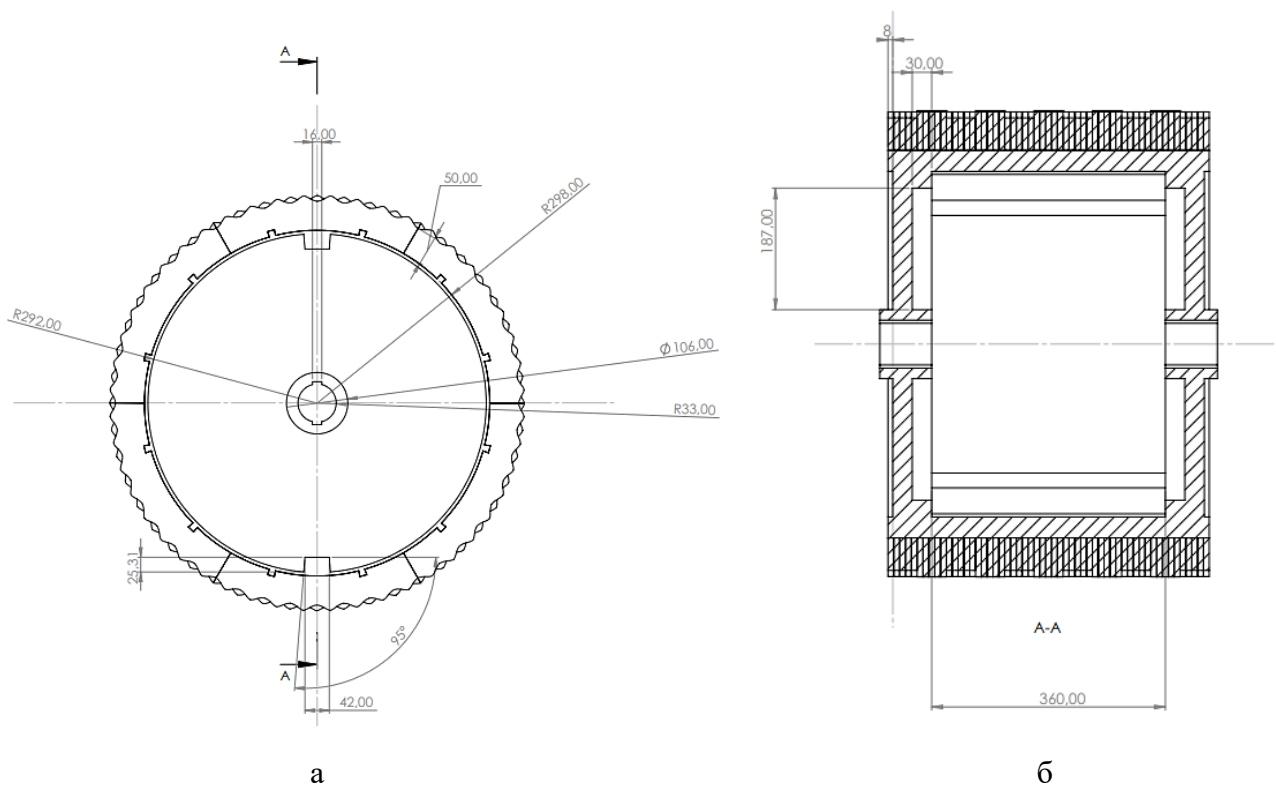


Рисунок 1 – Валок з пластинами зацепних ребер [2]:

а – вигляд валка справа; б – повздовжній розріз конструкції валка

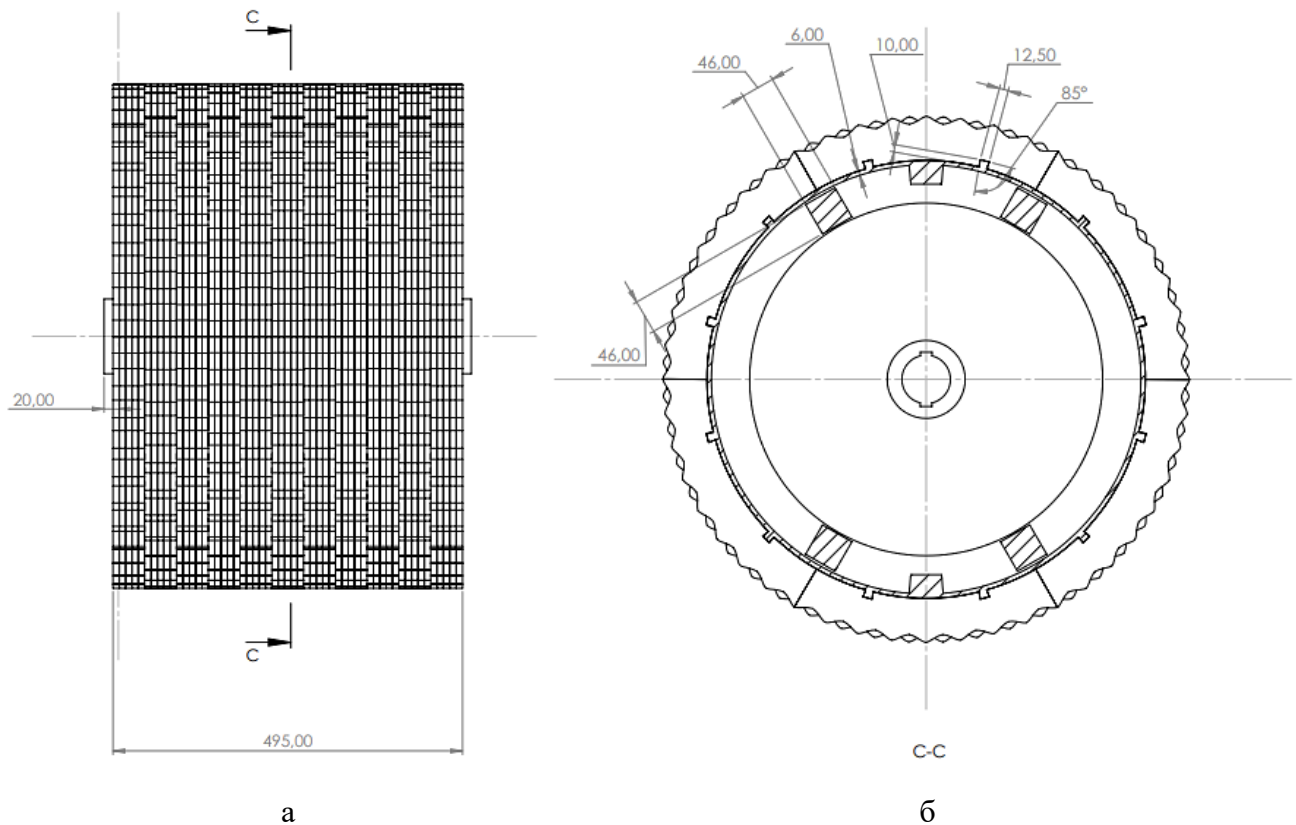


Рисунок 2 – Валок з пластинами зачепних ребер (продовження):
а – загальний вид конструкції; б – поперечний розріз конструкції валка

В даній модернізації валки йдуть з пластинами по всій окружності, матеріал розміщується у вхідному пазу подрібнювального елемента, так що простір, в який можна вводити відходи, розширюється, тим самим легко подрібнюючи відходи певного діаметра або більше. Оскільки дробильна частина сформована з декількох дробильних фрагментів, які розділені на рівні ділянки, у разі часткового зносу можна замінити лише зношену деталь.

Висновок. Розглянуте технічне рішення дозволить підвищити ефективність роботи за рахунок скорочення часу заміни та зменшення витрат на технічне обслуговування та ремонт. Зачепні ребра в дробильних вкладишах, що утворюють дробильну секцію, встановлені так, що вони перетинаються. Кількість зачепних ребер в рушійних і пасивних пластинах різна, що запобігає зносу дробильної секції і продовжує термін служби валкової дробарки.

Перелік посилань

1. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник / І. В. Коваленко, В. В. Малиновський. Київ : Інрес : Воля, 2005. 264 с.
2. Roll Crusher having a concavo-convext : Patent № KR101452580B1 South Korea / 이명섭. Priorities KR1020120093982A, 27.08.2012, Publication 07.03.2014.