

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

До захисту допущено

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ **О.В.Гондлях**

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Дипломний проект**  
**на здобуття ступеня бакалавра**

зі спеціальності 133 – *галузеве машинобудування*

на тему: « Конусна дробарка з модернізацією конусу »

---

---

---

**Студент групи** IV к. ЛП-п81 \_\_\_\_\_ **Пантопель Олександр Васильович** \_\_\_\_\_  
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

**Керівник проекту:**

проф., д.т.н., Щербина В. Ю. \_\_\_\_\_  
(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали) (підпис)

**Консультанти з питань**

---

**МОДЕРНІЗАЦІЇ** \_\_\_\_\_ **Щербина В.Ю.**

**ТЕХ. МАШ.** \_\_\_\_\_ **Борщик С.О.**

**РЕЦЕНЗЕНТ** \_\_\_\_\_

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

Студент (-ка) \_\_\_\_\_

Київ 2021 рік

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

**Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – *133 Галузеве машинобудування*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ **О.В.Гондлях**

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект студенту**

**Пантопелю Олександрю Васильовичу**

1. Тема проекту « Конусна дробарка з модернізацією конусу », керівник проекту Щербина Валерій Юрійович, проф., д.т.н, затверджені наказом по університету від « . » 202 р. №

2. Термін подання студентом проекту 2021р.

3. Вихідні дані до проекту

Частота обертання ексцентрикового вала; Початковий розмір матеріалу; Кінцевий розмір матеріалу; Продуктивність; Висота; Ширина; Довжина;

4. Зміст пояснювальної записки

Вступ; 1. Призначення та галузь застосування виробу, який проектується; 2. Технічна характеристика; 3. Призначення і опис конструкції, принципу дії машини; 4. Літературно – патентний огляд машини з метою вибору модернізації деталі (вузла); 5. Охорона праці; 6. Очікувані механіко – економічні показники та висновки; **ВИСНОВКИ**

5. Перелік графічного матеріалу

1. Технологічна лінія виготовлення щебеню; 2. Загальний вигляд конусної дробарки; 3. Модернізація рухомого конуса; 4. Різцетримач; 5. 3D модель та розрахункова сітка модернізованого рухомого конуса; 6. Плакат результатів розрахунку; 7. Кріпильна втулка

## 6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<b>МОДЕРНІЗАЦІЇ</b>			
<b>ТЕХ. МАШИНОБУД.</b>			

7. Дата видачі завдання .....

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання для дипломного проекту	12.04.2021	
2	Проходження переддипломної практики	12.04 – 17.05.2021	
3	Літературно – патентний пошук	17.05.2021	
4	Виконання параметричних розрахунків	18.05.2021	
5	Виконання креслення загального вигляду	19.05.2021	
6	Виконання креслення технологічної лінії	20.05.2021	
7	Виконання креслення модернізації	21.05.2021	
8	Виконання кінематичних розрахунків	22.05.2021	
9	Виконання розрахунків на міцність	23.05.2021	
10	Виконання розрахунку на міцність в програмі ANSYS	24.05.2021	
11	Виконання розділу Технологія Машинобудування	25.05.2021	
12	Виконання плакату результатів розрахунку	26.05.2021	
13	Виконання креслення Різцетримача	27.05.2021	
14	Виконання висновку по ДП	28.05.2021	
15	Виконання розділу Охорона праці	29.05.2021	
16	Виконання МК, КЕ, ОК для розділу Технологія Машинобудування	30.05.2021	

Студент

Пантопель Олександр Васильович

Керівник проекту

Щербина Валерій Юрійович

**Пояснювальна записка**  
**до дипломного проекту**  
**на тему: « Конусна дробарка з модернізацією конусу »**

## Зміст

Реферат з ключовими словами (українська мова).....	6
Реферат з ключовими словами (російська мова).....	7
Реферат з ключовими словами (англійська мова) .....	8
Перелік умовних позначень.....	9
1. Пояснювальна записка /ПЗ/ ЛПп81.053116.000 –70ПЗ .....	11
2. Розрахунки /РР/ ЛПп81.053116.000 –70РР.....	38
3. Технологія машинобудування /ТМ/ ЛПп81.053116.000 –70ТМ .....	50
Висновки по дипломному проекту .....	64
Перелік джерел інформації .....	65
ДОДАТКИ .....	67

					<b>ЛПп81.053116.000 –70ПЗ</b>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>		Пантопель			<b>Конусна дробарка з модернізацією конусу</b>	<i>Літера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір</i>		Щербина				у	2	28
<i>Н. Контр.</i>					<b>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ</b>			
<i>Утв</i>								

## Реферат

Бакалаврський дипломний проект зроблено на тему « Конусна дробарка з модернізацією конусу ».

Об'єкт завдання: « Конусна дробарка ».

Мета проекту – розробка і проектування дипломного проекту, та згідно технічного завдання: конусна дробарка з модернізацією конусу, на основі існуючих промислових аналогів; визначення можливостей і здійснення модернізації рухомого конуса.

Пояснювальна записка дипломного проекту складається:

Вступ, 6 розділів , висновки , 19 джерел зі списку літератури і 20 с. додатків, рисунків, і таблиць. Загальний обсяг записки становить 83 сторінки. Графічна частина вміщує 4 креслення формату А1, 1 креслення формату А4 і двух плакатів.

Проект містить опис технологічного процесу, в якому приймає участь конусна дробарка з модернізацією конусу, розглянуто призначення машини та місце в технологічній схемі.

У роботі надані технічні характеристики, розглянута конструкція і принцип дії конусної дробарки середнього подрібнення, виконані параметричні, кінематичні, розрахунки на міцність і розрахунку на міцність в системі ANSYS, які підтверджують працездатність та надійність конструкції машини.

У проекті було зроблено літературно – патентний пошук конусна дробарка з модернізацією конусу з метою обрання варіанта модернізації рухомого конуса. В результаті пошуку обрано модернізацію рухомого конуса зі зміною форми ступінчастих спусків для кращого подрібнення матеріалу модернізованої машини.

Також у бакалаврському дипломному проекті розглянуто відповідність розроблюваної машини вимогам охорони праці та очікувані механіко – економічні показники та висновки. **Ключові слова:** Конусна дробарка з модернізацією конусу, рухомого конуса.

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

## Реферат

Бакалаврский дипломный проект создан на тему « Конусная дробилка с модернизацией конуса » .

Объект задачи: « Конусная дробилка » .

Цель проекта – разработка и проектирование дипломного проекта, та согласно технического задания, конусная дробилка, на основе существующих промышленных аналогов; определения возможностей и осуществления модернизации подвижного конуса .

Пояснительная записка дипломного проекта состоит:

Вступление, 6 разделов, заключения, 19 источников из списка литературы и 20 с. приложений, рисунков и таблиц. Общий объем записки составляет 82 страницы. Графическая часть содержит 4 чертежи формата А1, 1 чертеж формата А4 и двух плакатов.

Проект содержит описание технологического процесса, в котором принимает участие конусная дробилка с модернизацией конуса, рассмотрены назначения машины и место в технологической схеме .

В работе представлены технические характеристики, рассмотрена конструкция и принцип действия конусной дробилки среднего дробления, выполненные параметрические, кинематические, прочностные и расчета на прочность в системе ANSYS, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции машины .

В проекте было сделано литературно – патентный поиск конусная дробилка с модернизацией конуса с целью избрания варианта модернизации подвижного конуса. В результате поиска избран модернизацию подвижного конуса с изменением формы ступенчатых спусков для лучшего измельчения материала модернизированной машины.

Также в бакалаврском дипломном проекте рассмотрено соответствие разрабатываемой машины требованиям охраны труда и ожидаемые механико – экономические показатели и выводы. **Ключевые слова:** Конусная дробилка с модернизацией конусу, подвижного конуса.

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

ЛПп81.053116.000 –70ПЗ

Лист

7

## Abstract

The bachelor's thesis project was made on the topic " Cone crusher with cone modernization ".

Task object: " Cone crusher ".

The purpose of the project is the development and design of a diploma project, and according to the terms of reference, a cone crusher, based on existing industrial analogues; identification of capabilities and implementation of the modernization of the movable cone.

The explanatory note of the diploma project consists of:

Introduction, 6 chapters, conclusions, 19 sources from the bibliography and 20 p. applications, figures and tables. The total volume of the note is 82 pages. The graphic part contains 4 drawings of A1 format, 1 drawing of A4 format and two posters.

The project contains a description of the technological process in which the cone crusher with modernization of the cone takes part, the purpose of the machine and the place in the technological scheme are considered.

The technical characteristics, the design and the principle of operation of the cone crusher of average grinding are considered, parametric, kinematic, calculations on durability and calculations on durability in the ANSYS system which confirm working capacity and reliability of a design of the car are executed.

In the project the literary – patent search of the cone crusher with modernization of a cone was made for the purpose of a choice of a variant of modernization of a mobile cone. As a result of the search, the modernization of the movable cone with the change of the shape of the step descents was chosen for better grinding of the material of the modernized machine.

Also in the bachelor 's diploma project the conformity of the developed machine to the requirements of labor protection and the expected mechanical and economic indicators and conclusions are considered. **Keywords:** Cone crusher with cone modernization, movable cone.

## Перелік умовних позначень

- $n$  – Частота обертання ексцентрикового вала, об/хв;  
 $\Pi$  – Продуктивність, м<sup>3</sup>/год;  
 $L$  – довжина конусної дробарки, мм;  
 $S$  – ширина конусної дробарки, мм;  
 $H$  – висота конусної дробарки, мм;  
 $d_n$  – Нижній діаметр рухомого конуса, мм;  
 $e$  – Мінімальний зазор між конусами на виході з дробарки, мм;  
 $D_n$  – Нижній діаметр не рухомого конуса, мм;  
 $L_{зп}$  – Довжина зони паралельності, мм;  
 $D_{сер}$  – Максимальний зазор між конусами на вході в дробарку, мм;  
 $N$  – Потужність двигуна, кВт;  
 $h$  – Висота рухомого конуса, мм;  
 $d_b$  – Верхній діаметр конуса, мм;  
 $\omega_1$  – Кутова швидкість електродвигуна, об/хв;  
 $i$  – Передавальне відношення приводу;  
 $i_1$  – Передавальне відношення зубчастої передачі;  
 $i_{заг}$  – Загальне передавальне відношення приводу;  
 $n_3$  – Частота обертання веденого вала, об/хв;  
 $\omega_3$  – Кутова швидкість веденого вала, об/хв;  
 $T_1, T_3$  – Обертові моменти на привідному і веденому валах, Нм;  
 $P_3$  – Потужність привода, кВт;  
 $Q_{max}$  – Максимальне зусилля дроблення, кН ;  
 $R_e, R_r$  – Реакції опор, що діють ексцентрикову втулку, кН;  
 $M_e$  – Момент опору тертя, кН;  
 $M_u$  – Епюра згинального моменту для ділянки АВ, кН;  
 $M_{u_1}$  – Епюра згинального моменту для ділянки ВС, кН;  
 $\sigma_u$  – Межа міцності для ділянки АВ, МПа;  
 $\tau_{кр}$  – Жорсткість при крученні, МПа;

$V$  – Розрахункова швидкість різання, об/хв;

$K_{Mv}$  – Коефіцієнт, враховуючий вплив матеріалу заготовки;

$K_v$  – Коефіцієнт швидкості;

$n_p$  – Розрахункове значення частоти обертання шпінделя, яке допускається стійкістю різця, об/хв;

$n_\phi$  – Фактична частота обертання шпінделя на верстаті, об/хв;

$V_\phi$  – Фактична швидкість різання, об/хв;

$S_M$  – Хвилина подача, мм/хв;

$K_{Mr}$  – Коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу;

$K_p$  – Поправковий коефіцієнт, що враховує умови різання;

$P_z$  – Головна складова сили різання, Н;

$N_p$  – Потужність різання, кВт;

$W'$  – Момент від сили затиску, Н;

$W''$  – Необхідна сила затиску, Н;

$W_1$  – Величина зусилля затиску, Н;

$l_k$  – виліт кулачка, відстань від середини робочої поверхні змінного кулачка до середини направляючої постійного кулачка, мм;

$f$  – коефіцієнт тертя в напрямних постійного кулачка і корпусу;

$H_d$  – товщина змінного кулачка, мм;

$H_K$  – товщина постійного кулачка, мм;

$i_c$  – Передавальне відношення по силі затискного механізму;

$l$  – Довжина заготовки, мм;

$P_Y$  – Сила прагне вивернути заготовку з кулачків, Н;

$Q$  – Зусилля, Н;

$D_n$  – Зовнішній діаметр патрона, мм;

## Зміст

Вступ .....	12
1. Призначення та галузь застосування виробу, який проектується .....	13
2. Технічна характеристика .....	15
3. Призначення і опис конструкції, принципу дії машини .....	16
4. Літературно – патентний огляд машини з метою вибору модернізації деталі (вузла) .....	19
5. Охорона праці та навколишнього середовища .....	31
6. Очікувані механіко – економічні показники та висновки .....	36
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	<b>37</b>

					<b>ЛПп81.053116.000 –70ПЗ</b>						
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>							
<i>Розроб</i>		Пантопель			<b>Конусна дробарка з модернізацією конусу</b>						
<i>Перевір</i>		Щербина									
<i>Н. Контр.</i>											
<i>Утв</i>											
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"><i>Літера</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Лист</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Листів</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">у</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">26</td> </tr> </table>	<i>Літера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>	у	1	26
<i>Літера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>									
у	1	26									
					<b>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ</b>						

## Вступ

Конусна дробарка – це машина безперервної дії, в якій матеріал дробиться роздавлюванням, зламом, частковим стиранням між ексцентрично розташованими дроблячими частинами, виконаними по формі зрізаних конусів і працюють безперервним натисканням, дроблять конуса. [17],[18]

Основною **перевагою** конусних дробарок є робочий процес безперервний, в результаті чого досягається висока продуктивність при невеликих витратах енергії. Зниженню енергоємності сприяє округла форма дроблячих частин машини, завдяки, якій матеріал руйнується не тільки роздавлюванням, але також внаслідок менш енергоємних деформацій вигину і зсуву (сколювання).

**Недоліками** конусних дробарок є: Порівняно низька енергоефективність, великі розміри, дорожчий ремонт і непристосованість до подрібнення в'язких матеріалів, дороге виготовлення. При різних фізико – механічних властивостей подрібнювання матеріалу, а також розмірів вихідного матеріалу і готового продукту, обладнання також дуже різноманітне для дроблення матеріалу.

За принципом дії і характером впливу на подрібнення матеріалу в цих машинах використовуються наступні способи руйнування: роздавлювання, коли матеріал руйнується внаслідок деформації стиснення, розколювання, удар, стирання. У конусних дробарках матеріал дробиться роздавлюванням, зламом, частковим стиранням між ексцентрично розташованими дроблячими частинами, виконаними по формі зрізаних конусів і працюють безперервним натисканням дроблять конуса.

В проекті передбачається зробити вибір і розрахунок основних параметрів конусної дробарки, з метою дипломного проекту зробити модифікацію рухомого конуса та виконати розрахунок. Актуальним є питання модернізації рухомого конуса для підвищення ступеня подрібнення матеріалу.

## 1. Призначення та галузь застосування виробу, який проектується

Конусні дробарки для середнього (КСП) і дрібного (КДП) подрібнення значно відрізняються від дробарок крупного подрібнення насамперед профілем камери подрібнення, який утворюється нерухомим розширеним донизу конусом, що сприяє отриманню рівномірного за крупністю продукту. [15]

Дробарки КСП і КДП використовуються на другій і наступних стадіях подрібнення міцних абразивних гірських порід. За конструкцією ці дробарки, як правило, однакові за винятком камери подрібнення. Відмінність полягає в тому, що дробарки КСД мають менший розмір вивантажувальної щілини та збільшену довжину паралельної зони подрібнення. Основна їхня відмінність від шоккових полягає в тому, що в них відсутній холостий хід. Після того, як шматки матеріалу різної фракції потрапляють в дробарку, вони роздавлюються між двома рухомими напівконусів і нерухомою чашею.

Залежно від характеристики перероблення кам'яних порід та виробленої продукції підприємства промисловості будівельних матеріалів відрізняються різними технологічними схемами і різними потужностями підприємств.

Вони підрозділяються:

- а) на дробильно – сортувальні заводи, переробні кам'яні породи в щебінь, продуктивністю 400, 600, 1200 і 2400 тис. м<sup>3</sup> щебеню в рік;
- б) на гравійно – сортувальні заводи, переробні гравійна – піщану суміш і випускають сортовані (фракціонований) гравій, щебінь з валунів і великого гравію, а також класифікований пісок, продуктивністю 500, 1000 і 2000 тис. м<sup>3</sup> гравію, щебеню і піску в рік;
- в) на цехи по збагаченню піску продуктивністю 400 і 700 тис. м<sup>3</sup> на рік.

Двох стадійна схема дроблення набула найбільшого поширення на заводах середньої і великої продуктивності. Це викликано тим, що з вихідного матеріалу

розміром більше 1000 мм практично важко за одну стадію дроблення отримати готовий продукт необхідної крупності. Слід також враховувати, що кількість шматків в подрібнюваністю матеріалі буде значним і потребують установки дробарки середнього дроблення.

Продуктивність заводу приблизно 600 тис. на рік. Матеріал в шматках розміром 0 – 750 мм подається з кар'єру автосамосвалами і розвантажується в приймальний бункер, який зверху має колосникові ґрати для затримки шматків каменю розміром більше 500 мм.

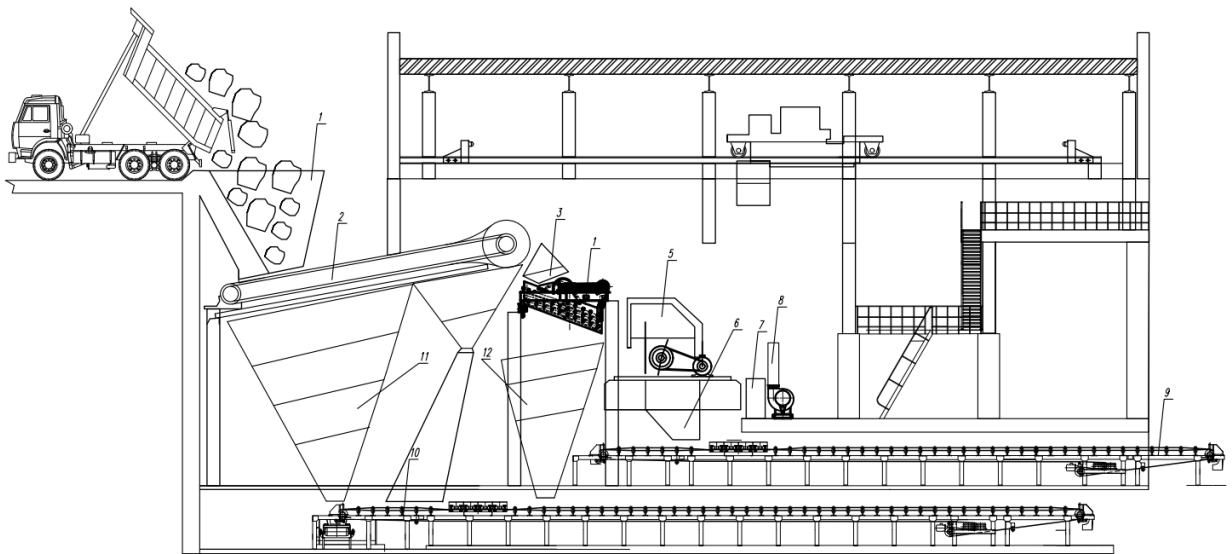


Рис.1 – Загальний вигляд лінії для переробки щебеню

- 1 – приймальний бункер;
- 2 – живильник;
- 3 – приймальна лійка;
- 4 – грохот;
- 5 – конусна дробарка;
- 6 – розвантажувальна лійка;
- 7 – аспіраційне укриття;
- 8 – аспіраційний повітрепровід;
- 9,10 – конвеєри подрібненого та підрешітного продукту;
- 11,12 – бункери для просипаного та підрешітного матеріалу.

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

## 2. Технічна характеристика

В Таблиці 2.1 представлені технічні характеристики конусної дробарки

Таблиця 2.1 Технічна характеристика екструдера

№	Назва параметру	Позначення параметру	Одиниці виміру	значення
1	Частота обертання ексцентрикового вала	n	об/хв	44
2	Початковий розмір матеріалу	–	мм	150
3	Кінцевий розмір матеріалу	–	мм	20 – 50
4	Продуктивність	П	м <sup>3</sup> /год	80
5	Габаритні розміри	L	мм	3872
		S	мм	2266
		H	мм	3040

### 3. Призначення і опис конструкції, принципу дії машини

Рухомий конус дробарки 2 встановлений у станині 1 на підп'ятнику 12, а вал 18 рухомого конуса – в ексцентриковій втулці 17. У верхній частині рухомий конус має розподільну тарілку 6, що дозволяє рівномірно розподіляти матеріал в камері подрібнення. Корпус 5 нерухомого конуса виконаний з різьбою і виступом 22, який входить у паз корпусу 7 і з'єднаний різьбою з опірним кільцем 3, закріпленим на фланці 2 станини пружинами 13. Залежно від типорозміру дробарки таких пружин може бути 20...30. Привод дробарки 14 складається з клинопасової передачі, вала 15 і конічної зубчатої передачі 16. [1]

У разі необхідності регулювання вивантажувальної щілини гідроциліндрами 19 і 21 відпускають контргайку 10, при цьому корпус 5 не обертається по різьбі опорного кільця 3, оскільки корпус 7, що з'єднаний з корпусом 5 виступом 22, стримується собачкою 4. Потім собачка 4 гідроциліндром 23 виводиться із зачеплення, а собачка 9 гідроциліндром 20 зчеплюється із зубчатим вінцем 8 і контргайка 10 з'єднується з корпусом 5. При обертанні контргайки 10 одночасно повертається корпус по різьбі кільця 3, змінюючи розмір вихідної щілини дробарки. Після закінчення регулювання собачка 9 виводиться із зчеплення, а собачка 4 входить у зчеплення із зубчатим вінцем 8 і гідроциліндри 19 і 21 затягують контргайку 10.

Основними розрахунковими параметрами КСП і КДП є:

- частота обертання ексцентрикового стакана або число хитань рухомого конуса;
- продуктивність;
- зусилля, що витрачаються на подрібнення;
- потужність.

Частоту обертання ексцентрикового стакана визначають виходячи з таких допущень:

- а) куски подрібнюваного матеріалу ковзають поверхнею дробильного конуса під дією сили ваги;
- б) кожний кусок подрібнюваного матеріалу за час проходження паралельної зони має бути стиснутим дробильними поверхнями конусів не менше одного разу.

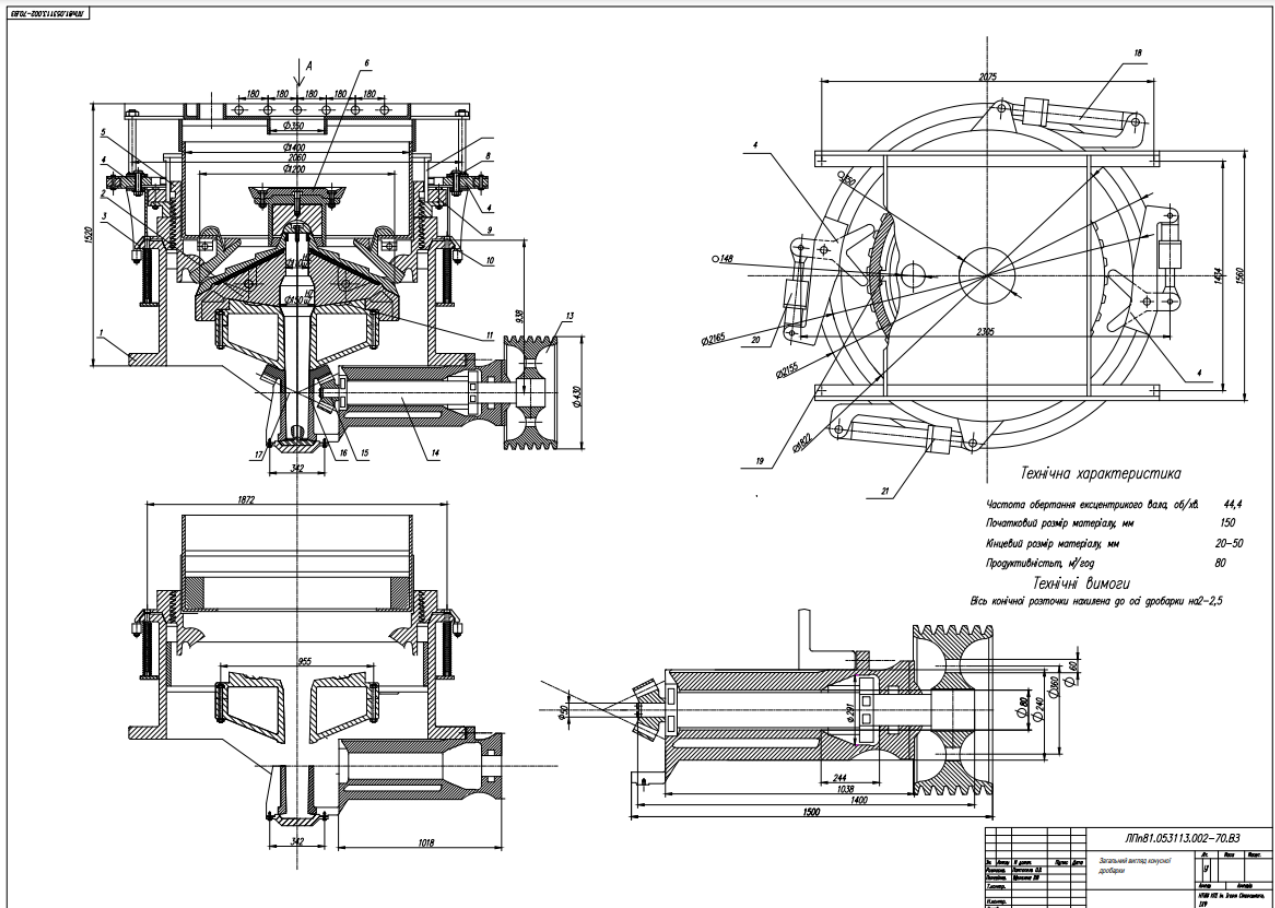


Рис.2 – Загальний вигляд конусної дробарки

- 1 – Станина;
- 2 – Рухомий конус;
- 3 – Опорне кільце;
- 4 – Собачка;
- 5 – Корпус нерухомого конуса;
- 6 – Розподільна тарілка;
- 7 – Паз корпусу;
- 8 – Зубчасте вінце;
- 9 – Палець;

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

- 10 – Контргайка;
- 11 – Фланец станини;
- 12 – Підп'ятник
- 13 – Пружина;
- 14 – Привід дробарки;
- 15 – Вал;
- 16 – Конічна зубчаста передача;
- 17 – Втулка ексцентрикова;
- 18 – Вал рухомого конуса;

					<b>ЛПп81.053116.000 –70ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		18

#### **4. Літературно-патентний огляд машини з метою вибору модернізації деталі (вузла)**

Конусна дробарка з модернізацією конусу представлено 4 патенти і їх опис, використано для модернізації рухомого конуса патент з джерела [5] .

##### **Джерело [3]**

Корисна модель відноситься до механізмів для подрібнення матеріалів в різних галузях промисловості. Може використовуватися на підприємствах харчової, гірничодобувної, будівельної і інших галузях промисловості. Відомий пристрій для подрібнення матеріалів [ АС СРСР № 1481988А1, кл В02 С2/02, 1987], що складається з конуса із зовнішнім подрібнюючим конусом, всередині якого міститься внутрішній подрібнюючий конус, спряжений через сферичний підшипник з гнучким валом привода. [3]

Недоліком конструкції є низька продуктивність і великі питомі енерговитрати. Також відомий пристрій для подрібнення матеріалів [ АС СРСР № 1827280А1, кл В 02 С 2/00, 1993, Бюл № 26 ], що складається з зовнішнього і внутрішнього конусів, які обертаються. Конуси оснащені самостійними приводами.

Недоліком конструкції є складність конструкції і не достатня подрібненість продукції. Вібраційна конусна дробарка [ Патент RU № 2038845С1, кл 6 В 02 С 2/04, 1995, Бюл № 19 ] взятий по більшості ознак, що співпадають, за прототип. Пристрій складається з нерухомого зовнішнього конуса і рухомого подрібнюючого конуса, встановленому на корпусі з вертикальним валом з можливістю коливатись від привода, який виконаний у вигляді планетарної зубчастої передачі з двома паралельними валами з сателітами.

Недоліком наведеного пристрою є невисока ефективність подрібнення і продуктивність за рахунок зависання матеріалу і ковзання його по конусним поверхням.

В основу корисної моделі поставлено задачі удосконалення пристрою для подрібнення матеріалу і підвищення продуктивності шляхом встановлення на твірних зовнішнього і внутрішнього конусів пластин під кутом до вертикальної осі, за рахунок чого виникає додаткова сила, яка проштовхує матеріал вниз. При цьому не спостерігається явище проковзування матеріалу по поверхням конусів. Вібраційна конусна дробарка включає нерухомий зовнішній конус і рухомий подрібнюючий конус, встановлений в корпусі на вертикальному валу з можливістю коливань від привода.

Згідно корисної моделі на твірних зовнішнього нерухомого і подрібнюючого рухомого конусів встановлено під кутом до вертикальної осі і нахилом в різні сторони, пластини, зазор між якими по їх довжині постійний. Причинно – наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та очікуваним результатом полягає в наступному: Оскільки конструкцією передбачено виконання на твірних зовнішнього нерухомого і подрібнюючого рухомого конусів під кутом до вертикальної осі і нахилом в різні сторони пластин, то можна стверджувати, що внаслідок такого конструктивного виконання, сила яка діє на частинку між пластинами буде переміщувати її донизу, внаслідок чого суттєво збільшується продуктивність пристрою. За рахунок наявності пластин на твірних зовнішнього і внутрішнього конусів буде усунуте явище проковзування частинок по робочих поверхнях конусів. Окрім цього можна одержати рівномірний фракційний склад подрібнених частинок.

На Рис.1 – зображено загальний вид пристрою вид збоку в розрізі.

На Рис.2 – зображено розташування пластин на твірних конусів.

Пристрій до подрібнення матеріалів складається з підпружиненої обичайки 1, зовнішнього конуса 2, спряженого за допомогою упорної різьби з фланцем 3, подрібнюючого конуса 4, закріпленого на корпусі 5, вертикального вала 6, встановленого на амортизуючій основі 7. Вертикальний вал спряжений за допомогою ланцюгової муфти 8, і пасової передачі 9 з двигуном 10.

Пристрій працює наступним чином. Обертання від двигуна 10 передається через пасову передачу 9 і ланцюгову муфту 8 вертикальному валу 6. При подачі матеріалу в простір дробарки між зовнішнім нерухомим конусом 2 і подрібнюючим рухомим конусом 4, він переміщується донизу і додатково притискається пластинами 11 встановленими на нерухомому конусі 2 і пластинами 12 встановленими на рухомому подрібнюючому конусі 4. Пластини встановлені під кутом до вертикальної осі і нахилом в різні сторони. Подрібнений матеріал потрапляє на вібруючий лоток 13 і виводиться по каналу 14. Дана конструкція пристрою дозволяє суттєво підвищити продуктивність і ефективність процесу подрібнення матеріалу.

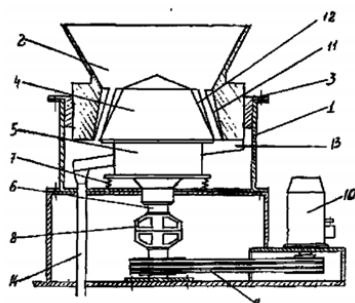


Рис.1



Рис.2

### Джерело [4]

Корисна модель відноситься до галузі подрібнення конусними ексцентриковими дробарками і може бути використана в гірничо – рудній, будівельній та інших галузях промисловості. [4]

Відома дробарка середнього і дрібного подрібнення з діаметром основи рухомого конуса 2200 мм, що включає корпус з нерухомим зовнішнім конусом, у якому розміщений рухомий конус з валом, що опирається на корпус за допомогою сферичної опори та ексцентрика, і амортизуючі елементи, [ див, наприклад, « Конусні дробарки » авторів Ю. А. Муйземнек і ін Видавництво «Машинобудування», М – ,1970, стор 176, мал 105 ]. У дробарках цієї конструкції кінцевий хвостовик вала рухомого конуса розміщений безпосередньо в ексцентрику, тому ексцентриковий вузол не забезпечує самоустановлювання

елементів, що сполучаються, а це знижує надійність роботи. Відома також конусна дробарка, що містить корпус з нерухомим зовнішнім конусом, у якому розміщений рухомий конус з валом, що опирається на корпус за допомогою сферичної опори та ексцентрика, і амортизуючі елементи.

Ексцентриковий вузол такої дробарки містить самоустановлювальний стакан (втулку) і розміщений у ньому хвостовик вала рухомого конуса, який має бочкоподібну шийку, що забезпечує самоустановлювання елементів, які сполучаються [ див, наприклад опис до авторського свідоцтва СРСР №1719055, МПК В02С2/04. ] По сукупності суттєвих ознак вищезгадана конусна дробарка є найбільш близькою до заявленої і може бути прийнятою за прототип.

Недолік відомої конструкції – відсутність регулювання ексцентриситету і взаємного розташування геометричних осей нерухомого зовнішнього конуса і рухомого конуса, що не дозволяє ефективно використовувати дробарку для подрібнення матеріалу на дрібні фракції.

Таке подрібнення на практиці звичайно виконується млинами першої стадії здрібнювання, що мають менший коефіцієнт корисної див.основу корисної моделі покладена задача – підвищити ефективність використання дробарки за рахунок забезпечення подрібнення матеріалу на дрібні фракції. Ця задача вирішена за рахунок технічного результату, що полягає в забезпеченні можливості регулювання взаємного розташування геометричних осей нерухомого зовнішнього конуса і рухомого конуса у широкому діапазоні, у тому числі зміни кута між ними і розташування їх у різних площинах ( схрещення осей ) у конусній дробарці, виконаній за схемою « консольний вал з нижнім обпиранням ».

Для досягнення цього технічного результату в конусній дробарці, що містить корпус з нерухомим зовнішнім конусом, у якому розміщений рухомий конус з валом, що опирається на корпус за допомогою сферичної опори та ексцентрика, і амортизуючі елементи, ексцентрик додатково обладнано двома ексцентричними втулками, які встановлені в його верхній і нижній частинах з

					<b>ЛПп81.053116.000 –70ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		22

можливістю їх обертання навколо власної осі зовнішньої поверхні та фіксацією в заданому стані, при цьому, ексцентрик оснащено додатковою опорою з забезпеченням обпирання його верхньої частини на корпус, крім того, сферична опора встановлена під валом рухомого конуса, а амортизуючі елементи встановлені під сферичною опорою. Між відмітними ознаками і технічним результатом є причинно – наслідковий зв'язок. Більш широкий діапазон регулювання взаємного розміщення геометричних осей рухомого конуса і нерухомого зовнішнього конуса, а також виконання дробарки за схемою консольний вал з нижнім обпиранням забезпечується: наявністю двох додаткових ексцентричних втулок у вузлі ексцентрика; розташуванням сферичної опори під валом рухомого конуса. Додатково до цього за рахунок установки амортизуючих елементів під сферичною опорою забезпечується ефект – зниження динамічних навантажень на деталі дробарки.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де: на Рис.1 показана дробарка конусна в перерізі. Конусна дробарка складається з корпусу 1 з нерухомим зовнішнім конусом 2, у якому розміщений рухомий конус 3 з валом 4, що опирається на корпус 1 за допомогою сферичної опори 5 та ексцентрика 6. Для обертання ексцентрика 6 на його зовнішній поверхні встановлено зубчасте колесо 7, що знаходиться в зчепленні з привідною шестернею 8. Ексцентрик 6 опирається на корпус 1 через нижню опору 9 і додаткову верхню опору 10. Для опиравання вала 4 всередині ексцентрика 6 встановлено додатково ексцентричні втулки 11 і 12, відповідно в верхній і нижній частинах ексцентрика. Для забезпечення рівномірного контакту вала 4 зі втулками 11 і 12 на його нижній частині встановлена втулка 13, що взаємодіє з бочкоподібною поверхнею вала 4, а втулка 11 виконана з бочкоподібною зовнішньою поверхнею. Втулка 13 встановлена всередині втулки 12. Ексцентричні втулки 11 і 12 встановлені з можливістю їх обертання навколо власної осі зовнішньої поверхні та фіксації в заданому стані відносно ексцентрика 6, наприклад з допомогою шпонок 14.

Під столом 15, на якому встановлено сферичну опору 5, закріплені амортизуючі елементи 16, при цьому, сам стіл встановлений в корпусі 1 з можливістю вертикального переміщення.

Конусна дробарка діє так: Від електродвигуна крутільний момент за рахунок конічної зубчастої пари 7 – 8 передається ексцентрику 6. Ексцентрик 6 за допомогою втулок 11, 12 і 13 надає гіраційний рух валу 4, який нерухомо з'єднаний з рухомим конусом 3 і опирається на сферичну опору 5. Завдяки конструктивному виконанню дробарки за схемою « консольний вал з нижнім обпиранням », наявності двох ексцентрикових втулок 11 і 12, а також наявності додаткової опори 10 ексцентрика 6 і розташуванню сферичної опори 5 і амортизуючих елементів 16 під валом 4 рухомого конуса 3 забезпечується як регулювання кута розвертання ексцентриситету в плані обертанням на той самий кут зазначених втулок, так і регулювання ексцентриситету і кута нахилу геометричної осі рухомого конуса 3 до осі нерухомого зовнішнього конуса шляхом заміни ексцентрика 6 і ексцентрикових втулок 11 і 12. Крім того, динамічні навантаження на деталі дробарки знижені за рахунок того, що амортизуючі елементи 16 розміщені під сферичною опорою 5.

Таким чином, регулювання взаємного розташування геометричних осей рухомого конуса і нерухомого зовнішнього конуса в широкому діапазоні забезпечує налаштування дробарки на необхідний гранулометричний склад готового продукту, що дозволяє використовувати дробарки замість млинів першої стадії здрибнювання, які мають менший коефіцієнт корисної дії.

Усе це істотно спрощує технологічну схему переробки матеріалу за рахунок скорочення кількості агрегатів, що мають меншу ефективність і дає можливість підвищити ефективність використання дробарки за рахунок забезпечення подрібнення матеріалу на дрібні фракції.

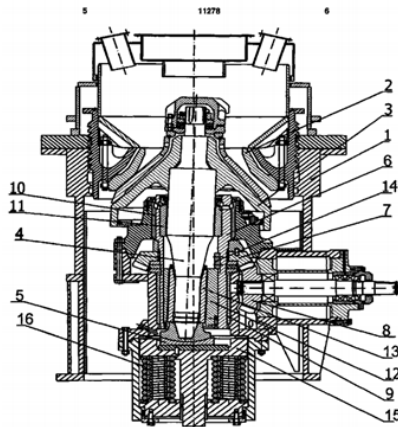


Рис.1

### Джерело [5]

Конусна дробарка – це дробарка, у якій матеріал дроблять, стискаючи його між поверхнями конусів, розташованих один в одному та протилежно направлених вершинами, внутрішній з яких є обертовим.

Незважаючи на складнішу порівняно з щокковими дробарками конструкцію, конусні дробарки часто мають більшу продуктивність завдяки безперервності дії й подрібнення матеріалу одночасно роздавлюванням і згинанням. Вони відрізняються спокійною, зрівноваженою роботою, а також високим ступенем дроблення.

Для удосконалення конструкції конусної дробарки використовуємо джерело [5], і беремо з патента ступінчастий спуск конуса для удосконалення.

Задачею даного винаходу є також створення конусної дробарки, яка менш чутлива до розподілу розмірів матеріалу, що подається, ніж відомі дробарки.

Ця задача вирішена за допомогою конусної дробарки вказаного на початку виду, яка характеризується тим, що внутрішній корпус має щонайменше одну додаткову дробильну поверхню, яка в горизонтальній проекції і при розгляданні в першому напрямку має зменшувану відстань до вказаної центральної осі, і яка на першому кінці, який розташований у вихідного кінця додаткової дробильної поверхні відносно першого напрямку, розташована з утворенням першої відстані

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

корпусу до зовнішнього корпусу, і на другому кінці, який розташований у вхідного кінця додаткової дробильної поверхні відносно першого напрямку, розташована з утворенням другої відстані корпусу до зовнішнього корпусу, при цьому друга відстань між корпусами менша вказаної першої відстані корпусу, так, що об'єкти мають значно більший розмір, ніж середній розмір. Згідно з одним переважним варіантом виконання, внутрішній корпус має щонайменше одну полицю, що проходить навколо внутрішнього корпусу, при цьому на вказаній полиці передбачений виступ з додатковою дробильною поверхнею, друга відстань між корпусами становить 10 – 60% першої відстані між корпусами. Конусна дробарка, що має корпуси цього типу, є дуже придатною для дрібного дроблення, тобто дроблення матеріалу, який спочатку має відносно дрібні зерна.

Згідно з іншим переважним варіантом виконання, додаткова дробильна поверхня проходить вздовж висоти у вертикальному напрямку, яка становить щонайменше 40% повної висоти у вертикальному напрямку, вздовж якої відбувається дроблення матеріалу на внутрішньому корпусі, при цьому друга відстань між корпусами становить 40 – 90% першої відстані між корпусами на рівні верхньої частини внутрішнього корпусу. Конусна дробарка, що має корпуси цього типу, є вельми придатною для дроблення матеріалу, розподіл розмірів якого може змінюватися в широких межах, тобто дроблення матеріалів, які не строго визначені відносно розподілу розмірів. Додаткова дробильна поверхня переважно утворює, при розгляданні в радіальній вертикальній площині і на певному рівні у вертикальному напрямку, кут в  $1 - 30^\circ$  з дробильною поверхнею зовнішнього корпусу на тому ж рівні.

Кут, що перевищує  $9 - 30^\circ$ , пов'язаний з небезпекою, що об'єкти не затискаються між додатковою дробильною поверхнею і зовнішнім корпусом і тому не можуть дробитися бажаним чином. Кут менше  $1^\circ$  означає, що сильно ускладнюється швидкий прохід матеріалу між додатковою дробильною поверхнею і зовнішнім корпусом. Додаткові ознаки і переваги вказаного вище винаходу впливають з наведеного нижче опису і прикладеної формули винаходу.

Нижче наводиться докладний опис винаходу за допомогою прикладів виконання з посиланнями на прикладені креслення, на яких:

Рис.1 – конусна дробарка, що має відповідні привідні, встановлювальні і керуючі пристрої;

Рис.2а – внутрішній корпус, згідно з першим варіантом виконання даного винаходу, на вигляді збоку;

Рис.2b – корпус, показаний на Рис.2а, в похилій ізометричній проекції зверху;

Рис.2с – корпус, показаний на Рис.2а, на вигляді зверху під прямим кутом;

Рис.3 – розріз по лінії III – III в горизонтальній площині внутрішнього корпусу, показаного на Рис.2а, а також зовнішнього корпусу;

Рис.4 – розріз у вертикальній площині частини IV на Рис.1 внутрішнього корпусу і зовнішнього корпусу;

Рис.5а – внутрішній корпус, згідно з другим варіантом виконання даного винаходу, на вигляді збоку;

Рис.5b – корпус, показаний на Рис.5а, в похилій ізометричній проекції зверху;

Рис.5с – корпус, показаний на Рис.5а, на вигляді зверху під прямим кутом;

Рис.6а – розріз по лінії VIa – VIa в горизонтальній площині внутрішнього корпусу, показаного на Рис.5а, а також зовнішнього корпусу;

Рис.6b – розріз по лінії VIb – VIb в горизонтальній площині внутрішнього корпусу, показаного на Рис.5а, а також зовнішнього корпусу;

Рис.6с – розріз по лінії VIc – VIc в горизонтальній площині внутрішнього корпусу, показаного на Рис.5а, а також зовнішнього корпусу;

Рис.7 – розріз у вертикальній площині внутрішнього корпусу, показаного на Рис.5а, а також зовнішнього корпусу.

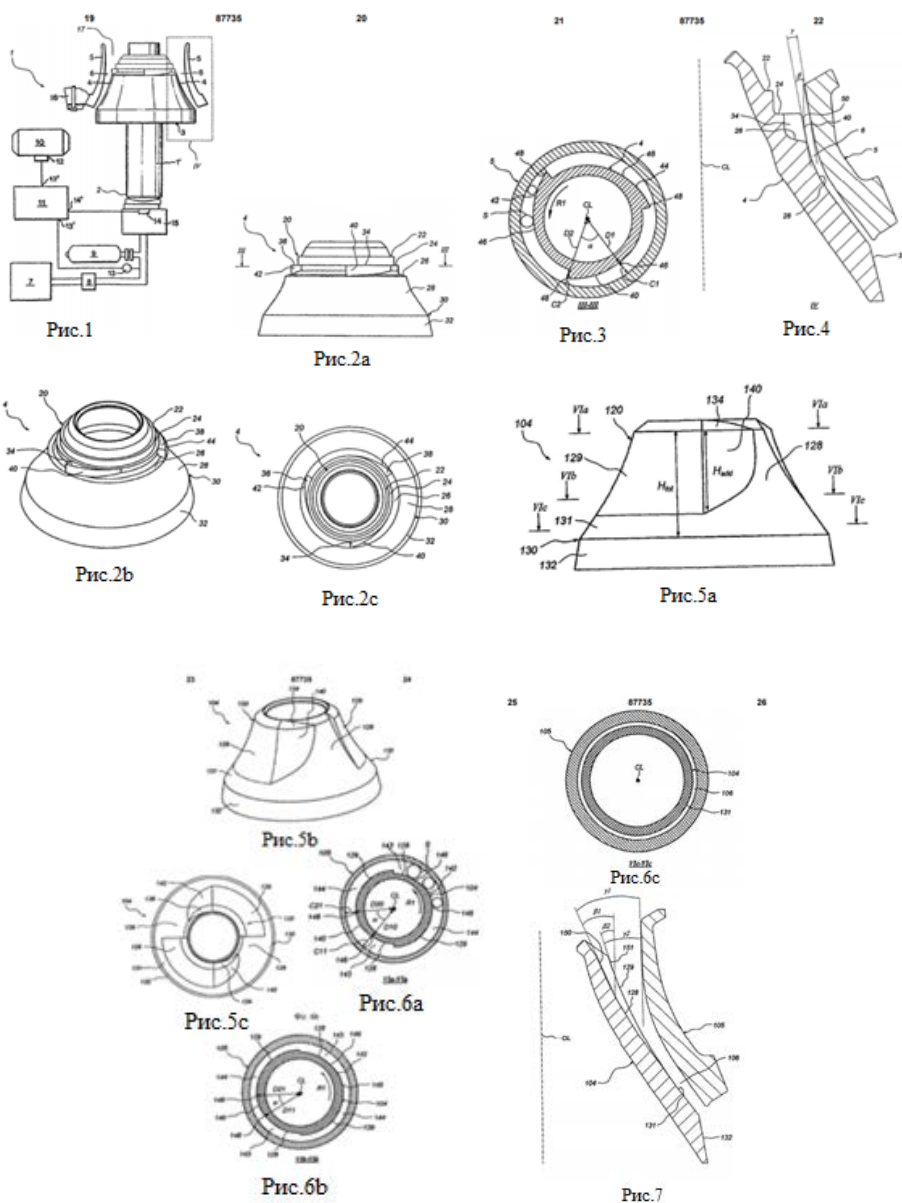
На Рис.1 схематично показана конусна дробарка 1 для дрібного дроблення, при цьому дробарка призначена для максимально більшого зменшення розміру матеріалу, що подається. Дробарка 1 має вал 1', який на нижньому кінці 2 встановлений з ексцентриситетом. На своєму верхньому кінці вал 1' несе дробильну головку 3. Дробильна головка 3 має перший внутрішній дробильний

корпус 4. В машинній рамі 16 встановлений другий зовнішній дробильний корпус 5 так, що він оточує внутрішній дробильний корпус 4. Між внутрішнім дробильним корпусом 4 і зовнішнім дробильним корпусом 5 утворений дробильний зазор 6, який має в осьовому розрізі, як показано на Рис.1, зменшувану ширину в напрямку вниз.

Вал 1' і тим самим дробильна головка 3 і внутрішній дробильний корпус 4 встановлені з можливістю горизонтального переміщення за допомогою гідравлічного встановлювального пристрою, який містить бак 7 для гідравлічної рідини, гідравлічну помпу 8, заповнений газом контейнер 9 і гідравлічний поршень 15. Крім того, з дробаркою з'єднаний електродвигун 10, який під час роботи дробарки 1 приводить у обертання вал 1' і тим самим дробильну головку в маятниковий рух, тобто рух, під час якого два дробильних корпуси 4, 5 зближуються один з одним вздовж обертальної твірної і віддаляються один від одного вздовж діаметрально протилежної твірної. Під час роботи керування дробаркою здійснюється за допомогою керуючого пристрою 11, який через вхід 12' приймає вхідні сигнали з перетворювача 12, встановленого на електродвигуні 10, який вимірює навантаження електродвигуна 10, через вхід 13' приймає вхідні сигнали з перетворювача 13 тиску, який вимірює тиск гідравлічної рідини у встановлювальному пристрої 7, 8, 9, 15, і через вхід 14' приймає сигнали з перетворювача 14 рівня, який вимірює положення вала 1' у вертикальному напрямку відносно машинної рами 16.

Таким чином, у верхню частину 17 дробарки 1 подається матеріал, який потім піддається дробленню в дробильному зазорі 6 між внутрішнім корпусом 4 і зовнішнім корпусом 5 до зменшуваних розмірів, в той час як матеріал рухається вниз через дробильний зазор 6. На Рис.2а-2с показаний внутрішній корпус 4 на вигляді збоку, в ізометричній проекції під нахилом зверху, а також на вигляді прямо зверху. Той же внутрішній корпус 4 можна використовувати для тонкого дроблення, тобто коли матеріал, що подається, має розмір звичайно близько 30 – 80мм, а готовий роздроблений продукт повинен мати розмір близько 0 – 25мм.

У своїй верхній частині 20 внутрішній корпус 4 має верхню першу полицю 22, проміжну другу полицю 24 і нижню третю полицю 26, на яких залишається матеріал перед подачею в дробильний зазор 6. Таким чином, три полиці 22, 24, 26 утворюють буферний запас де матеріал, що подається, збирається перед направленням далі в дробильний зазор 6. Полиці 22, 24, 26 є, як показано на Рис.2а, по суті горизонтальними, однак можуть бути нахилені до горизонтальної площини на кут аж до 45°. Під третьою полицею починається власне дробильна поверхня 28, де відбувається основне дроблення матеріалу. Після дробильної поверхні 28 в нижній частині корпусу 4 проходить скошена поверхня 32, вздовж якої роздроблений матеріал ковзає з дробарки 1 для можливої подальшої видачі.



Изм.	Лист	№ докум	Подпис	Дата

## Джерело [6]

Конусна вібраційна дробарка на рис.1, що містить станину, внутрішній і зовнішній конуси, пружини і вібратори, встановлені на зовнішньому конусі. Вібратори встановлені попарно опозитно відносно осі зовнішнього конусу, причому вали дебалансів кожної пари опозитно розташованих вібраторів встановлені у взаємно перпендикулярних площинах, а робочі поверхні внутрішнього і зовнішнього конусів виконані у вигляді багатогранників, при цьому внутрішній конус нерухомо встановлений на станину.

UA 91304 U

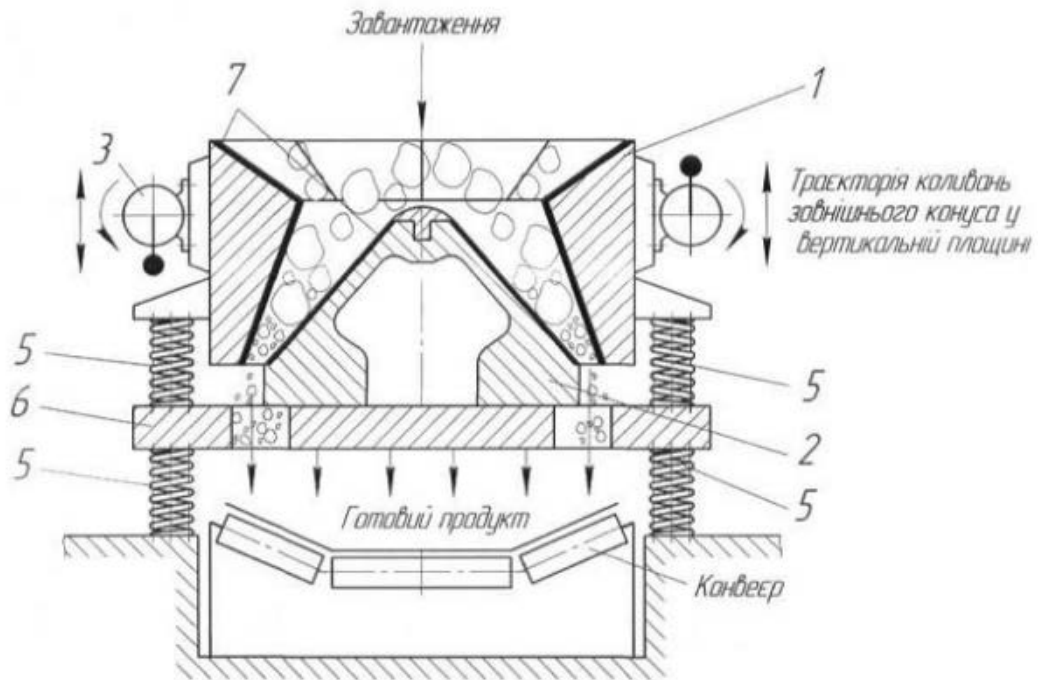


Рис.1 – Конусна вібраційна дробарка

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

ЛПп81.053116.000 –70ПЗ

Лист

30

## 5. Охорона праці

### Загальні положення

Система управління охороною праці є регламентовану нормативно – технічними документами сукупність взаємопов'язаних організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і соціально-економічних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатність працівників у процесі праці за ДСТУ 2293 2014 Охорона праці. Терміни та визначення.

Управління охороною праці здійснюється шляхом організації робіт в області охорони праці, інформації про стан охорони праці на робочих місцях, ділянках і на підприємствах і прийняття управлінських рішень.

Організація і координація робіт в галузі охорони праці повинні передбачати формування органів управління охороною праці на всіх рівнях, встановлення обов'язків та порядку взаємодії підрозділів підприємств і посадових осіб, що беруть участь в управлінні.

### 5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

До небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться ДСТУ – Н Б А 3.2 – 1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів:

Промисловим пилом називають дрібні частки твердої речовини, що утворюються в виробничих умовах і знаходяться в повітрі в підвішеному стані. Пиль – діаметр частинок більше 10 мкм, в спокійному повітрі частинки опускаються і не здатні до дифузії.

Ступінь шкідливого впливу виробничого пилу на організм людини залежить від її фізико – хімічних властивостей, розчинності в біологічних рідинах, а також від величини і форми частинок. Встановлено, що найбільш небезпечною для людського організму є пиль з розміром частинок від часток мікрона до 5 мкм.

					<b>ЛПп81.053116.000 –70ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		31

Залежно від характеристики пилу при впливі їх на організм людини можуть виникати різні захворювання. Силікоз – захворювання легенів, яке викликається дією пилу, що містить двоокис кремнію з розміром частинок 2 – 3 мкм; антракоз – захворювання легенів, яке викликається дією вугільного пилу, або свинцева інтоксикація - захворювання, що викликається дією пилу свинцю і його сполук. За ДСТУ використовуємо засоби індивідуального захисту органів дихання (ДСТУ EN 132:2004 " Засоби індивідуального захисту органів дихання. Терміни та піктограми ( EN 132:1998, IDT)").

ГДК для пилі, що містить до 10% двоокису кремнію, 4 мг / м<sup>3</sup>; пилу залізного і нікелевого агломерату 4 мг / м<sup>3</sup>; пилу, що містить більше 70% вільного двоокису кремнію, 1 мг / м<sup>3</sup> за СН 4617 – 88.

Для пилі, що містять шкідливі речовини, санітарними нормами затверджені нижчі ГДК. При утриманні пилі вище допустимих санітарними нормами концентрацій повітря витяжних вентиляційних систем, а також технологічні гази перед викидом в атмосферу повинні піддаватися очищенню.

Шумом прийнято називати будь – який небажаний звук або безладне поєднання різних за рівнем і частоті звуків. Сукупність частот, складових шуму, називають спектром шуму за ДСТУ ГОСТ 12.1.003 – 83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности ( ССБП. Шум. Загальні вимоги безпеки ).

Шуми вважаються низькочастотними, якщо переважає інтенсивність в області частот до 250 Гц, високо частотними – з найбільшою інтенсивністю в області частот 1000 Гц і більше, і середньо частотними – в межах від 250 – 1000 Гц за ДСН 3.3.6.037 – 99.

Тривале перебування під впливом шуму на людину несприятливо відбивається не тільки на його органах слуху, але і на центральній нервовій системі, викликаючи порушення кровообігу і нормальної фізіологічної діяльності різних органів. Однак найбільш суттєвою шкідливістю є дія шуму на органи

слуху, що приводить до глухоти і професійної глухоти.

ДСТУ – Н Б В.1.1-32 " Настанова з проектування захисту від шуму в приміщеннях засобами звукопоглинання та екранування ". Для зниження і ліквідації ударних шумів необхідно замінювати ударні процеси без ударні; замінювати зворотно – поступальні рухи агрегатів обертовим рухом; застосовувати для групування ударних деталей такі матеріали, як гуму, пробку, бітум, бітумний картон, азбест і спеціальні мастики; замінювати металеві деталі деталями з пластмас або інших матеріалів; передбачати ретельне урівноваження всіх рухомих деталей агрегатів для зменшення динамічних сил, що збуджують шум.

Вібрацією називаються будь – які механічні коливання пружних тіл, які проявляються в переміщенні в просторі або в зміні їх форми. Вібрації при впливі на людину можуть викликати професійні захворювання в формі вібраційного невриту (вібраційна хвороба). Частоти вібрації 35 – 250 гц за за ДСН 3.3.6.039 – 99, найбільш часто зустрічаються в промисловості при використанні механізованих інструментів, є небезпечними для розвитку вібраційної хвороби зі спазмом (звуженням) судин за ДСТУ ГОСТ 12.4.012 – 83 ССБТ. Вибрація. Средства измерения и контроля вибрации на рабочих местах. Технические требования ( ССБП. Вибрация. Засоби вимірювання і контролювання вібрації на робочих місцях. Технічні вимоги ).

Для захисту від впливу використано ДСТУ ГОСТ 12.1.012 – 90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования ( ССБП. Вибраційна безпека. Загальні вимоги) вібрацій застосовують вологонепроникні рукавиці на утепленій байковій прокладці, антивібраційну взуття (чоботи на амортизуючій чотиришаровій гумовій підшві) за ДСТУ ГОСТ 12.4.024 – 76 ССБТ. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования ( ССБП. Взуття спеціальне віброзахисне. Загальні технічні вимоги ), що знижує вплив на організм робітника переданої через половину вібрації від працюючих агрегатів і устаткування.

					<b>ЛПп81.053116.000 –70ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпис	Дата		33

## 5.2 Протипожежна безпека

Залежно від агрегатного стану горючої речовини (тверді речовини, гази і рідини) розрізняють показники, що характеризують пожежо – вибухонебезпечність середовища за ДСТУ 8828:2019. [19]

Будівля фабрики відносять до другого і третього ступеня вогнестійкості і до категорії В – пожежонебезпечні НАПБ Б.07.005 – 86 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности (Визначення категорій приміщень і будівель з вибухопожежної і пожежної небезпеки).

Профілактичні заходи передбачають профілактику і пожежно – профілактичне обслуговування ДСТУ ГОСТ 12.1.004 – 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования ( ССБП. Пожежна безпека. Загальні вимоги ).

Найбільш часті причини виникнення пожеж на підприємстві – це: несправність виробничого обладнання, порушення технологічних процесів і правил експлуатації електрообладнання, недотримання заходів пожежної безпеки при проведенні електрогазозварювальних робіт, необережне поводження з вогнем в побутових, адміністративних, складських та підсобних приміщеннях. Для запобігання пожеж необхідно підвищувати виробничу дисципліну, суворо дотримуватись протипожежного режиму.

До профілактичних заходів протипожежного режиму відносяться такі, як утримання в належному порядку проходів і шляхів евакуації, ретельне прибирання приміщень і робочих місць, вибір місця стоянки автотранспорту на території фабрики, утримання у справному стані джерел води, комплектність і стан первинних засобів пожежогасіння, стан доріг, проїздів і доступів до будівель і споруд, а також порядок огляду і закриття приміщень після закінчення роботи.

Забезпечення пожежної безпеки здійснюється установкою зовнішнього пожежного гідранта за ДСТУ EN 14339 : 2016 (EN 14339 : 2005 , IDT).., протипожежних щитів з інвентарем і пристосуваннями, ящики з піском.

					<b>ЛПп81.053116.000 –70ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпис	Дата		34

У середині приміщень встановлюються пожежні крани. У кімнаті відпочинку і операторної є вогнегасники. Серед виробничого персоналу призначаються особи відповідальні за пожежо безпеку, для яких проводиться навчання та інструктаж. Найчастіше пожежі виникають при неправильній експлуатації електрообладнання, порушення технологічного процесу.

Електромеханічних пожежонебезпечних приміщень та зовнішніх установок забезпечується правильним вибором його, якістю виготовлення і регулярним проведенням профілактичних оглядів і ремонтів.

Як вогнегасних речовин використовуються вода, інертні гази, хімічна і повітряно – механічна піна, тверда вуглекислота, пісок, вогнегасники порошки за ДСТУ 3675 – 98 Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.

Вогнегасники необхідно розміщувати на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані не менше 1,2 м від краю дверей при її відкриванні за СНиП 2.01.02 – 85.

## **6. Очікувані механіко – економічні показники та висновки**

В результаті здійснено модернізацію з джерела [5] рухомого конуса за рахунок зміни форми конуса більш ступінчастим забезпечується можливість дроблення матеріалу рівномірно на всіх трьох поверхнях дроблення за рахунок удару матеріалу один на інший, тертям між собою і на передроблений матеріал б'є не передроблений, зменшується можливість переподрібнення і за рахунок цього збільшується експлуатація конуса, зменшується час на виконання ремонтних робіт.

Годинна продуктивність при експлуатації модернізованого рухомого конуса і базового рухомого конуса не відрізняється. Але за рахунок того, що протягом року на ремонтні роботи модернізованого рухомого конуса буде затрачатись менше часу, то річна продуктивність збільшується і для модернізованої конструкції вона буде дорівнювати 800 тисяч т/рік, а для базової – 700 тисяч т/рік.

Витрати на ремонтні роботи по заміні рухомого конуса в конструкції: для базового рухомого конуса становлять 200 000 грн/рік, а для модернізованої рухомого конуса ці самі роботи потребують 150 000 грн/рік. Отже, ефект від модернізації складає економії 50000 грн/рік та на 100 тисяч т/рік більше готової продукції.

### **Висновки**

Дана модернізація приведе до збільшення дійсного фонду часу, тим самим збільшення річної продуктивності. З розрахунків економічної частини видно, що дана модернізація приводить до позитивного економічного ефекту, що являється більш вигідним рішенням, ніж використовувати базову модель обладнання.

					<b>ЛПп81.053116.000 –70ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		36

## ВИСНОВКИ

У дипломному проекті виконано:

Обрано та описано лінію для переробки щебеню, у якій застосовується конусна дробарка середнього подрібнення.

Представлено призначення конусної дробарки та виконаний опис конструкції і принцип роботи машини, визначені її переваги та недоліки.

Виконано літературно – патентний пошук представлено 4 патенти для вибору варіанту модернізації рухомого конуса конусної дробарки.

В результаті пошуку обрана модернізація конструкції рухомого на основі прототипу з джерела [5]. Модернізований рухомий конус включає модернізацію поверхні вигляді ступінчастих спусків і використано заливну рідину епоксидна смола яка краще і рівномірно розподіляє напруження для покращення подрібнення матеріалу. В результаті модернізації рухомого конуса підвищує його експлуатаційну надійність і покращує подрібнення матеріалу.

Виконані параметричні розрахунки та розрахунки машини на міцність, які підтверджують працездатність її використання. Машина повністю задовольняє поставленій вимозі щодо продуктивності і забезпечує оптимальне транспортування матеріалу з даними параметрами.

Також виконані розрахунки на міцність модернізованого рухомого конус в системі ANSYS , які показують, що модернізований рухомий конус витримує задані навантаження.

Виконано опис очікуваних механіко – економічні показників та висновки по розділу. Виконано розділ охорона праці.

В розділі Технологія машинобудування розроблене пристосування різцетримач для виконання операцій.

За деталь взято кріпильну втулку, яка кріпить вал з конусом і розроблено: Креслення деталі; Маршрутку карту; Карту ескізів; Операційну карту.

Написані 2 тези на конференцію в збірник XIII Всеукраїнська конференція «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки».

					<b>ЛПп81.053116.000 –70ПЗ</b>	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

## Зміст

1. Розрахунки базової і модернізованої машини, які підтверджують її працездатність .....	39
1.1 Параметричні розрахунки базової машини .....	39
1.2 Кінематичні розрахунки базової машини .....	40
1.3 Розрахунки на міцність базової машини .....	41
1.4 Розрахунки на міцність 3 – D моделі деталі модернізованого конуса за допомогою обчислювальної системи ANSYS.....	43
Висновки .....	49

					<b>ЛПп81.053116.000 –70PP</b>		
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб</i>		Пантопель					
<i>Перевір</i>		Щербина					
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Утв</i>							
<b>Конусна дробарка з модернізацією конусу</b>					<i>Літера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
					у	1	11
					<b>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ</b>		

# 1. Розрахунки базової і модернізованої машини, які підтверджують її працездатність

## 1.1 Параметричні розрахунки базової машини [2]

Нижній діаметр рухомого конуса:

$$d_H = 1,25 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[3]{\frac{\Pi_p^2}{\pi^2 \cdot \mu^2 \cdot g \cdot d_{\text{сер}}^2 \cdot (\sin\psi - f \cdot \cos\psi)}}$$
$$= 1,25 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[3]{\frac{80^2}{3,14^2 \cdot 0,35^2 \cdot 9,8 \cdot 800^2 \cdot (\sin 40^\circ - 0,3 \cdot \cos 40^\circ)}} = 1204 \text{ мм}$$

Мінімальний зазор між конусами на виході з дробарки:

$$e = d_{\text{сер}} - \frac{s}{2} = 800 - \frac{1 \cdot 10^{-2}}{2} = 5 \text{ мм}$$

Нижній діаметр не рухомого конуса:

$$D_H = d_H + (2 \cdot e + S) = 1204 + (2 \cdot 5 + 1 \cdot 10^{-2}) = 1214 \text{ мм}$$

Довжина зони паралельності:

$$L_{\text{зп}} = 0,08 \cdot d_H = 0,08 \cdot 1204 = 96,32 \text{ мм}$$

Максимальний зазор між конусами на вході в дробарку ( $\alpha = 2^\circ$ ):

$$D_{\text{сер}} = \alpha \cdot 100 = 2 \cdot 100 = 200 \text{ мм}$$

Висота рухомого конуса:

$$h = 0,9 \cdot \left( \frac{d_H}{2} \cdot \text{tg}\psi \right) = 0,9 \cdot \left( \frac{1204}{2} \cdot \text{tg} 40^\circ \right) = 605 \text{ мм}$$

Верхній діаметр конуса:

$$d_B = d_H - \frac{2 \cdot h}{\text{tg}\psi} = 1204 - \frac{2 \cdot 605}{\text{tg} 40^\circ} = 130 \text{ мм}$$

Потужність двигуна:

$$N = \frac{\delta^2 \cdot \Pi_p \cdot (i - 1)}{2,4 \cdot E \cdot \rho \cdot f \cdot \mu} = \frac{150^2 \cdot 80 \cdot (1,25 - 1)}{2,4 \cdot 2,9 \cdot 10^4 \cdot 2,7 \cdot 0,3 \cdot 0,85} = 9,3 \text{ кВт}$$

## 1.2 Кінематичні розрахунки базової машини

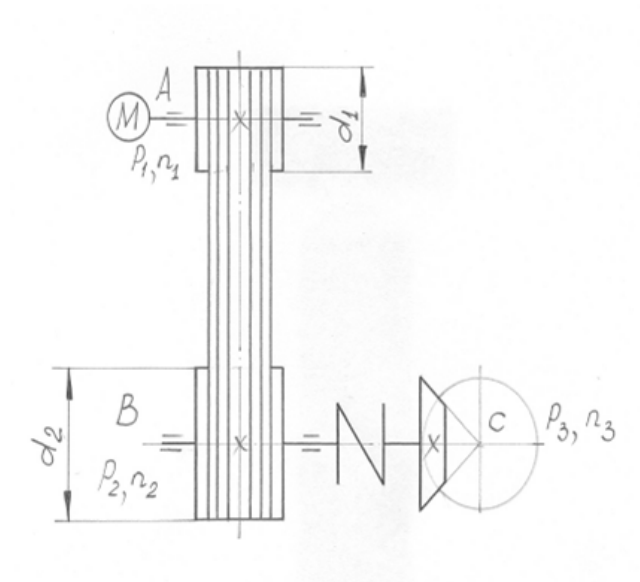


Рис.1 – Кінематична схема приводу

Визначення кутової швидкості електродвигуна:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 900}{30} = 94,2 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Визначення передавального відношення приводу:

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{1600}{750} = 2,13$$

Визначення передавального відношення зубчастої передачі:

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{71}{28} = 2,53$$

Загальне передавальне відношення приводу:

$$i_{\text{заг}} = i \cdot i_1 = 2,13 \cdot 2,53 = 5,39$$

Визначити частоту обертання веденого вала:

$$n_3 = \frac{n_1}{i_{\text{заг}}} = 167 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Визначення кутової швидкості веденого вала:

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 167}{30} = 17,4 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Визначаємо обертові моменти на привідному і веденому валах:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{10 \cdot 10^3}{94,2} = 106 \text{ Нм}$$

$$T_3 = T_1 \cdot i_{\text{заг}} = 106 \cdot 5,39 = 571 \text{ Нм}$$

Визначаємо потужність привода:

$$P_3 = T_3 \cdot \omega_3 = 571 \cdot 17,4 = 10 \text{ кВт}$$

### 1.3 Розрахунки на міцність базової машини

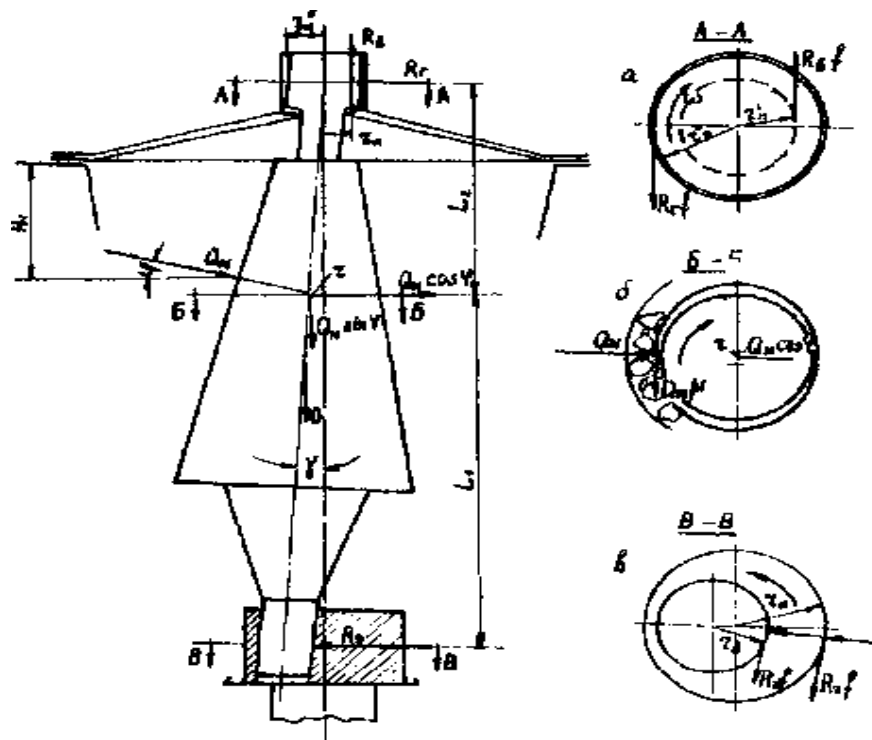


Рис.2 – Схема до визначення сил та моментів, що діють на вал конусної дробарки

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

Визначення максимального зусилля дроблення:

$$Q_{\max} = \frac{\sigma^2 \cdot \pi^2}{6 \cdot E \cdot S_1} \cdot (D_{\max}^2 \cdot D_{\text{cp}} - d_{\max}^2 - d_{\text{cp}})$$

$$= \frac{(15 \cdot 10^4)^2 \cdot 3,14^2}{6 \cdot 1,5 \cdot 10^3 \cdot 0,03} \cdot (1,2^2 \cdot 1 - 0,2^2 \cdot 0,13) = 1,178 \text{ кН}$$

Реакції опор, що діють ексцентрикову втулку  $R_e$  і  $R_r$  :

$$R_e = \frac{0,96 \cdot Q_{\max} \cdot L_1}{L_1 + L_2} = \frac{0,96 \cdot 1178 \cdot 400}{400 + 205} = 753 \text{ кН}$$

$$R_r = 0,96 \cdot Q_{\max} \cdot \left(1 - \frac{L_2}{L_1 + L_2}\right) = 0,96 \cdot 1178 \cdot \left(1 - \frac{205}{400 + 205}\right) = 747 \text{ кН}$$

У процесі роботи на ексцентричну втулку діє момент опору тертя:

$$M_e = R_e \cdot f \cdot (r_H + r_B) = 753 \cdot 0,3 \cdot (0,6 + 0,5) = 248 \text{ кН}$$

Епюра згинального моменту для ділянки АВ:

$$M_{u_1} = R_e \cdot L_1 \cdot 10^{-3} = 753 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 301 \text{ кН}$$

Епюра згинального моменту для ділянки ВС:

$$M_{u_1} = R_e \cdot L_2 \cdot 10^{-3} = 753 \cdot 205 \cdot 10^{-3} = 154 \text{ кН}$$

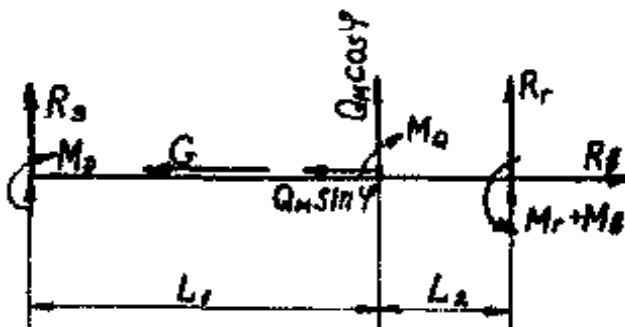


Рис.3 – Схема до розрахунку вала дробарки на міцність

Межа міцності для ділянки АВ:

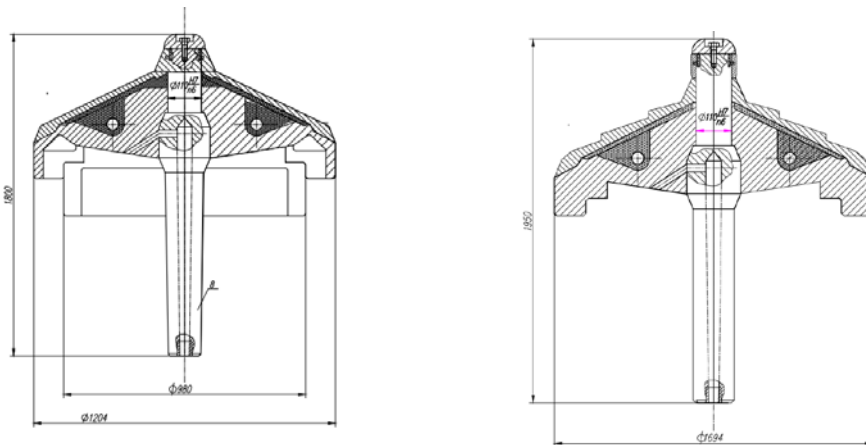
$$\sigma_u = \frac{32 \cdot M_u}{\pi \cdot d^3} = \frac{32 \cdot 301}{3,14 \cdot 0,6^3} = 141 \text{ МПа}$$

Жорсткість при крученні:

$$\tau_{кр} = \frac{16 \cdot M_u}{\pi \cdot d^3} = \frac{16 \cdot 301}{3,14 \cdot 0,6^3} = 70 \text{ МПа}$$

#### 1.4 Розрахунки на міцність 3-D моделі деталі модернізованого конуса за допомогою обчислювальної системи ANSYS

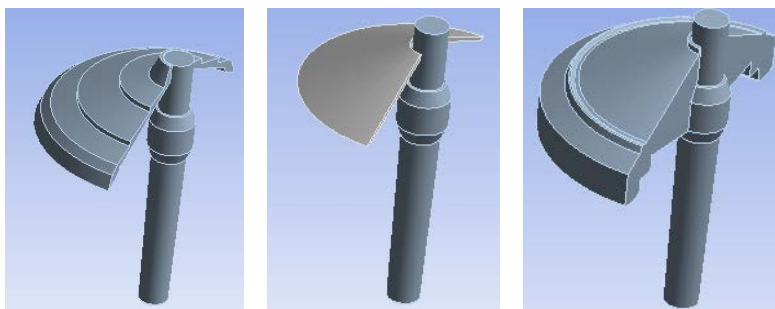
Розрахункова схема включає в себе: модернізований рухомий конус. Рухомий конус моделюється, як 3D конструкція виконана із сталі з врахуванням власної ваги та оброблюваного матеріалу. Для рішення задачі використовувалась система ANSYS. [14]



А)

Б)

Рис.1 – Креслення: А) Базового рухомого конуса; Б) Модернізованого конуса.



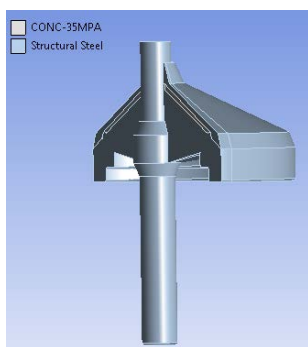
А)

Б)

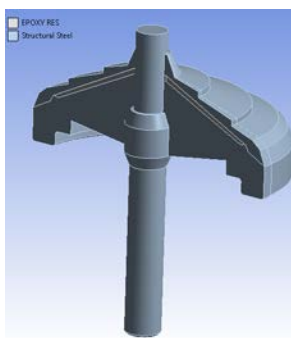
В)

Изм.	Лист	№ докум	Подпис	Дата

Рис.2 – Модернізований рухомий конус промодельований з 4 частин: А) Вал з броньовою плитою; Б) Вал з залитою рідиною; В) Вал з нижнім конусом.

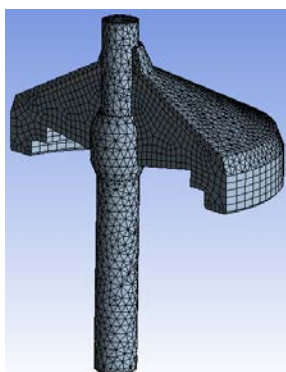


А)

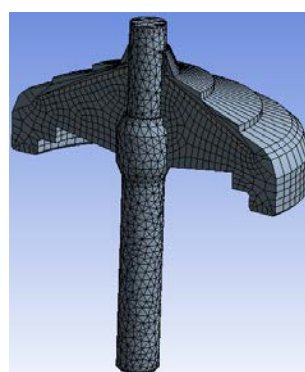


Б)

Рис.3 – Імпортована модель: А) Базового рухомого конуса конусної дробарки; Б) Модернізованого рухомого конуса конусної дробарки.

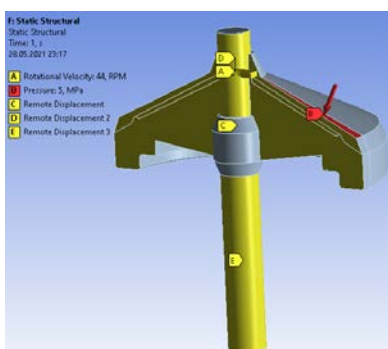


А)

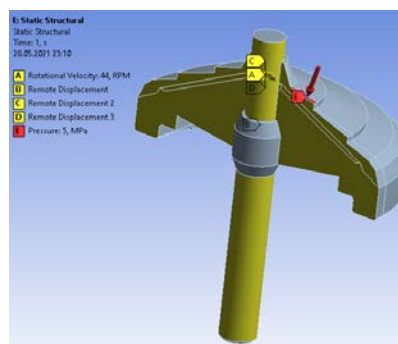


Б)

Рис.4 – Сітка: А) Базового рухомого конуса конусної дробарки; Б) Модернізованого рухомого конуса конусної дробарки.

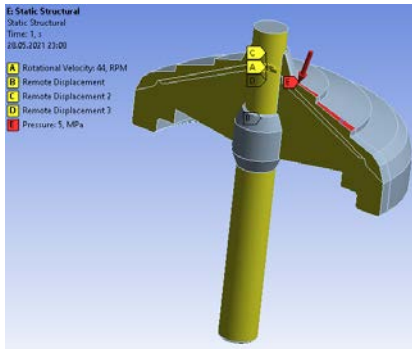


А)

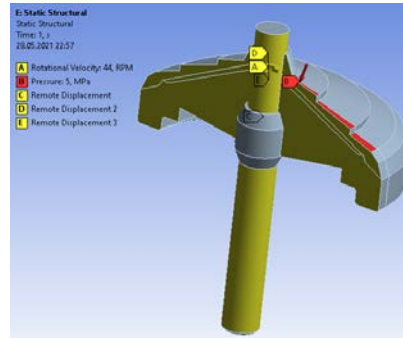


Б)

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------



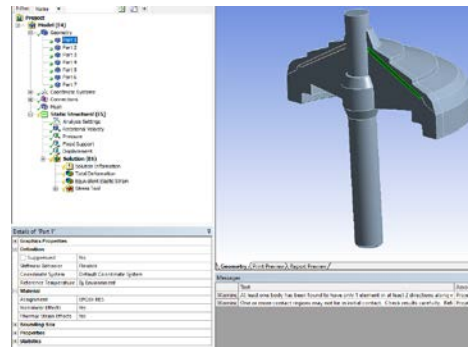
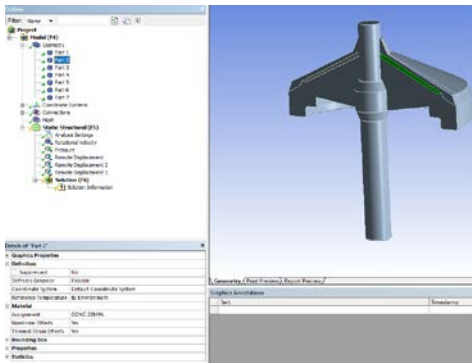
В)



Г)

Рис.5 – Схеми навантажень та закріплень: А) При заданих навантаженнях на одну дроблячу частину базового рухомого конуса; Б) При заданом навантаженнях на одну дроблячу частину модернізованого рухомого конуса; В) При заданих навантаженнях на дві дроблячі частини модернізованого конуса; Г) При заданих навантаженнях на три дроблячі частини модернізованого конуса.

В результаті розрахунку був визначений напружно – деформований стан модернізованого рухомого конуса коефіцієнт запасу міцності при різних заданих матеріалах заливної рідини ( використано матеріал бетон і епоксидна смола ) :



Properties of Outline Row 6: CONC-20P4			
A	B	C	D E
Property	Value	Unit	
1	Density	2314	kg m <sup>-3</sup>
2	Isotropic Elasticity		
4	Derive from	Young's Modulus and...	
5	Young's Modulus	3400	MPa
6	Poisson's Ratio	0.2	
7	Bulk Modulus	1.918E+09	Pa
8	Shear Modulus	1.4379E+09	Pa
9	Tensile Yield Strength	30000	MPa
10	Compressive Yield Strength	30000	MPa
11	Tensile Ultimate Strength	30000	MPa
12	Compressive Ultimate Strength	30000	MPa

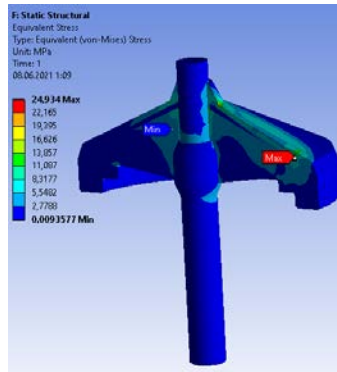
Properties of Outline Row 7: EPOXY RES			
A	B	C	D E
Property	Value	Unit	
1	Density	1186	kg m <sup>-3</sup>
2	Isotropic Elasticity		
4	Derive from	Young's Modulus and...	
5	Young's Modulus	2000	MPa
6	Poisson's Ratio	0.45	
7	Bulk Modulus	6.696E+09	Pa
8	Shear Modulus	6.696E+09	Pa
9	Tensile Yield Strength	30000	MPa
10	Compressive Yield Strength	30000	MPa
11	Tensile Ultimate Strength	30000	MPa
12	Compressive Ultimate Strength	30000	MPa

А – бетон для базового конуса

Б – Епоксидна смола для модернізованого конуса

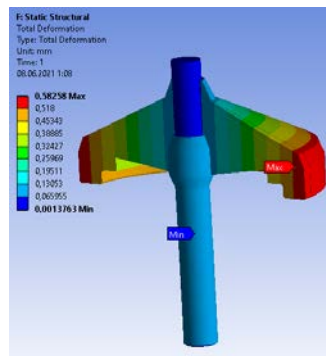
Рис.6 – Схеми заданих матеріалах заливної рідини.

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------



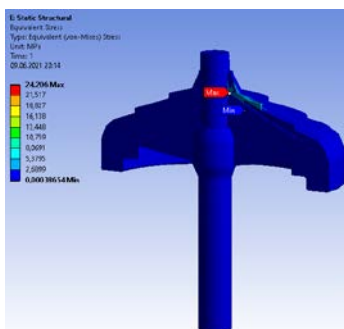
А) Результат еквівалентних напружень на одну дроблячу частину базового конуса

Рис.7 – Схеми еквівалентних напружень заливної рідини бетон для базового рухомого конуса.

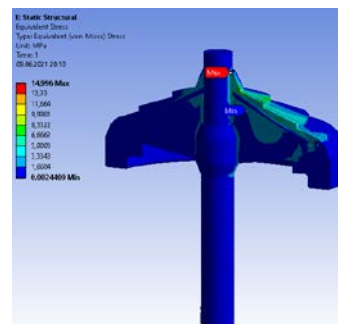


А) Результат максимальної деформації на одну дроблячу частину базового конуса

Рис.8 – Схеми загальних переміщень заливної рідини бетон базового конуса.

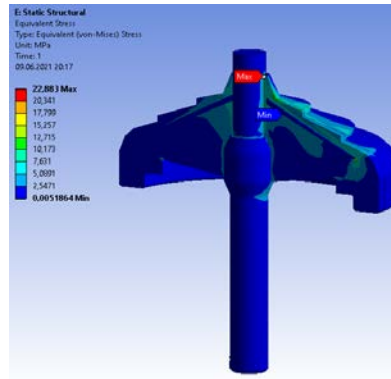


А) Результат еквівалентних напружень на одну дроблячу частину



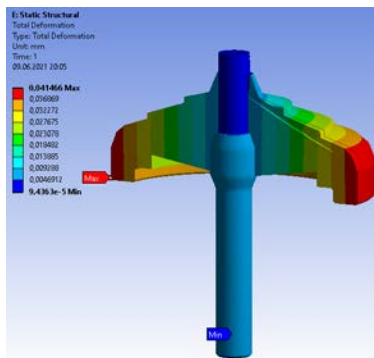
Б) Результат еквівалентних напружень на дві дроблячі

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

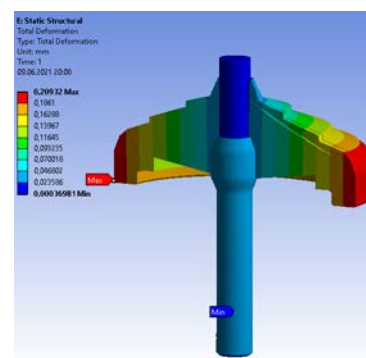


В) Результат еквівалентних напружень на три дроблячі частини

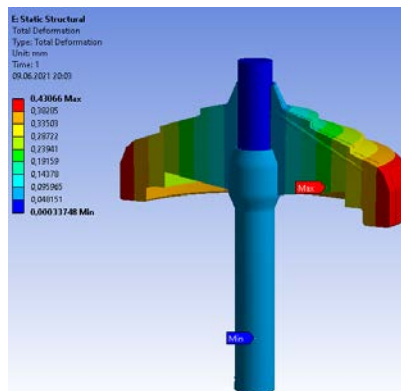
Рис.9 – Схема еквівалентних напружень залитної рідини епоксидна смола модернізованого конуса.



А) Результат максимальної деформації на одну дроблячу частину

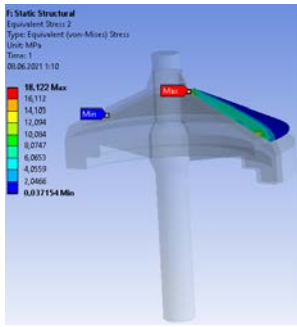


Б) Результат максимальної деформації на дві дроблячі частини

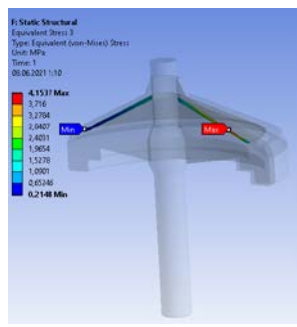


В) Результат максимальної деформації на три дроблячі частини

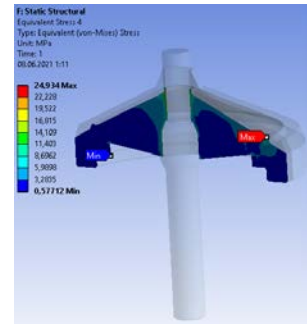
Рис.10 – Схеми загальних переміщень залитної рідини епоксидна смола модернізованого конуса.



A)

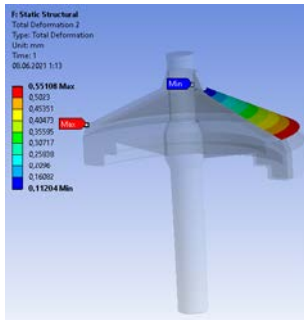


B)

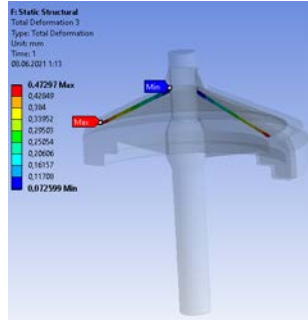


B)

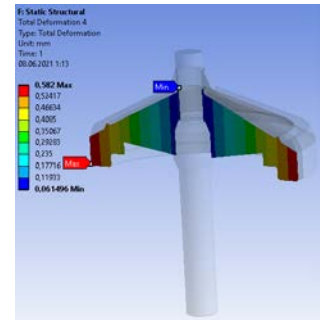
Рис.11 – Схеми еквівалентних напружень при заданих навантаженнях на одну поверхню дроблячої частини базового рухомого конуса: А) На броньову плиту базового рухомого конуса; Б) На залівну рідину епоксидна смола для базового рухомого конуса; В) На нижній конус базового рухомого конуса.



A)

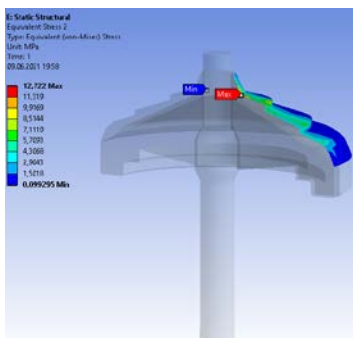


B)

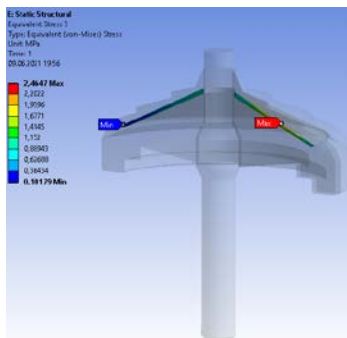


B)

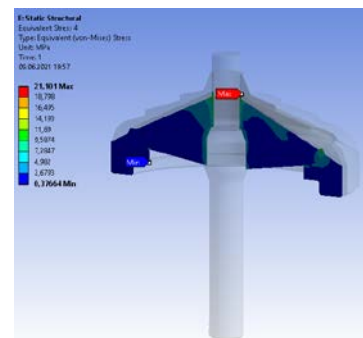
Рис.12 – Схеми загальних переміщень при заданих навантаженнях на одну поверхню дроблячої частини базового рухомого конуса: А) На броньову плиту базового рухомого конуса; Б) На залівну рідину епоксидна смола для базового рухомого конуса; В) На нижній конус базового рухомого конуса.



A)



B)



B)

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

Рис.13 – Схеми еквівалентних напружень при заданих навантаженнях на три дроблячі частини модернізованого конуса: А) На броньову плиту модернізованого рухомого конуса; Б) На залівну рідину епоксидна смола для модернізованого рухомого конуса; В) На нижній конус модернізованого рухомого конуса

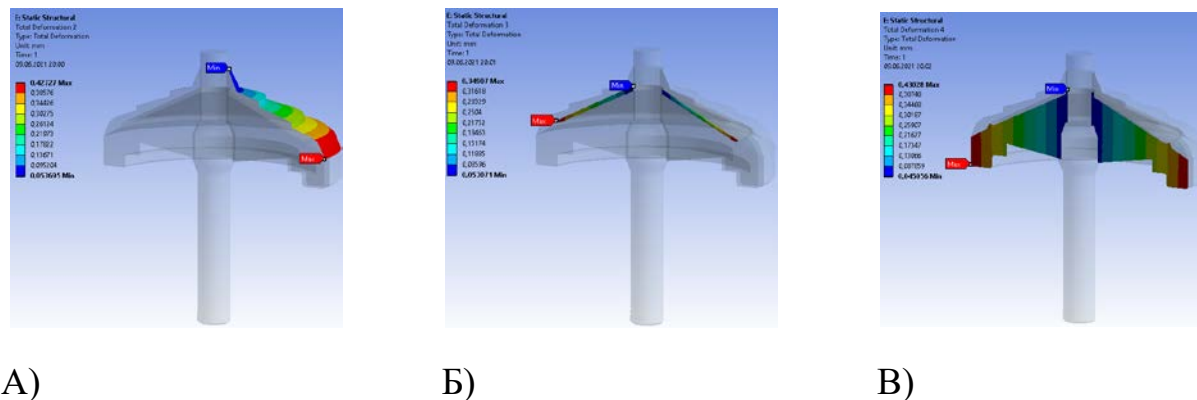


Рис.15 – Схеми загальних переміщень при заданих навантаженнях на три дроблячі частини модернізованого конуса: А) На броньову плиту модернізованого рухомого конуса; Б) На залівну рідину епоксидна смола для модернізованого рухомого конуса; В) На нижній конус модернізованого рухомого конуса

Додатково модернізований рухомий конус сприяє підвищенню якості подрібнення, виключає пере подрібнення, та, згідно розрахунку, відповідає умовам міцності та може використовуватись для модернізації і за рахунок результатів можна використовувати залівну рідину епоксидна смола, вона краще сприймає локальні напруження і розподіляє їх рівномірно, ніж залівна бетон.

## Висновки

Пропонована математична модель дозволяє проводити більш повні розрахунки з можливістю визначати пружно – деформований стан модернізованого рухомого конуса. Використання моделі дає змогу проводити технічну діагностику аналогічних конусів у різних експлуатаційних режимах і зробити вибір раціональних параметрів їхньої роботи.

## Зміст

1. Технологія виготовлення деталі .....	51
1.1. Опис та призначення деталі .....	51
1.2. Вибір заготовки для виготовлення деталі .....	52
1.3. Технологічний процес виготовлення деталі (МК, КЕ, ОК) .....	53
2. Вибір та розрахунок пристосування для певної операції .....	56
2.1. Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії .....	57
2.2. Розрахунок сил закріплення деталі .....	59
Висновки .....	63

					<b>ЛПп81.053116.000 –70ГМ</b>		
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб</i>					<i>Літера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір</i>					у	1	13
<i>Н. Контр.</i>					<b>Конусна дробарка з модернізацією конусу</b> <b>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ</b>		
<i>Утв</i>							

### **III. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ**

#### **1. Технологія виготовлення деталі.**

Метою даного розділу – є визначення технології виготовлення втулки для кріплення вала з конусом і вибором пристосування для однієї операції виготовлення деталі.

Завданням даного розділу – є:

1. Розробка технології виготовлення: Зі способом вибору отримання даної деталі.
2. Підготовки до одної операції деталі „ Втулки “: зі способом вибору обладнання інструментів для даної операції.

Деталь „ Втулка “ має відповідати якості виготовлення і обробці , для кріплення вала з конусом не повинно бути дефектів, дефекти можуть призвести до нещільності і не стійкості кріплення, тому її виготовляють з більш з якісних матеріалів і з кращою точністю для зменшення дефектів. [8],[15]

#### **1.1. Опис та призначення деталі**

**Кріпильна втулка** служить для закріплення внутрішніх кілець підшипників кочення та інших деталей на циліндричних ділянках валів і осей. Така втулка забезпечує точне розміщення деталей на валах і фіксує їх при затягуванні контрболтом. Вкладаються прокладки , кладеться поверх них втулка, а потім кладеться корпус і зажимає контрболтом втулку для кращої фіксації , після чого корпус зажимається фланцем на чотири болта.

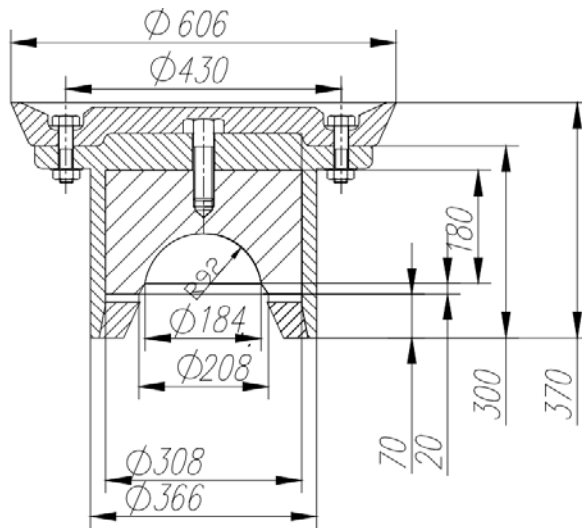


Рис.1 – Кріпильна втулка в зборі

## 1.2. Вибір заготовки для виготовлення деталі

Для виготовлення деталі „ Втулка“ використаємо матеріал для виготовлення латунь. Для виготовлення застосуємо лиття в кокель. При обробці заготовки, виконуються за допомогою токарних робіт , що дає змогу отримати велику точність. Заготовку виконують у вигляді виливки з діаметром  $\varnothing 315$  і з  $\varnothing 14$  отвору для подальшої обробки на токарному станку. [7],[9]

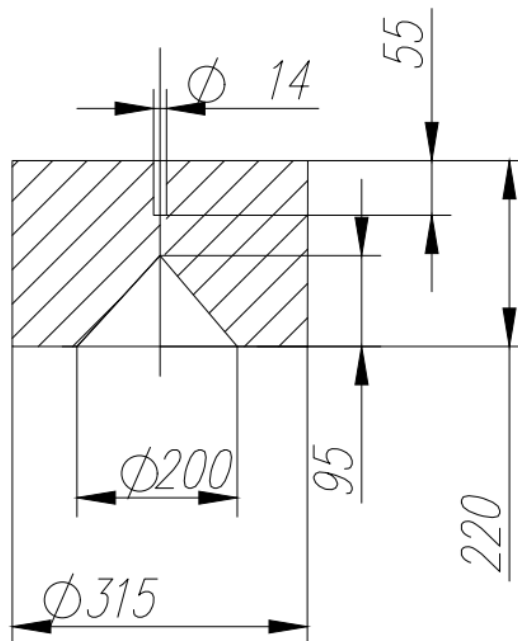


Рис.2 – Заготовка втулки

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

### 1.3. Технологічний процес виготовлення деталі (МК, КЕ, ОК)

										ГОСТ 3.1118-82 Форма 1								
Дубл.	Взамін.	Підпис								Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Панімонель																	
Перевіряє	Борщук																	
										НТУУ "КПІ", ІХФ								
										Курігільна втулка								
Н. контр.																		
Таблиця ГОСТ4543 - 71																		
М01	Код	ОВ	МД	ОМ	Н.роз	КВМ	код загот	Профіль і розміри	КД	МЗ								
М02		Ка	6,8	1		0,8					1	12						
А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код, найменування операції			Позначення документу										
Б	Код, найменування обладнання																	
А01			005	3708	Токарна			См	Проф.	Р	Ул	Кр	Код	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
Б02	38261.ХХХХ	Токарний верстат 16К20																
03									18632	3	10	1	1	1	50	1		
А04			010	3708	Свердільна			60141.00003: 20141.00003: 10П№ХХ-ХХ										
Б05	38261.ХХХХ	Токарний верстат 16К20																
06									18632	3	10	1	1	1	50	1		
А07			015	3708	Токарна			60141.00002: 20141.00002: 10П№ХХ-ХХ										
Б08	38261.ХХХХ	Токарний верстат 16К20																
09									18632	3	10	1	1	1	50	1		
А10																		
Б11																		
12																		
А13																		
Б14																		
15																		
А16																		
МК	Обробка різанням																	





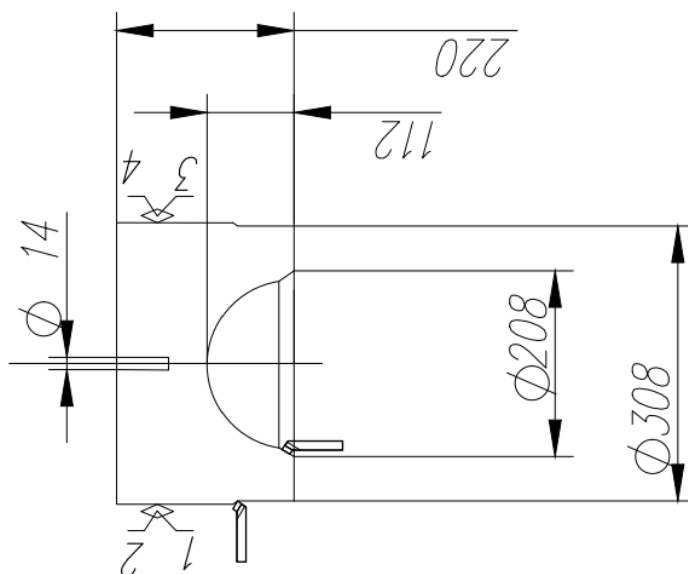
## 2. Вибір та розрахунок пристосування для певної операції

Виконану заготовку „ Втулку “ будуть виконувати з подальшою обробкою на токарному станку.

### Операції 005, 010, 015. Токарні, Свердлильні

Виконують на токарно – гвинторізному верстаті моделі 16К20 з такими характеристиками : найбільший діаметр обробки над станиною – 400 мм, відстань між центрами – 710; 1000; 1400; 2000 мм, найбільший розмір оброблюваної заготовки над супортом – 220 мм, найбільший діаметр оброблюваного прутка – 50 мм, кількість ступенів частоти обертання шпинделя – 24, частота обертання шпинделя –  $12,5 \dots 1600 \text{ хв}^{-1}$  , кінець шпинделя 1 – 6К по ГОСТ 12595–72, найбільший переріз різця різцетримача супорта 2525 мм, число ступенів подачі: поздовжніх – 22, поперечних – 24, подача на один оберт шпинделя: поздовжніх –  $0,05 \dots 2,8 \text{ мм/об}$ , поперечних –  $0,025 \dots 1,4 \text{ мм/об}$ , потужність електродвигуна – 10 кВт, габарити станка –  $2505 \times 1190 \text{ мм}$ , категорія ремонтної складності – 19.  
[10],[13]

### Операція 005 Токарна



1. Закріпити заготовку в трьох кулачковому патроні.
2. Проточування внутрішній діаметр на  $\varnothing 208$  в вигляді полусфери.
3. Проточування зовнішній діаметр на  $\varnothing 308$  до закріплення.

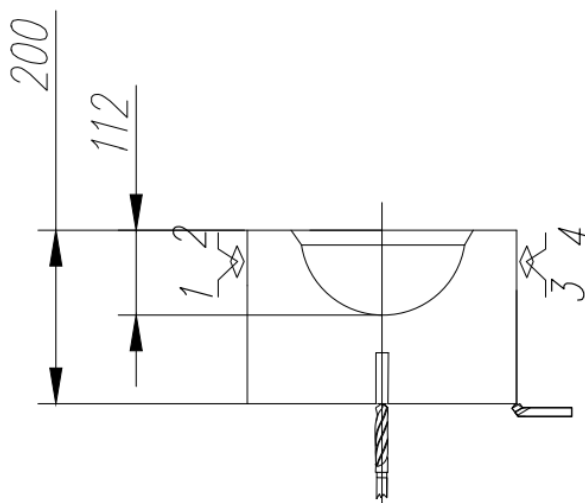
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

ЛПп81.053116.000 –70ТМ

Лист

56

## Операція 010, 015 Токарна і свердлильна



1. Закріплення заготовки проточуваної сторони в трьох кулачковому патроні.
2. Проточування зовнішній діаметр на  $\varnothing 308$  до проточування.
3. Свердління осевого отвору  $\varnothing 16$ .
4. Підрізання торця.

### 2.1. Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії

Вибором пристосування – є різцетримач.

Різцетримач служить для закріплення різців на супорті токарного верстата, і як наслідок, він переміщається в поперечному і поздовжньому напрямках відносного заготовки. Інша назва цього пристрою – різцева головка ( різець ).

Різцетримач одночасно можна закріпити гвинтами два різця. [11]

Різцетримач є зафіксований за допомогою болтового з'єднання окремий вузол, який використовується для кріплення металообробного інструменту. Значно спрощує роботу з заготовками, дозволяє максимально розточити отвори. Різцетримачі комплектуються блоки верстатів, що переміщують різець.

У верху супорта 1 на центр бурти розташована чотиригранна головка 4. З одного її боку встановлений конусоподібний фіксатор 3 з пружинкою 12, зі зворотним – фіксатор кульковий 14 з пробкою на різьбі 13 і пружиною 15.

На середньому пальці 9 всередині головки розміщується кулак 11, що має ж храпову муфту 10. Муфта легко переміщується по прорізах втулки 6, в впресовану в рукоять 7.


ЛПп81.053116.000 –70ТМ

Лист

57

Рукоять 7 служить для вивільнення, повороту, установки і кріплення головки. Вивільнення здійснюється при розвороті рукояті по різьбі проти годинникової стрілки. Спільно з руків'ям також переміщається і кулак 11, з'єднаний з нею через зубці храпової муфти 10.

При звільненні головки при впливі скоса кулака 11 підводиться сам фіксатор 3, кулак 11 повертає голівку, впираючись стінкою вирізу в штифт. Кулька фіксатора 3 при цьому піднімається.

У заключній стадії розвороту кулька фіксатора 3 потрапляє в наступне гніздо, попередньо закріплюючи головку.

При розвороті рукояті 7 в зворотну сторону кулак 11 відкріплює фіксатор 3, при цьому він впадає в гніздо фіксатора 2 і остаточно закріплює головку. Стінка вирізу впирається в штифт і зупиняє кулак 11.

Подальший поворот рукояті 7 призводить до віджимання храповика 10 вгору скошеними торцевими зубцями. Після закінчення повороту рукояті відбувається остаточно закріплення головки з ріжучим інструментом. [12]

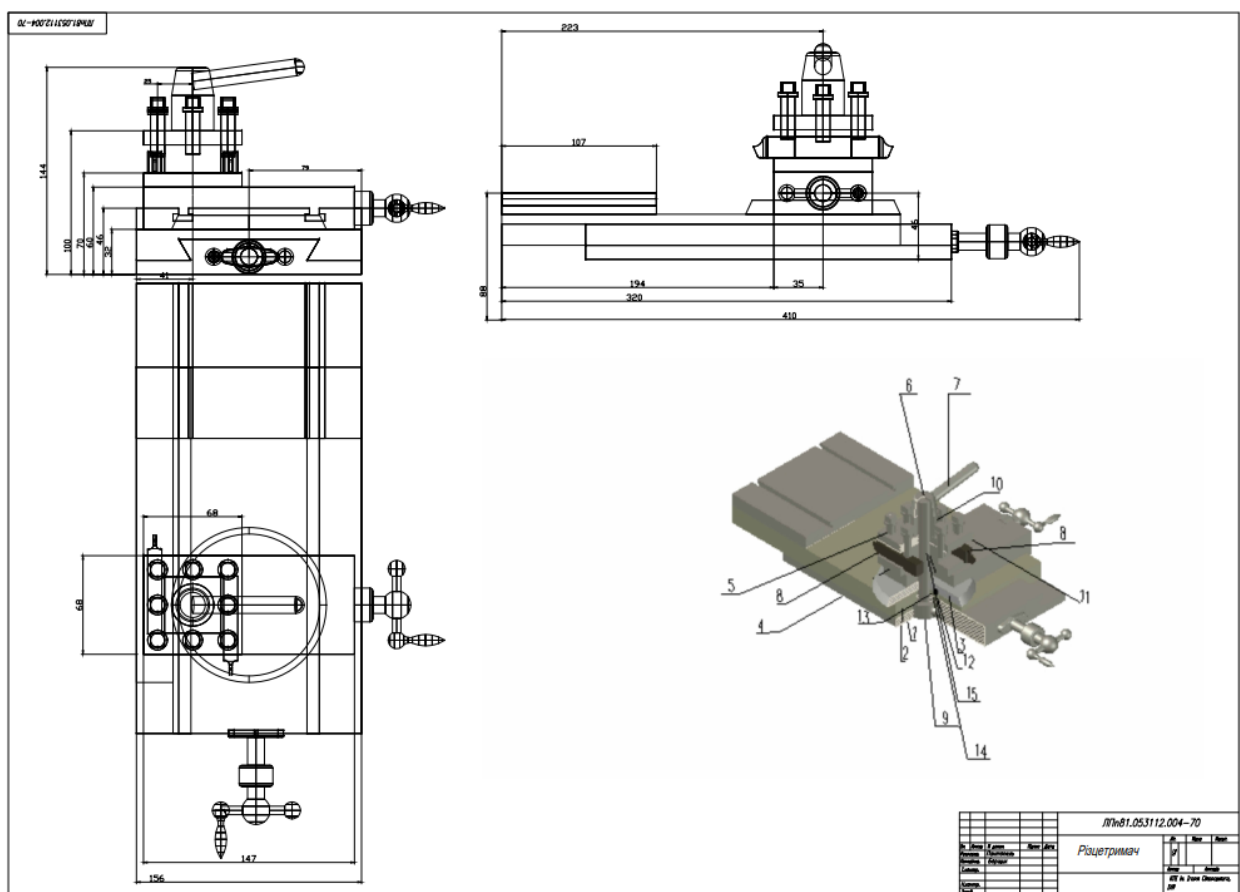


Рис.2 – Різцетримач

Изм.	Лист	№ докум	Подпис	Дата

## 2.2. Розрахунок сил закріплення деталі

Перед виконанням токарних робіт слід правильно встановити різець у різцетримач. Його вершина має бути розміщена на осі обертання заготовки. Встановлення різця контролюють за допомогою переднього або заднього центру. Під підшву різця підкладають підкладки, розміщуючи її під всією опорною поверхнею різця. Підкладки необхідно виготовляти різної товщини, щоб можна було точно виставляти різці. [9]

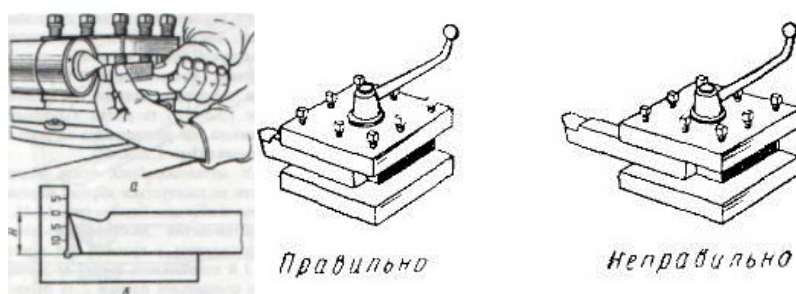


Рис.3 – Встановлення різця

Закріплення різця в різцетримачі має бути міцним і надійним. Різець закріплюють не менше, як двома болтами, які рівномірно і туго затягують.

Допустимий виліт різця не повинен перевищувати півтори висоти його тіла.

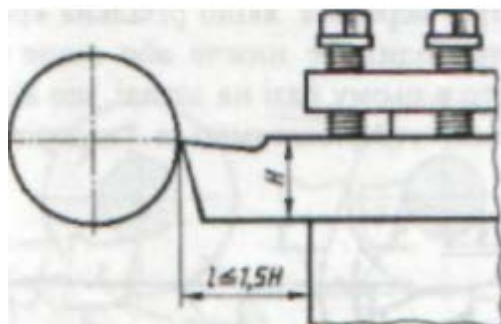


Рис.4 – Виліт різця з різцетримача

Оброблюваний матеріал заготовки – латунь; обладнання – токарно – гвинторізний верстат 16К20, інструмент – токарний різець з пластиною із твердого сплаву Т15К6. Глибина різання:  $t = 0,253$  мм Подача:  $S = 0,5$  мм/об, призначаємо за довідковими даними. [7]


1) Розрахункова швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v,$$

де,  $T$  – період стійкості різця; приймаємо  $T = 60$  хв.

$t$  – глибина різання, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$C_v = 340$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,45$ ;  $y = 0,2$  – коефіцієнти, що залежать від типу обробки;

2) Коефіцієнт, враховуючий вплив матеріалу заготовки:

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left(\frac{640}{\delta}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{640}{600}\right)^{1,75} = 1,12$$

де,  $K_r = 1$ ;  $n_v = 1,75$ ;

$K_{Pv}$  – коефіцієнт, враховуючий стан поверхні,  $K_{Pv1} = 1$ ;  $K_{Pv2} = K_{Pv3} = 1$ ;

$K_{nv}$  – коефіцієнт, враховуючий матеріал інструмента,  $K_{nv} = 1$ .

3) Коефіцієнт швидкості:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{nv}$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{nv} = 1,12 \cdot 1 \cdot 1 = 1,12$$

Остаточню,

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,9^{0,45} \cdot 0,5^{0,2}} 1,12 \cdot 1 = 118 \text{ об/хв}$$

4) Розрахункове значення частоти обертання шпінделя, яке допускається стійкістю різця:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 118}{3,14 \cdot 14,973} = 2510 \text{ об/хв,}$$

З найближчих наявних на верстаті призначають  $n_\phi = 2410$  об/хв.

5) Фактична швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 14,973 \cdot 2410}{1000} = 113 \text{ об/хв}$$

б) Хвилина подача:

$$S_M = S \cdot n = 0,5 \cdot 2410 = 1205 \text{ мм/хв}$$

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

7) Коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу:

$$K_{Mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{600}{750} \right)^{0,75/0,35} = 0,62$$

8) Поправковий коефіцієнт, що враховує умови різання:

$$K_P = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\Gamma p},$$

$$K_P = 0,62 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = 0,65$$

де,  $K_{\varphi p}$ ,  $K_{\gamma p}$ ,  $K_{\lambda p}$ ,  $K_{\Gamma p}$  – коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструменту,  $K_{\varphi p} = 1$ ;  $K_{\gamma p} = 1$ ;  $K_{\lambda p} = 1$ ;  $K_{\Gamma p} = 1,04$ ;

9) Головна складова сили різання:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V_\Phi^n \cdot K_P = 10 \cdot 204 \cdot 0,253^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 1^0 \cdot 0,65 = 190 \text{ Н}$$

де,  $C_p = 204$ ,  $x = 1$ ,  $y = 0,75$ ,  $n = 0$  – коефіцієнти, що залежать від умов роботи;

10) Потужність різання:

$$N_p = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{190 \cdot 118}{1020 \cdot 60} = 0,36 \text{ кВт}$$

Розрахунок зусилля затиску

У процесі обробки заготовки на неї впливає система сил. З одного боку діє складові сили різання, з іншого – сила затиску перешкоджає цьому. З умови рівноваги моментів даних сил і з урахуванням коефіцієнта запасу визначаються необхідні зажимное і вихідне зусилля. Сила  $P_Y$  прагне вивернути заготівлю з кулачків.

$$d_1 = 200 \text{ мм}, d_2 = 315 \text{ мм}, P_Z = 190 \text{ Н}, f = 0,4$$

Для розрахунку  $W'$  :  $K = 2$

Для розрахунку  $W''$  :  $K = 2,5$

11) Момент від сили затиску:

$$W' = \frac{4 \cdot K \cdot P_Z \cdot d_1}{f \cdot d_2}$$

$$W' = \frac{4 \cdot 2 \cdot 190 \cdot 200}{0,4 \cdot 315} = 2124 \text{ Н}$$

12) Необхідна сила затиску дорівнює:

$$d_2 = 315 \text{ мм}, P_Y = 800 \text{ Н}, f = 0,4, l = 95 \text{ мм}, K = 2,5$$

$$W'' = \frac{1,5 \cdot K \cdot P_Y \cdot l}{f \cdot d_2}$$

$$W'' = \frac{1,5 \cdot 2,5 \cdot 800 \cdot 95}{0,4 \cdot 315} = 2261 \text{ Н}$$

Для подальших розрахунків приймаємо найбільший випадок

Величина зусилля затиску  $W_1$  прикладається до постійних кулачкам кілька збільшується в порівнянні з зусиллям  $W$  і розраховується за формулою:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{3 \cdot l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}$$

де,  $l_k$  – виліт кулачка, відстань від середини робочої поверхні змінного кулачка до середини направляючої постійного кулачка.

$f$  – коефіцієнт тертя в напрямних постійного кулачка і корпусу;

$H_D = 30$  мм, – товщина змінного кулачка;

$H_K = 50$  мм, – товщина постійного кулачка;

$l_k = 60$  мм

$f = 0,1$

13) Підставами вихідні дані в формулу:

$$W_1 = \frac{2261}{1 - \left( \frac{3 \cdot 60}{50} \cdot 0,1 \right)} = 3532 \text{ Н}$$

#### Розрахунок затискного механізму патрона

У трикулачкових механізмах кулачки повинні бути рухливими в напрямку затиску і закон їх відносного руху необхідно витримати. Рух кулачків наскладує такі умови: різноспрямованість, одночасність і рівна швидкість руху.

14) Передавальне відношення по силі затискного механізму:

$$i_c = \frac{A}{B} = \frac{2}{1},$$

де, А і Б – плечі важеля.

15) Зовнішній діаметр патрона можна визначити за формулою:

$$D_{\text{п}} = d_2 + 2 \cdot H_{\text{к}} = 315 + 2 \cdot 50 = 415 \text{ мм},$$

$D_{\text{п}} > 200\text{мм}$ , вибираємо механізм важеля затискної механізм з  $I_C = 2$ .

16) Зусилля:

$$Q = \frac{W_1}{I_c}$$

$$Q = \frac{3532}{2} = 1766 \text{ Н}$$

### ВИСНОВКИ

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення втулки було виконано наступне:

- розглянуто службове призначення втулки і конструктивні особливості;
- проаналізовано технологічність втулки та заготовки;
- вибрано спосіб виготовлення заготовки;
- розроблено маршрут виготовлення втулки;
- підібрано моделі металорізальних верстатів, пристрої та інструменти;
- виконано графічне зображення технологічного процесу виготовлення деталі;
- заповнені маршрутна карта (МК), операційна карта (ОК) та карта ескізів (КЕ).

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

ЛПп81.053116.000 –70ТМ

Лист

63

## ВИСНОВКИ ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ

В результаті виконання дипломного проекту отримано наступні результати розробки і проектування конусна дробарка з модернізацією конусу.

1. Вивчено принципи роботи і конструкцію конусної дробарки середнього подрібнення.
2. Проаналізовано технічні параметри і характеристики конусних дробарок; визначено їх технічні переваги і деякі недоліки.
3. Виконано ряд інженерних розрахунків, необхідних для розробки і проектування конусної дробарки з модернізацією конусу, згідно з технічним завданням.
4. На основі виконаних патентних досліджень модернізовано рухомий конус.
5. Розроблено і спроектовано конусну дробарку для дроблення щебеню.
6. Написані 2 тези на конференцію в збірник.
7. Результати проекту можна подати на впровадження підприємствам, які розробляють і виготовляють промислове обладнання і устаткування для виробництва будівельних матеріалів.

### Перелік джерел інформації

1. Мікульонок І. О. „ МЕХАНІЧНІ ТА ГІДРОМЕХАНІЧНІ ПРОЦЕСИ, АПАРАТИ І МАШИНИ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ “;
2. І. В. Коваленко, В. В. Малиновський: „РОЗРАХУНКИ ОСНОВНИХ ПРОЦЕСІВ, МАШИН ТА АПАРАТІВ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ“;
3. Патент №1 ВІБРАЦІЙНА КОНУСНА ДРОБАРКА; Ukr №11038 МПК В02С 2/00 2005р Автор Артеменко Анна Віталіївна ( UA . ;
4. Патент №2 Конусна дробарка; Ukr №11278 МПК В02С 2/00 ; 2006р Автор Шепель Олег Володимирович ( UA ) ;
5. Патент №3 КОРПУС ДЛЯ КОНУСНОЇ ДРОБАРКИ, А ТАКОЖ КОНУСНА ДРОБАРКА; Ukr , №87735 МПК В02С 2/00 2009р Автор Мошинська Ніна Миколаївна ( UA ) ;
6. Патент №4 КОНУСНА ВІБРАЦІЙНА ДРОБАРКА; Ukr , № 91304 МПК В02С 19/16 2006р. Автор Лялюк Віталій Павлович (UA),
7. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни „ Технологія машинобудування ” для студентів факультету хімічного машинобудування та поліграфічного факультету ( Укл. С. С. Добрянський, В. К. Фролов, В. Л. Шестаков ) – К.: КПІ, 1996. – 78 с.;
8. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Вышэйшая шк., 1983.- 256 с.;
9. Справочник технолога – машиностроителя в 2 – х томах Т1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4 – е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение. 1986г. – 656 с.;
10. Справочник технолога – машиностроителя в 2 – х томах Т2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4 – е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение. 1986г. – 496 с.;
11. Щербина В.Ю., Конструкторське проектування обладнання. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. – 83 с. URL:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25669>

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

ЛПп81.053116.000 –70ПЗ

Лист

65

12. Справочник приспособления: Справочник. В 2 – х томах. Под ред. Б.Н. Вардашкина, Т1 : М.: Машиностроение. 1984г. – 592 с.;
13. Справочник приспособления: Справочник. В 2 – х томах. Под ред. Б.Н. Вардашкина, Т2 : М.: Машиностроение. 1984г. – 656 с.
14. Справочник: Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.;
15. Щербина В.Ю., Методологія проектування. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018. – 77 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25673>
16. Биргер И.А. Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – 4 – е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 640с.;
17. Саленко Ю.С. Обладнання для подрібнення матеріалів: дробарки та млини: Навч. посібник. – Кременчук: КДПУ, 2008. – 100 с.
18. Щербина В.Ю., Швачко Д.Г., Єфименко Є.А.. "Дослідження напружено-деформованого стану обертового теплового агрегату". Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2018. N 1. С. 65-72. DOI: 10.20535/2306-1626.1.2018.143382.
19. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 « Прикладна механіка », 133 « Галузеве машинобудування » / С.С. Добрянський, Ю.М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані ( 1 файл: 13,4 Мбайт ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
20. Гоберман Л.А, Степанян КВ. строительные и дорожные машины. Атлас конструкций. Москва Машиностроение. 1985.
21. К.А. Артемьев, Т.В. Алексеева и др. Машины для устройства дорожных покрытий, часть 2, Москва " Машиностроение " 1982.
22. Панаев С.Т. « Охрана труда » – М: Издательство стандартов, 1988. – 240с.

## **ДОДАТКИ**

## ДОДАТОК А

Таблиця А1 – Таблиця огляду патентів для вибору модернізації рухомого конуса

№	Предмет пошуку	№ патенту, МПК, країна, організація, автор	Ціль створення та суть заявленого технічного рішення
1	ВІБРАЦІЙНА КОНУСНА ДРОБАРКА	Ukr №11038 МПК В02С 2/00 2005р. Автор Артеменко Анна Віталіївна (UA );	Удосконалення пристрою для подрібнення матеріалу і підвищення продуктивності шляхом встановлення на твірних зовнішнього і внутрішнього конусів пластин під кутом до вертикальної осі, за рахунок чого виникає додаткова сила, яка проштовхує матеріал вниз.
2	КОНУСНА ДРОБАРКА	Ukr №11278 МПК В02С 2/00 ; 2006р. Автор Шепель Олег Володимирович (UA );	Підвищити ефективність використання дробарки за рахунок забезпечення подрібнення матеріалу на дрібні фракції.

3	КОРПУС ДЛЯ КОНУСНОЇ ДРОБАРКИ, А ТАКОЖ КОНУСНА ДРОБАРКА	Ukr , №87735 МПК В02С 2/00 ; 2009р. Автор Мошинська Ніна Миколаївна (UA),	Створення конусної дробарки, яка менш чутлива до розподілу розмірів матеріалу, що подається, ніж відомі дробарки.
4	КОНУСНА ВІБРАЦІЙНА ДРОБАРКА	Ukr , № 91304 МПК В02С 19/16 2006р. Автор Лялюк Віталій Павлович (UA),	Удосконалення конструкції конусної вібраційної дробарки для одержання безпосередньо агломераційної руди вузького гранулометричного складу, для забезпечення високої її якості.

## ДОДАТОК Б

Форм	Зона	Поз	Позначення	Найменування	Кл	Примітки
				<u>Документація</u>		
			ЛПн81.053113.002-70	Конусна дробарка з модернізацією конуса		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ЛПн81.053113.002-70.01	Станина	1	
		2	ЛПн81.053113.002-70.02	Конус рухомий	1	
		3	ЛПн81.053113.002-70.03	Кільце опорне	1	
		4	ЛПн81.053113.002-70.04	Собачка	1	
		5	ЛПн81.053113.002-70.05	Корпус нерухомого конуса	1	
		6	ЛПн81.053113.002-70.06	Розподільча тарілка	1	
		7	ЛПн81.053113.002-70.07	Паз корпусу	1	
		8	ЛПн81.053113.002-70.08	Зубчате вінце	1	
		9	ЛПн81.053113.002-70.09	Палець	1	
		10	ЛПн81.053113.002-70.10	Контрогайка	1	
		11	ЛПн81.053113.002-70.11	Фланець станини	1	
		12	ЛПн81.053113.002-70.12	Підпятник	1	
		13	ЛПн81.053113.002-70.13	Пружина	1	
		14	ЛПн81.053113.002-70.14	Привід дробарки	1	
		15	ЛПн81.053113.002-70.15	Вал	1	
		16	ЛПн81.053113.002-70.16	Конічна зубчата передача	1	
		17	ЛПн81.053113.002-70.17	Втулка ексцентрикова	1	
		18	ЛПн81.053113.002-70.18	Вал рухомого конуса	1	
		19	ЛПн81.053113.002-70.19	Гідроциліндр	1	
		20	ЛПн81.053113.002-70.20	Гідроциліндр	1	
				ЛПн81.053113.002-70СП		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		
Розробив	Пантопель				Літ.	Аркуш
Перевіряв	Щербина				1	2
Н.контроль					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ	
Затв.						



Форм	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кл.	Примітки
				<u>Документація</u>		
			ЛПн81.053113.001-70	Експлікація		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ЛПн81.053113.001-70.01	Приймальний бункер	1	
		2	ЛПн81.053113.001-70.02	Живильник	1	
		3	ЛПн81.053113.001-70.03	Приймальна лійка	1	
		4	ЛПн81.053113.001-70.04	Грохот	1	
		5	ЛПн81.053113.001-70.05	Дробарка	1	
		6	ЛПн81.053113.001-70.06	Розвантажувальна лійка	1	
		7	ЛПн81.053113.001-70.07	Аспіраційне укриття	1	
		8	ЛПн81.053113.001-70.08	Аспіраційний повітропровід	1	
		9	ЛПн81.053113.001-70.09	Конвеєр підрешіточного продукту	1	
		10	ЛПн81.053113.001-70.10	Конвеєр подрібненого продукту	1	
		11	ЛПн81.053113.001-70.11	Бункер підрешіточного продукту	1	
		12	ЛПн81.053113.001-70.12	Бункер подрібненого продукту	1	
			<b>ЛПн81.053113.001-70СП</b>			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		
Розробив	Пантопель				Літ.	Аркуш
Перевіряв	Щербина					Аркушів
Н.контроль						1
Затв.						1
<b>Технологічна лінія для переробки щебеню</b>					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ	

Форм	Зона	Поз	Позначення	Найменування	Кл.	Примітки
				<u>Документація</u>		
			ЛПн81.053112.003-70СК	Рухомий конус модернізація		
				<u>Складальні одиниці</u>		
1			ЛПн81.053112.003-70.01	Модернізована броньова плита	1	
2			ЛПн81.053112.003-70.02	Заливна рідина	1	
3			ЛПн81.053112.003-70.03	Нижній конус	1	
4			ЛПн81.053112.003-70.04	Кріпильна втулка	1	
5			ЛПн81.053112.003-70.05	Вал ексцентриковий	1	
6			ЛПн81.053112.003-70.06	Приводна шестерня	1	
7			ЛПн81.053112.003-70.07	Нижня опора	1	
8			ЛПн81.053112.003-70.08	Конічна зубчата передача	1	
9			ЛПн81.053112.003-70.09	Вал приводу	1	
10			ЛПн81.053112.003-70.10	Корпус приводу	1	
11			ЛПн81.053112.003-70.11	Шків	1	
ЛПн81.053112.003-70СП						
Зм.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		
Розробив	Пантопель				Літ.	Аркуш
Перевіряв	Щербина					1
Н. контроль					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ	
Затв.						

Форм	Зона	Поз	Позначення	Найменування	Кл.	Примітки
				<u>Документація</u>		
			ЛПн81.053112.004-70	Різцетримач		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ЛПн81.053112.004-70.01	Супорт	1	
		2	ЛПн81.053112.004-70.02	Гніздо фіксатора	1	
		3	ЛПн81.053112.004-70.03	Конусоподібний фіксатор	1	
		4	ЛПн81.053112.004-70.04	Чотирьохгранна головка	1	
		5	ЛПн81.053112.004-70.05	Зажимний болт різця	8	
		6	ЛПн81.053112.004-70.06	Втулка	1	
		7	ЛПн81.053112.004-70.07	Рукоять	1	
		8	ЛПн81.053112.004-70.08	Різець	2	
		9	ЛПн81.053112.004-70.09	Палець	1	
		10	ЛПн81.053112.004-70.10	Храпова муфта	1	
		11	ЛПн81.053112.004-70.11	Кулак	1	
		12	ЛПн81.053112.004-70.12	Пружина	1	
		13	ЛПн81.053112.004-70.13	Пробка	1	
		14	ЛПн81.053112.004-70.14	Фіксатор кульковий	1	
		15	ЛПн81.053112.004-70.15	Пружина фіксатора	1	

ЛПн81.053112.004-70СП

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Пантопель		
Перевірів		Борщик		
Н.контроль				
Затв.				

Різцетримач

Літ.	Аркуш	Аркушів
	1	1

КПІ ім. Ігоря Сікорського,  
ІХФ

## ДОДАТОК В

### ЗМІСТ

#### СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ Стор. БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Кувшинов О. В., Сівецький В. І. Модернізація черв'ячного екструдера.....	5
Демченко К.О., Сівецький В.І. Модернізація завантажувальної секції одночерв'ячного екструдера.....	6
Костюченко Д.О., Сівецький В.І. Модернізацією привода одночерв'ячного екструдера.....	7
Мацагор В.В., Сівецький В.І. Екструзійний агрегат для обробки гумових сумішей.....	8
Тютюнник М.І., Сівецький В.І. Модернізація екструзійної головки.....	9
Тютюнник М.І., Сівецький В.І. Удосконалення екструзійної головки.....	10
Тараненко М.Г., Сівецький В.І. Модернізація екструзійної головки для виготовлення пластикових труб.....	12
Різник Д.О., Сівецький В.І. Завантажувальний пристрій екструдера.....	13
Мальчевський О.Т., Сівецький В.І. Модернізація черв'ячного екструдера.....	15
Скринніков А.В., Сівецький В.І. Модернізація системи самоочистки електрофільтра для очищення повітря та викидів.....	16
Скринніков А.В., Казак І.О. Підвищення ефективності очищення пластинчастих електрофільтрів шляхом модернізації системи струшування електродів.....	18
Колишкін В.О., Казак І.О. Вибір типу технологічної лінії виготовлення рукавної плівки.....	20
Колишкін В.О., Казак І.О. Один з способів удосконалення головки екструдера для виготовлення рукавної плівки.....	22
Мурашковський М.Г., Казак І.О. Один з способів удосконалення конструкції корпуса екструзійного агрегату з метою підвищення його надійності і якості екструдкування.....	24
Педь В.О., Чемерис А.О. Модернізація барабана трубного млина.....	25
Лакоцін К.Ю., Чемерис А.О. Модернізація екструдера.....	27
Бондар Р. С., Чемерис А.О. Модернізація гранулюючого пристрою.....	28
Гулько Б.С., Чемерис А.О. Модернізація бункера екструдера.....	30
Бабушкіна М. С., Гур'єва Л.Н. Модернізація екструзійної головки.....	31
Богатирьов В.В. Екструдер для переробки вторинних полімерних матеріалів...	33
Богатирьов В.В. Дослідження напружено-деформованого стану черв'яка.....	34
Грисюк В.С. Вторинна переробка полімерних матеріалів.....	35
Глибовець С. В. Модернізація завантажувального пристрою екструдера.....	37
Витвицький В.М., Мікульонок І.О., Сокольський О.Л. Вплив параметрів процесу живлення шнекових машин на коефіцієнти бічного тиску та приведенного тертя гранульованого полівінілхлориду.....	38
Комнацький К.Ю., Борщик С.О. Модернізація екструзійної головки для виготовлення рукавної плівки.....	41

Комнацький К.Ю., Борщик С.О. Модернізація екструзійної головки для виготовлення біорозкладаної плівки.....	42
Гулаєвич С.О., Борщик С.О. Розрахунок відносної деформації втулки модернізованої формуючої головки у порівнянні з базовою конструкцією.....	43
Іванніков В.Е., Борщик С.О. Модернізацією завантажувального пристрою екструзійного агрегату.....	45
Качура Р.О., Борщик С.О. Модернізація конструкції гладких валків валкової дробарки.....	46
Качура Р.О., Борщик С.О. Модернізація валків дробарки.....	47
Коротка В. О., студ., Федорова Е.Ф. Екструзійний агрегат з модернізованим черв'яком.....	48
Сорокіна О.С., Шилович Т.Б. Модернізація черв'яка екструзійного агрегату для переробки ПВХ.....	50
Шашков М. В, Шилович Т. Б. Модернізація шнекового екструдера.....	51
Шашков М. В, Шилович Т. Б. Модернізація корпусу екструдера.....	53
Шумивода К.О., Шилович І.Л. Модернізація формуючої головки екструдера з регульованим перепадом тиску.....	55
XIII Всеукраїнська конференція «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки»	
Шумивода К.О., Шилович Т.Б. Модернізація головки екструдера зі змінним формуючим інструментом.....	57
Пантопель О. В. Один із способів удосконалення рухомого конуса конусної дробарки.....	58

**Один із способів удосконалення рухомого конуса конусної дробарки**

Пантопель О. В., студент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Досліджується один із способів удосконалення конусної дробарки з рухомим конусом.

Представлено опис роботи та схеми рухомого конуса конусної дробарки з різних виглядів та варіанти модернізації рухомого конуса.

Одним з найважливіших технологічних процесів майже на будь якому виробництві є подрібнення матеріалів, до часток різної величини. Подрібнення матеріалів застосовується в вугільній, металургійній, будівельній промисловості. Для подрібнення матеріалу вигляді щебеню застосовують конусну дробарку.

У конусних дробарках матеріал дробиться роздавлюванням, зломом, частковим стиранням між ексцентрично розташованими дроблять частинами, виконаними по формі зрізаних конусів і працюють безперервним натисканням дроблять конуса [1].

ХІІІ Всеукраїнська конференція «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки»

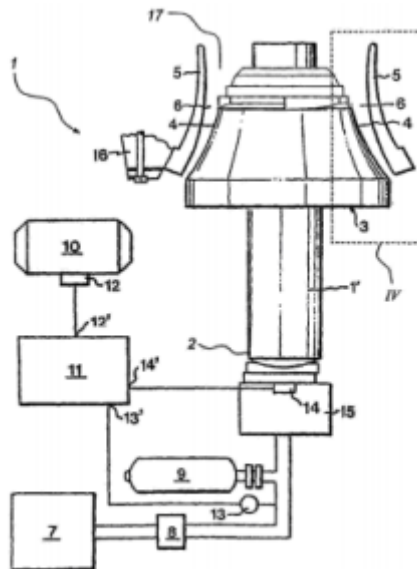


Рис.1 – Схема конусної дробарки для дрібного дроблення

На рис. 1 схематично показана конусна дробарка 1 для дрібного дроблення, при цьому дробарка призначена для максимально більшого зменшення розміру матеріалу, що подається. Дробарка 1 має вал 1', який на нижньому кінці 2 встановлений з ексцентриситетом.

На своєму верхньому кінці вал 1' несе дробильну головку 3. Дробильна головка 3 має перший внутрішній дробильний корпус 4. В машинній рамі 16 встановлений другий зовнішній дробильний корпус 5 так, що він оточує внутрішній дробильний корпус 4. Вал 1' і тим самим дробильна головка 3 і внутрішній дробильний корпус 4 встановлені з можливістю горизонтального переміщення за допомогою гідравлічного встановлювального пристрою, який містить бак 7 для гідравлічної рідини, гідравлічну помпу 8, заповнений газом контейнер 9 і гідравлічний поршень 15.

Крім того, з дробаркою з'єднаний електродвигун 10, який під час роботи дробарки 1 приводить у обертання вал 1' і тим самим дробильну головку в маятниковий рух, тобто рух, під час якого два дробильних корпуси 4, 5 зближуються один з одним вздовж обертальної твірної і віддаляються один від одного вздовж діаметрально протилежної твірної.

Під час роботи керування дробаркою здійснюється за допомогою керуючого пристрою 11, який через вхід 12' приймає вхідні сигнали з перетворювача 12, встановленого на електродвигуні 10, який вимірює навантаження електродвигуна 10, через вхід 13' приймає вхідні сигнали з перетворювача 13 тиску, який вимірює тиск гідравлічної рідини у встановлювальному пристрої 7, 8, 9, 15, і через вхід 14' приймає сигнали з перетворювача 14 рівня, який вимірює положення вала 1' у вертикальному напрямку відносно машинної рами 16 [2].

На рис. 2а-2с показаний внутрішній корпус 4 на вигляді збоку, в ізометричній проекції під нахилом зверху, а також на вигляді прямо зверху.

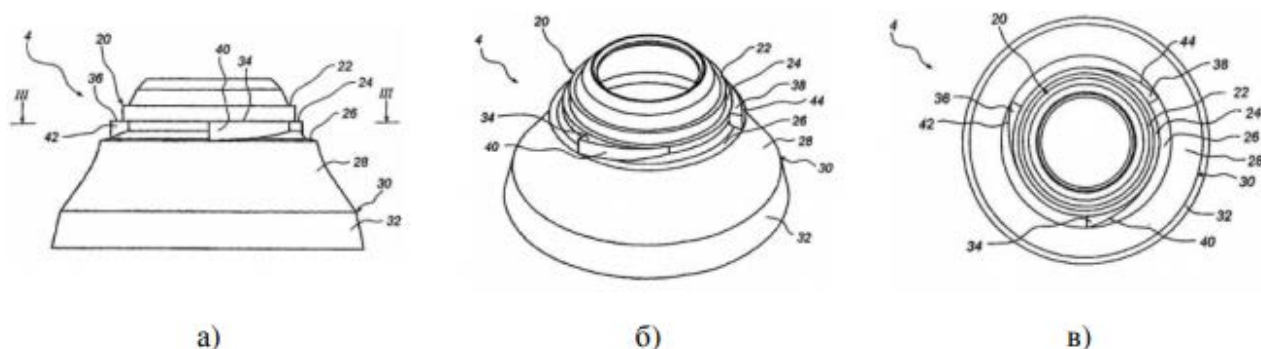


Рис. 2 – Схеми внутрішнього корпусу рухомого конуса а) вигляд збоку; б) ізометрична проекція; в) вигляд зверху

ХІІІ Всеукраїнська конференція «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки»

На рис. 2а – той же внутрішній корпус 4 можна використовувати для тонкого дроблення, тобто коли матеріал, що подається, має розмір звичайно близько 30-80 мм, а готовий роздроблений продукт повинен мати розмір близько 0-25 мм. У своїй верхній частині 20 внутрішній корпус 4 має верхню першу полицю 22, проміжну другу полицю 24 і нижню третю полицю 26, на яких залишається матеріал перед подачею в дробильний зазор 6. Полиці 22, 24, 26 є, як показано на Рис.2б, по суті горизонтальними, однак можуть бути нахилені до горизонтальної площини на кут аж до 45. Після дробильної поверхні 28 в нижній частині корпусу 4 проходить скошена поверхня 32, вздовж якої роздроблений матеріал ковзає з дробарки 1 для можливої подальшої видачі. Третя полиця 26 несе три виступи 34, 36, 38, кожний з яких несе додаткову дробильну поверхню 40, 42 і 44, відповідно, тобто корпус 4 має загалом три додаткові дробильні поверхні 40, 42, 44 на доповнення до дробильної поверхні 28. Додаткові дробильні поверхні 40, 42, 44 симетрично розподілені вздовж окружності зовнішнього корпусу 4, як показано на рис. 2с [2].

### Висновки

Використання моделі дає змогу проводити технічну діагностику аналогічних конусів у різних експлуатаційних режимах і зробити вибір раціональних параметрів їхньої роботи. Внутрішній корпус можна пристосовувати для оптимального дроблення матеріалу, що подається, який має визначений розподіл розмірів, а також те, що визначена кількість матеріалу, що подається, має значно більший розмір, ніж середній розмір. Дробарка також має значно більший діапазон допустимого розподілу розмірів, що забезпечує роботу дробарки з матеріалами з розподілом розмірів, що змінюється без необхідності заміни корпусів.

### Література

1. Мікульонюк І. О. Механічні та гідромеханічні процеси, апарати і машини хімічної технології.
2. Патент №87735 Україна, МПК В02С 2/00. Корпус для конусної дробарки, а також конусна дробарка. Мошинська Н. М. 2009.

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНКІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЦЕСІВ Стор.

Кувшинов О. В., Жуковська А.О., Гондляр О. В. Вплив коефіцієнту тертя на динамічні характеристики полімерних гранул при їх контактній взаємодії з фрикційною плитою сферонізатора.....	96
Кувшинов О.В., Сідоров Д.Е. Температурні напруження циліндричного оголовка.....	100
Маковський В.Р., Чемерис А.О. Аналіз питання дослідження міцності між шарами композитних матеріалів.....	102
Маковський В.Р., Чемерис А.О. Сучасний стан проблеми дослідження дефектів в багатошарових композиційних матеріалах.....	103
Скулкін Н.О., Чемерис А.О. Проблема зносу робочих органів при переробці полімерних композицій в екструдерах.....	104
Пантопель О.В. Моделювання модернізованого рухомого конуса конусної дробарки.....	106

## Моделювання модернізованого рухомого конуса конусної дробарки

Пантопель О.В, студент 4 курсу,  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

*В роботі досліджується робота конусна дробарка з модернізацією рухомого конуса. Виконаний чисельний експеримент та проведений аналіз результатів розрахунку. Встановлено, що запропонована модернізація відповідає вимогам міцності, а сама конструкція може рекомендуватись для модернізації рухомого конуса.*

### Вступ

Одним з найважливіших технологічних процесів майже на будь якому виробництві є подрібнення матеріалів, до часток різної величини. Подрібнення матеріалів застосовується в вугільній, металургійній, будівельній промисловості. Для подрібнення матеріалу вигляді щебеню застосовують конусну дробарку.

У конусних дробарках матеріал дробиться роздавлюванням, зломом, частковим стиранням між ексцентрично розташованими дроблять частинами, виконаними по формі зрізаних конусів і працюють безперервним натисканням дробить конуса. І для кращого подрібнення модернізуємо рухомий конус. [1]

### Постановка задачі

Згідно [2], використовуємо основу рухомого конуса зробимо його ступінчастим для покращення подрібнення матеріалу.

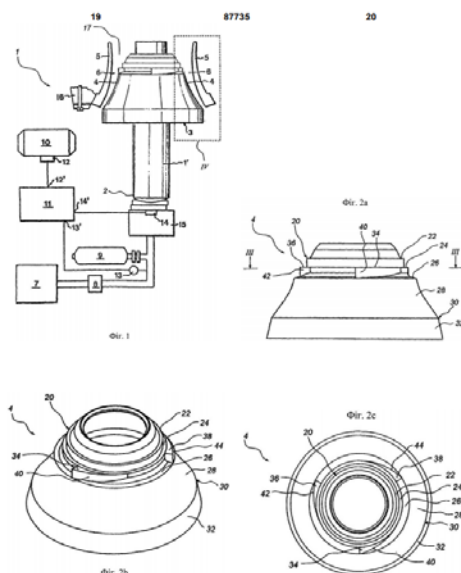


Рис.1 – Рухомий конус з патента [2]

В даній роботі ставиться задача чисельно промоделювати роботу модернізованої рухомого конуса конусної дробарки та визначити напружено – деформований стан конуса.

## Математична модель

Розрахункова схема включає в себе: модернізований рухомий конус. Рухомий конус моделюється, як 3D конструкція виконана із сталі з врахуванням власної ваги та оброблюваного матеріалу.

Для рішення задачі використовувалась система ANSYS.

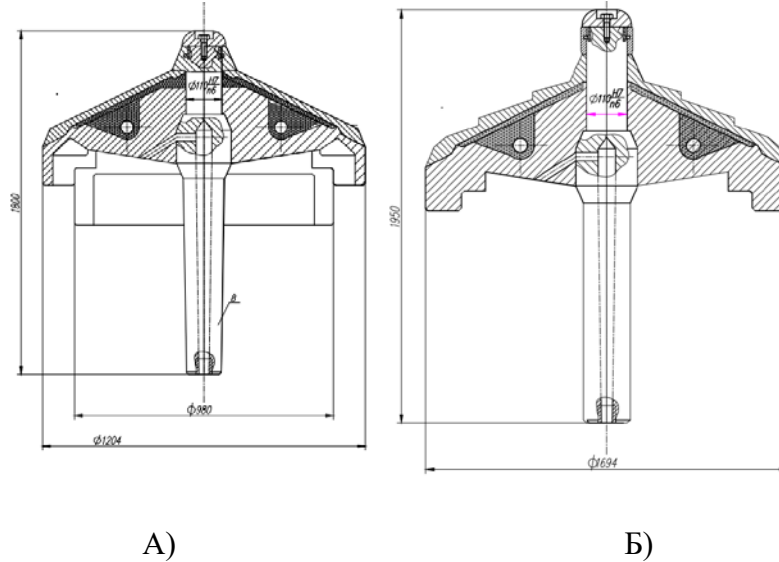


Рис.2 – Креслення: А) Базового рухомого конуса; Б) Модернізованого конуса.

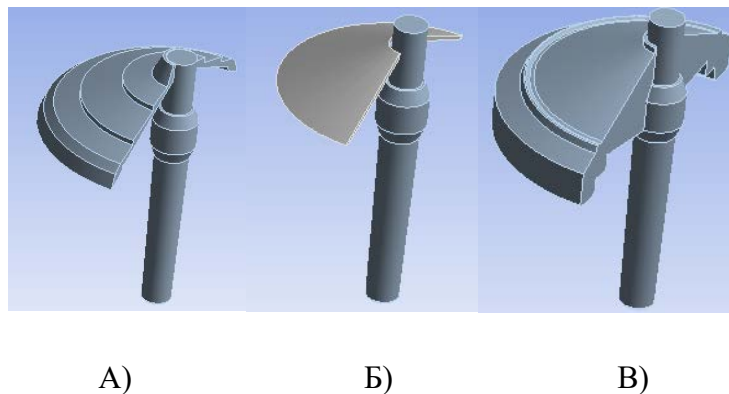


Рис.3 – Модернізований рухомий конус промодельований з 4 частин: А) Вал з броньовою плитою; Б) Вал з залитою рідиною; В) Вал з нижнім конусом.

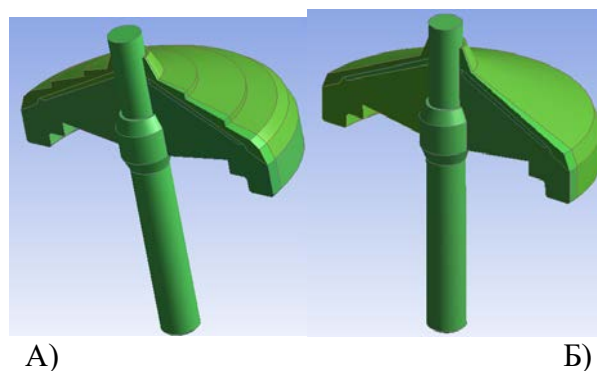
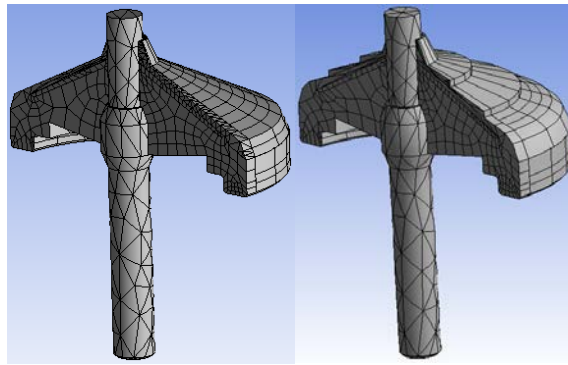


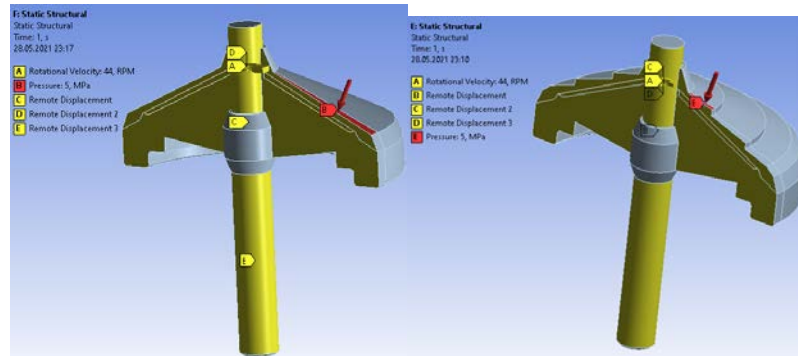
Рис.4 – Імпортована модель: А) Базового рухомого конуса конусної дробарки; Б) Модернізованого рухомого конуса конусної дробарки.



А)

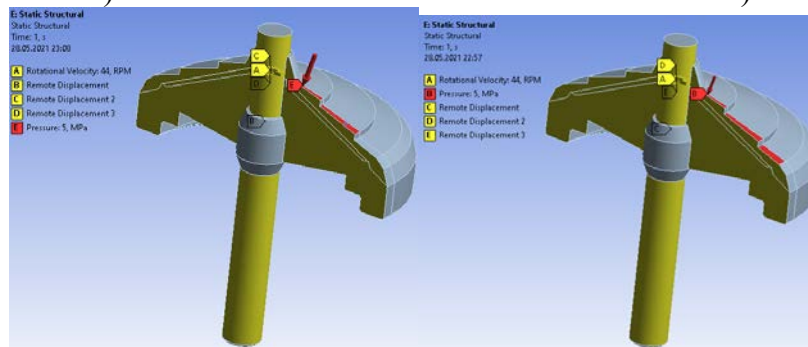
Б)

Рис.5 – Сітка: А) Базового рухомого конуса конусної дробарки; Б) Модернізованого рухомого конуса конусної дробарки.



А)

Б)



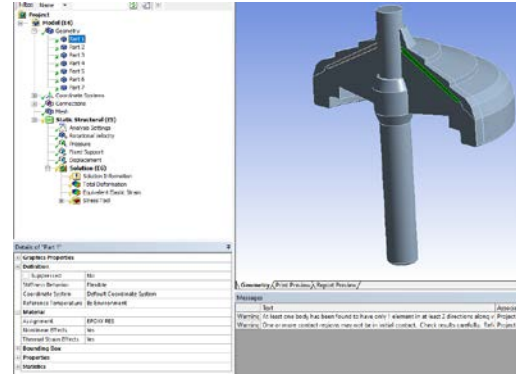
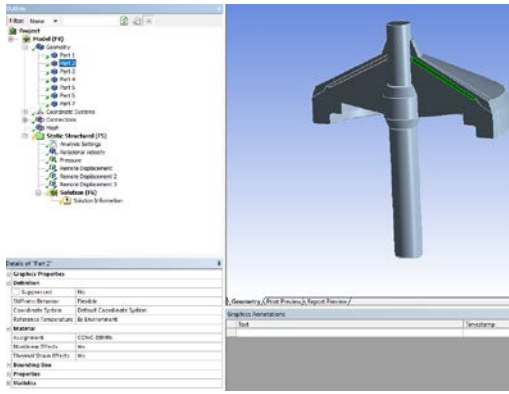
Б)

Г)

Рис.6 – Схеми навантажень та закріплень: А) При заданих навантаженнях на одну дроблячу частину базового рухомого конуса; Б) При заданому навантаженні на одну дроблячу частину модернізованого рухомого конуса; В) При заданих навантаженнях на дві дроблячі частини модернізованого конуса; Г) При заданих навантаженнях на три дроблячі частини модернізованого конуса.

### Аналіз результатів чисельного моделювання

В результаті розрахунку був визначений напружено – деформований стан модернізованого рухомого конуса коефіцієнт запасу міцності при різних заданих матеріалах заливної рідини ( використано матеріал бетон і епоксидна смола ) :



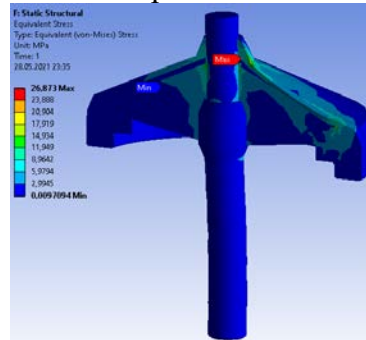
Property	Value	Unit
Density	2314	kg m <sup>-3</sup>
Isotropic Elasticity		
Derive from	Young's Modulus and...	
Young's Modulus	2450	MPa
Poisson's Ratio	0.2	
Bulk Modulus	1.9125E+09	Pa
Shear Modulus	1.4375E+09	Pa
Tensile Yield Strength	10000	MPa
Compressive Yield Strength	10000	MPa
Tensile Ultimate Strength	10000	MPa
Compressive Ultimate Strength	10000	MPa

Property	Value	Unit
Density	1190	kg m <sup>-3</sup>
Isotropic Elasticity		
Derive from	Young's Modulus and...	
Young's Modulus	2000	MPa
Poisson's Ratio	0.49999	
Bulk Modulus	3.333E+13	Pa
Shear Modulus	6.666E+08	Pa
Tensile Yield Strength	10000	MPa
Compressive Yield Strength	10000	MPa
Tensile Ultimate Strength	10000	MPa
Compressive Ultimate Strength	10000	MPa

А – бетон для базового конуса

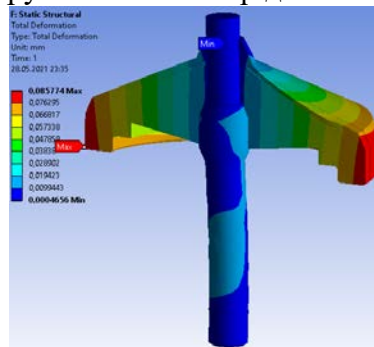
Б – Епоксидна смола для модернізованого

Рис.7 – Схеми заданих матеріалах залівної рідини



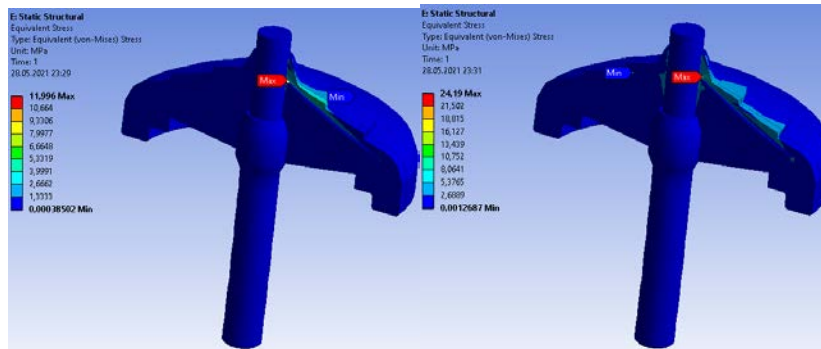
А) Результат еквівалентних напружень на одну дроблячу частину базового конуса

Рис.8 – Схеми еквівалентних напружень залівної рідини бетон для базового рухомого конуса



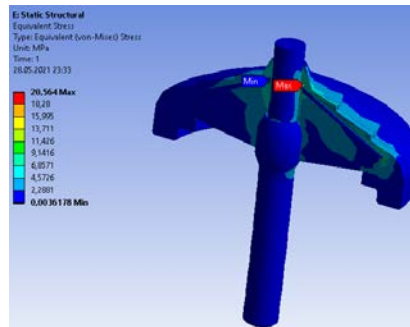
А) Результат максимальної деформації на одну дроблячу частину базового конуса

Рис.9 – Схеми максимальної деформації залівної рідини бетон базового конуса



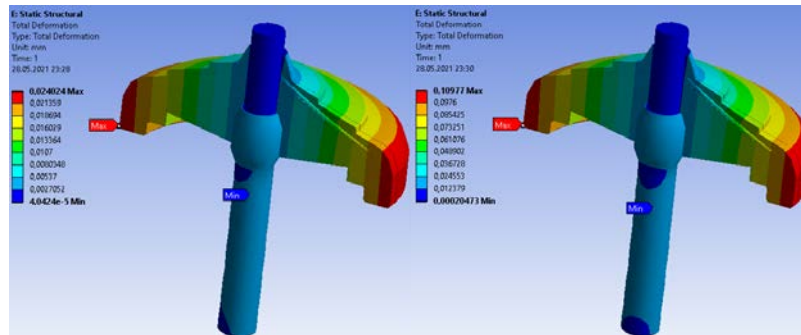
А) Результат еквівалентних напружень на одну дроблячу частину базового конуса

Б) Результат еквівалентних напружень на дві дроблячі частини базового конуса



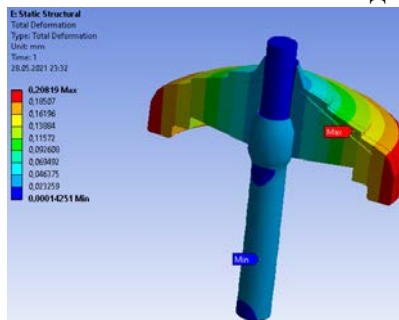
В) Результат еквівалентних напружень на три дроблячі частини базового конуса

Рис.10 – Схема еквівалентних напружень заливної рідини епоксидна смола модернізованого конуса



А) Результат максимальної деформації на одну дроблячу частину модернізованого конуса

Б) Результат максимальної деформації на дві дроблячі частини модернізованого конуса



В) Результат максимальної деформації на три дроблячі частини модернізованого конуса

Рис.11 – Схеми максимальної деформації заливної рідини епоксидна смола модернізованого конуса

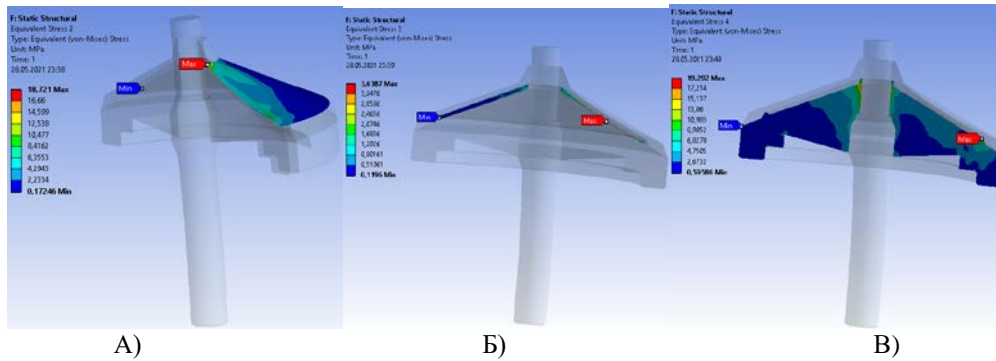


Рис.12 – Схеми еквівалентних напружень при заданих навантаженнях на одну поверхню дроблячої частини базового рухомого конуса: А) На броньову плиту базового рухомого конуса; Б) На заливну рідину епоксидна смола для базового рухомого конуса; В) На нижній конус базового рухомого конуса.

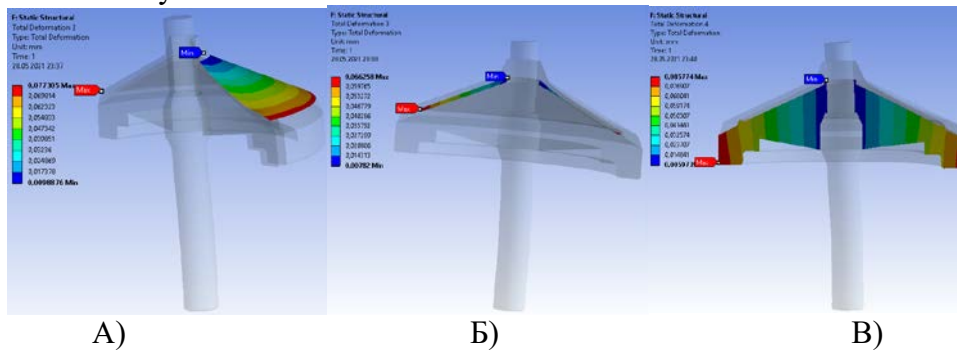


Рис.13 – Схеми максимальної деформації при заданих навантаженнях на одну поверхню дроблячої частини базового рухомого конуса: А) На броньову плиту базового рухомого конуса; Б) На заливну рідину епоксидна смола для базового рухомого конуса; В) На нижній конус базового рухомого конуса.

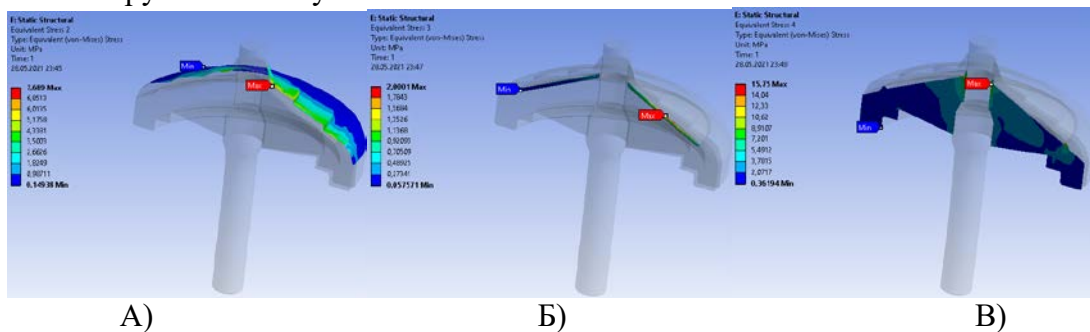


Рис.14 – Схеми еквівалентних напружень при заданих навантаженнях на три дроблячі частини модернізованого конуса: А) На броньову плиту модернізованого рухомого конуса; Б) На заливну рідину епоксидна смола для модернізованого рухомого конуса; В) На нижній конус модернізованого рухомого конуса.

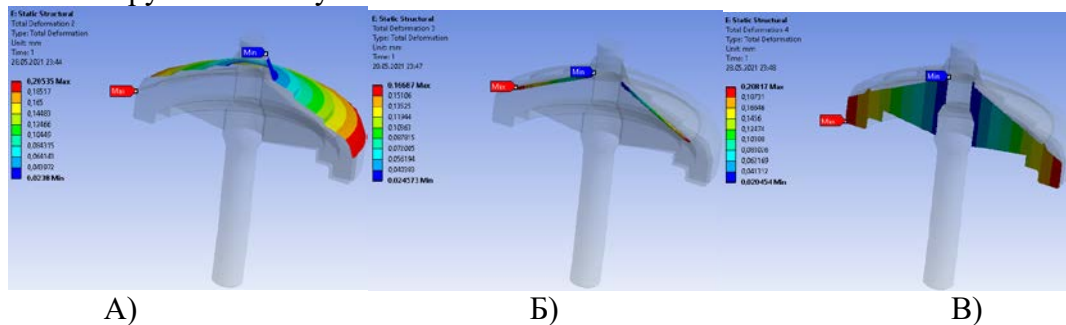


Рис.15 – Схеми максимальної деформації при заданих навантаженнях на три дроблячі частини модернізованого конуса: А) На броньову плиту модернізованого рухомого конуса; Б) На заливну рідину епоксидна смола для модернізованого рухомого конуса; В) На нижній конус модернізованого рухомого конуса

Додатково модернізований рухомий конус сприяє підвищенню якості подрібнення, виключає переподрібнення, та, згідно розрахунку, відповідає умовам міцності та може використовуватись для модернізації і за рахунок результатів можна використовувати заливну рідину епоксидна смола, вона краще сприймає локальні напруження і розподіляє їх рівномірно, ніж заливна бетон.

### **Висновки**

Пропонована математична модель дозволяє проводити більш повні розрахунки з можливістю визначати пружно – деформований стан модернізованого рухомого конуса. Використання моделі дає змогу проводити технічну діагностику аналогічних конусів у різних експлуатаційних режимах і зробити вибір раціональних параметрів їхньої роботи.

### **Перелік посилань**

1) Энциклопедия машиностроения. Машины и аппараты химических и нефтехимических производств. Т.IV-12 / М.Б. Генералов, В.П. Александров, В.В. Алексеев и др. Под общ. ред. М.Б. Генералова. – М.: Машиностроение. 2004 – 832с.; ил.

2) КОРПУС ДЛЯ КОНУСНОЇ ДРОБАРКИ, А ТАКОЖ КОНУСНА ДРОБАРКА Ukr, №87735 МПК В02С 2/00 2009р Автор [Мошинська Ніна Миколаївна](#)