Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____О.Л. Сокольський

«_____»_____2023 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності *133 - галузеве машинобудування*

на тему: Прес черв'ячний з модернізацією головки

Виконав студент *IV к., ЛП-91* Мінін Валентин Ігорович _____
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по-батькові) (підпис)

Керівник проекту: професор, д.т.н. Карвацький Антон Янович ____
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти з розділів:

МОДЕРНІЗАЦІЇ_____Щербина В.Ю.

ТЕХ. МАШ._____Борщик С.О.

ОХОРОНА ПРАЦІ_____Ковтун А.І.

РЕЦЕНЗЕНТ_____Коржик М.В..

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

Студент Мінін В.І.._____

Київ 2023 рік

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О.Л. Сокольський

(підпис) (ініціали, прізвище)

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Мінін Валентин Ігорович

(П.І.Б.)

1. Тема проекту: Прес черв'ячний з модернізацією головки керівник проекту: Карвацький А.Я.

затверджена наказом по університету від «26» 05 2023р. № 2024-С

2. Строк подання студентом проекту «19» 06 2023р.

3. Об'єкт дослідження: черв'ячний прес ЧП 90х30

4. Вихідні дані: лінія виробництва полімерних рулонних матеріалів; габаритні розміри ЧП 90х30: продуктивність 130 кг/год, встановлена потужність 55 кВт, габаритні розміри: довжина 10840 мм, ширина 3030 мм, висота 3240 мм, розміри листових матеріалів: товщина 0.2 – 1.2 мм, ширина 1300 мм.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити): Вступ. Опис технологічного виробництва полімерних рулонних матеріалів. ЧП 90х30 як складова лінії виробництва. Технічна характеристика базової машини. Літературно-патентний огляд з вибору модернізації. Охорона праці. Висновки. Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції. Розрахунки на міцність. Розрахунки НДС 3D-моделі термоболта в системі ANSYS. Технологія виготовлення деталі вибір пристосування. Загальні висновки. Перелік посилань. Додатки.

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

1. **Пресс черв 'ячний з модернізацією головки ЛП 91.077243.000-70 ВЗ**
2. **Технологічна схема виробництва полімерних рулонних матеріалів ЛП 91.077245.001-70 ТС**

3. Черв'як ЛП 91.077242.002-70 СК

4. Головка плоскошілинна ЛП 91.077242.003-70СК

5. Головка плоскошілинна модернізована ЛП 91.077242.004-70СК

6. Результати числового моделювання в програмному забезпеченні Ansys ЛП91.077240.006-70ПЛ

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання 23.05.23 р.

8. Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ. Призначення і галузь застосування лінії	23.05.23-24.05.23	
2	Розробка креслення екструдера ЧП 90х30. Йоготехнічна характеристика	25.05.23-26.05.23	
3	Літературно-патентний пошук	27.05.23-28.05.23	
4	Розрахунки параметричні та наміцність основної модернізації	29.05.23-30.05.23	
5	Розробка креслень базового та модернізованого вузлів	31.05.23-01.06.23	
6	Розроблення розділу «Охорона праці»	02.06.23-03.06.23	
7	Створення розділу «Монтаж та експлуатація»	04.06.23-05.06.23	
8	Створення розрахункової моделі в ANSYS	06.06.23-07.06.23	
9	Створення плакатів з результатами числового моделювання	08.06.23-09.06.23	
10	Загальні висновки. Перелік посилань. Додатки	10.06.23-11.06.23	
11	Оформлення записки і креслень	12.06.23-14.06.23	

Студент _____ _В.І. Мінін _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи) _____ _А.Я. Карвацький
(підпис) (ініціали, прізвище)

ЗМІСТ

Реферат з ключовими словами (українська мова)…….……1
Реферат з ключовими словами (іноземна мова)…….....1
Перелік позначень……1
І Пояснювальна записка (ЛП91.077246.01-70ПЗ)…….....25
ІІ Розрахунки (ЛП91.077246.02-70РР)…….....31
ІІІ Технологія машинобудування (ЛП91.077246.03-70ТЕ)……19
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ…….……..1
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ…..……....3
ДОДАТКИ……..9
Додаток А. Експлікація технологічної схеми виробництва полімерних рулонних матеріалів ……..... 1
Додаток Б. Специфікації…….……..5
Додаток В. Тези…….....2

РЕФЕРАТ

Дипломний проект бакалавра на тему «Прес черв'ячний з модернізацією головки». Виконавець – студент групи ЛП-91 Мінін В.І., керівник – професор Карвацький А.Я.

Дипломний проект (ДП) включає текстову і графічну частини. Текстова частина має 3 розділи і додатки., загальний обсяг – 97 с., 20 іл., 6 табл., 17 джерел посилань. Графічна частина містить 6 креслень (загальний обсяг – п'ять листів креслень формату А1 і один плакат з результатами розрахунків А1).

Об'єкт розробки – черв'ячний прес ЧП 90х30. Мета розробки – модернізація плоскощілинної головки задля усунення недоліків діючої конструкції. Для цього у ДП було проведено літературно-патентний пошук та аналіз конструкцій плоскощілинних головок для виробництва полімерних рулонних матеріалів.

Наведено технічні характеристики, розглянуто принцип дії та конструкцію плоскощілинної головки для виробництва полімерних рулонних матеріалів. Проведено параметричні, теплові та розрахунки на міцність конструкції екструдера. Для того, щоб визначити міцність модернізованої конструкції плоскощілинної головки виконано розрахунки її 3D-моделі в системі ANSYS.

Модернізація плоскощілинної головки виконана шляхом заміни способу регулювання зазору за допомогою додання термоболтів до верхньої частини плити головки екструдера, що дозволяє виконувати регулювання зазору без фізичного втручання людини шляхом нагрівання термоболта, це дозволяє зменшити час зміни настройки головки на необхідний зазор та подовжити період працездатності машини.

За результатами ДП роботи зроблено доповідь на всеукраїнський конференції та надруковано її тези.

Ключові слова: РУЛОННИЙ МАТЕРІАЛ, ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ПРЕС, ПЛОСКОЩІЛИННА ГОЛОВКА, МОДЕРНІЗАЦІЯ, НАПРУЖЕННО-ДЕФОРМОВАННИЙ СТАН, ТЕРМОБОЛТ, ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ.

ABSTRACT

Bachelor's degree project on the topic "Worm press with head modernization". Performer - student of group LP-91 Minin V.I., supervisor - Professor Karvatsky A.Y.

The diploma project (DP) includes text and graphic parts. The text part has 3 chapters and appendices, the total volume is 97 p., 20 illustrations, 6 tables, 17 references. The graphic part contains 6 drawings (total volume - five sheets of drawings of A1 format and one poster with the results of A1 calculations).

The object of development is a worm press CP 90x30. The purpose of the development is to modernize the flat-slot head to eliminate the shortcomings of the existing design. For this purpose, the SE conducted a literature and patent search and analysis of flat-slot head designs for the production of polymeric roll materials.

Technical characteristics are presented, the principle of operation and design of the flat-slot head for the production of polymeric coiled materials are considered. Parametric, thermal, and strength calculations of the extruder structure were performed. In order to determine the strength of the modernized design of the flat-slot head, its 3D model was calculated in the ANSYS system.

The modernization of the flat-slot head was carried out by replacing the method of adjusting the gap by adding thermobolts to the top of the extruder head plate, which allows the gap to be adjusted without physical intervention by heating the thermobolt, which reduces the time to change the head setting to the required gap and extends the machine's service life.

Based on the results of the research work, a report was made at the All-Ukrainian conference and its abstracts were published.

Keywords: ROLLED MATERIAL, WORM PRESS, FLAT-SLOT HEAD, MODERNIZATION, STRESS-STRAIN STATE, THERMAL BOLT, NUMERICAL ANALYSIS.

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ

n - кількість обертів, об/с;

V - швидкість руху, м/с;

$e_в$ - ексцентриситет валу, м;

S - хід рухомого конуса, м;

N - потужність двигуна, кВт;

$П_р$ - продуктивність конусної дробарки, т/год;

$D_{ср}$ - середній розмір кусків матеріалу, що поступають на подрібнення, м;

$d_{ср}$ - середній розмір кусків готового продукту, м;

ρ - густина матеріалу, т/м^3;

μ - коефіцієнт розпушування матеріалу;

m - маса, кг;

η - ККД приводу;

u - передаточне число;

d - діаметр, м;

$М_{кр}$ - крутний момент, Нм;

Q - зусилля, Н;

F - сила, Н.

І Пояснювальна записка
до дипломного проєкту

на тему: «Прес черв’ячний з модернізацією головки»

ЗМІСТ

ВСТУП…….. 3

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСУ……..……...…….. 4

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСУ ЧП 90х30……..…….. 5

3 ОПИС ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІМЕРНИХ РУЛОННИХ МАТЕРІАЛІВ, ЧП 90х30 ЇХ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ..... 7

4 ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ПОШУК З ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ПИТАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇЇ ПЛОСКОЩІЛИННОЇ ГОЛОВКИ…… 11

4.1 Літературно-патентний пошук варіантів модернізації плоскощілинної головки ……...……. 11

4.2 Обґрунтування вибору варіанту модернізації плоскощілинної головки екструдера ……. 13

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ……...…… 14

6 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ……...…..... 24

ВИСНОВКИ ……...…….. 25

					ЛП-91.077246.01-70ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Мінін			Прес черв'ячний з модернізацією головки	Літ. / Арк. 2 / Аркушів 29
Перевір.		Карвацький				
Н. Контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського
Затв.		Сокольський				

ВСТУП

Метою дипломного проекту є підвищення функціональності головки екструдера шляхом вивчення різних підходів до перепроектування машини. Основна увага приділяється підвищенню ефективності, збільшенню продуктивності та мінімізації витрат, пов'язаних з виробництвом та ремонтом. Проект охоплює комплексне дослідження існуючих конструкцій екструзійних головок з метою модернізації обладнання. Це включає проведення розрахунків і моделювання з використанням системи ANSYS для підтвердження продуктивності запропонованої модернізованої конструкції машини.

Процес модернізації екструзійної головки є багатогранним і вимагає ретельного планування та оцінки на кожному етапі. Ретельно вивчивши існуючі конструкції, провівши розрахунки на міцність, виконавши симуляції та створивши детальні креслення запропонованої машини, можна успішно модернізувати екструзійну головку, ефективно скоротивши при цьому витрати на виробництво і ремонт.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСУ

Лінія для виробництва рулонного матеріалу з полістиролу призначена для виробництва рулонних матеріалів відповідних технічним вимогам номінальної ширини 1300 мм товщиною 0.2…….1.2 мм, які використовуються для виготовлення споживчої тари методом термоформуваня в переробляючих галузях агропромислового комплексу.

Основний споживач лінії – підприємства тарної галузі агропромислового комплексу та інших галузей народного господарства.

Кліматичне виконання лінії – УХЛ4, ГОСТ 15150-69.

Лінія призначена для експлуатації в умовах закритого приміщення, обладнаного приточно-витяжною вентиляцією.

Категорія виробництва і класи зон розміщення електрообладнання: 1) категорія виробництва – "В" по СНіП 2.09.02-85;

2) клас П-Па по ПУЕ

3) температура зовнішнього середовища (20±5)ºС у будь-який час року, відносна вологість не більше 80% при температурі 20ºС.

Не допускаються протяги, які впливають на температурний режим робочих органів обладнання та рівномірність охолодження матеріалу, що екструдується. матеріал, що перероблюється.

Рекомендована рецептура для виробництва листів із полістиролу в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Назва компонента	ГОСТ, ТУ на компонент	Масова доля компонента в суміші, %
1.Вторинний полістирол	ГОСТ 16337-77 марка 276-75	78
2. Первинний високоякісний полістирол	ГОСТ 16338-77 марка 158-020	20
3.Концентрат барвника		2

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСУ ЧП 90х30

Основні технічні характеристики лінії приведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Назва параметра	Значення параметра	
	Нормальне	Фактичне
1. Продуктивність лінії при номінальній товщині матеріалу 1,35 мм, кг/год.	120-140	
2. Розміри листових матеріалів, що випускаються, мм: товщина ширина	 0,2…..1.2 1300±5	
3. Встановлена потужність, кВТ	55	
4. Потужність, що вживається, кВт, не більше	40	
5. Габаритні розміри, мм, не більше: довжина ширина висота	 10840 3030 3240	
6. Маса, кг, не більше	7950	
7. Електропостачання – від трьохфазної електричної мережі перемінного струму із глухозаземленою нейтраллю: напруга, В частота, Гц вимоги до якості електроенергії згідно ГОСТ13109-97	 380/220 50	

Продовження таблиці 2.1.

Назва параметра	Значення параметра	
	Нормальне	Фактичне
8. Водопостачання – від мережі промислового водопостачання жорсткістю не більше 5 мг-екв/л або питної води по ГОСТ 2874-82: 1) тиск води в джерелі, МПа (кгс/см²) 2) перепад тиску води при оборотному водопостачанні в напірній та зливній магістралях, МПа (кгс/см²) 3) температура води в мережі, °С, не більше	0,4-0,6 (4-6) 0,2 (2) 25	
9. Постачання повітря – стиснуте повітря для живлення пневматичних пристроїв, забрудненістю не більше 9 класу по ГОСТ 17433-80 від цехового джерела: тиск повітря, МПа (кгс/см²) об'ємна витрата стиснутого повітря, м³/год, не більше	0,4-0,6 (4-6) 5	
10. Питома маса, кг на кг/год, не більше (при продуктивності 130 кг/год)	104	
11. Питома витрата електроенергії, кВт·ч/кг, не більше (при продуктивності 130 кг/год)	1,38	
12. Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	3	

3 ОПИС ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІМЕРНИХ РУЛОННИХ МАТЕРІАЛІВ, ЧП 90х30 ЇХ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ

3.1 Принцип дії

Вихідна сировина, гранульований полістирол подається в бункер над пресом і звідти самовільно поступає в завантажувальну горловину черв'ячного преса.

В черв'ячних пресах гранули черв'яками переміщаються вздовж циліндрів. При переміщенні гранули нагріваються, ущільнюються, плавляться і уже гомогенний розплав під тиском поступає в фільтри.

В фільтрах розплав очищається від чужорідних частинок і поступає в адаптер.

В адаптері формується плоска трьохшарова структура потоку розплаву з трьох циліндричних каналів після чого попадає в головку.

В головці розплав полімеру проходить розподільну полость де потік рівномірно розподіляється по ширині головки і виходить з формуючих губок в формі листової заготовки, поступаючої в формуючий зазор гладильного каландра.

В гладильному каландрі листова заготовка валками калібрується по товщині, ущільнюється поверхня набуває глянцевого вигляду. На валках охолоджуючого валка температура матеріалу знижується до температури 40 ˚С не більше.

Далі листовий матеріал проходить поступає в зазор між валками тягнучого пристрою.

Зімкнутими валками тягнучого пристрою листовий матеріал транспортується з заданою силою натягу.

Крім того на тягнучому пристрої проводиться обрізка кромок і при необхідності, поздовжня різка полотна матеріалу на дві смуги.

Кромки поступають на подрібнююче обладнання переробки кромок і далі в завантажувальну горловину де підлягають вище описаному процесу.

З тягнучого пристрою листовий матеріл поступає на намотуючий пристрій де намотуються у рулон.

3.2Склад лінії

Лінія складається із наступних основних машин і пристроїв (мал. 1.1): черв'ячного пресу ЧП 90х30, та 2х пресів ЧП45х25, фільтрів шиберних, адаптера, головки, візку (під головку), гладильного каландру, подрібнювача кромок, пристрою тягнучого, пристрою намоточного, теплових станцій, системи електроприводу і теплової автоматики.

3.2.1 Прес черв'ячний

Прес черв'ячний призначений для безперервної переробки гранульованих термопластів в однорідний розплав і рівномірного видавлювання його через формуючу головку.

Прес черв'ячний складається із: корпусу , воронки завантажувальної , електродвигуна постійного струму , поліклинової передачі, редуктора, вентиляторів , кожухів , систем охолодження і змащення.

На станині змонтовані основні складальні одиниці преса.

Передача крутного моменту від електродвигуна здійснюється через поліклинову передачу на циліндричний редуктор, далі на черв'як. Змащення редуктора примусове, охолодження мастила в редукторі через змійовик водою від мережі у цеху.

На корпусі преса є чотири зони обігріву, здійснених за допомогою нагрівачів. Для контролю і регулювання заданої температури передбачені перетворювачі термоелектричні, підключені до системи контролю і регулювання температури.

Охолодження зон корпусу здійснюється повітрям за допомогою вентиляторів 76. Корпус преса захищений кожухом.

Привод черв'ячного преса забезпечує безступінчасте регулювання частоти обертання.

3.2.2 Фільтр шиберний

Фільтр призначений для фільтрації розплаву термостабільних полімерів, має прямоточну конструкцію.

Складається з: корпусу і плити, між якими розміщено шибер прямокутної форми з двома фільтруючими елементами, а також розсікача, ущільнення, ходового гвинта, ущільнювальних кілець і електронагрівачів опору. Шибер фільтру може знаходитися в одному з двох положень, переміщення з одного в інше здійснюється вручну за допомогою ходового гвинта.

Фільтр має два плоских електронагрівача опору, які обігрівають корпус і плиту, електронагрівач опору круглої форми для обігріву фланців фільтру і черв‘ячного пресу.

Для контролю і регулювання температури в двох зонах передбачені перетворювачі термоелектричні, підключені до системи контролю і регулювання температури. В корпусі фільтру передбачено отвір для встановлення датчика тиску.

3.2.3 Адаптер

Адаптер призначений для перетворення потоку розплаву з трьох круглих каналів в один 3 шаровий прямокутний потік розплаву.

Складається адаптер з корпусу, розподілювача, перехідників, фланців, гільз, нагрівачів, термопар.

3.2.4 Головка.

Головка призначена для формування заготівки листового матеріалу із потоку розплаву.

Конструктивно головка складається із перехідника і плоскощілинної головки ГПЛ-1600. Перехідник складається із корпуса, фланців для кріплення до пресу черв’ячного і головки ГПЛ-1600, електронагрівників, термоелектричних перетворювачів, датчика тиску розплаву полімеру. Головка плоскощілинна листувальна ГПЛ-1600 складається

із: корпуса, утвореного верхньою і нижньою плитами з розподілювальними каналами, болтів, з'єднуючих плити, верхньої і нижньої формуючих губок, боковин, планки регулювальної, електронагрівників, термоелектричних перетворювачів і, теплоізоляційних кожухів. Одна з губок пружно деформується.

Розподільний канал забезпечує рівномірне розподілення полімеру по всій довжині формуючого каналу і остаточне формування матеріалу в губках по товщині і ширині.

4 ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ПОШУК З ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ПИТАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПЛОСКОЩІЛИННОЇ ГОЛОВКИ

4.1 Літературно-патентний пошук варіантів модернізації плоскощілинної головки

Нижче наводяться аналогічні винаходи в галузі переробки полімерних виробів, а саме екструдери.

Японія

Заявка №2-4408

Змішувальний черв'як одночерв'ячного екструдера (рис. 4.1).

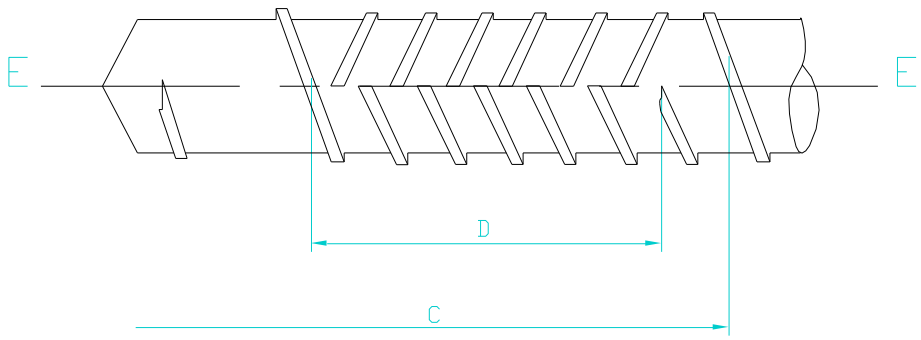


Рисунок 4.1 – Змішувальний черв'як одночерв'ячного екструдера

Змішувальний черв'як з розташованими від основи зонами подачі, плавлення і дозування С (див. Рис..1.) відрізняється тим, що на змішувальній ділянці D по обидві сторони площини Е-Е, яка проходить через вісь черв'яка, напроти один одного розміщені багато західні гребні, які направлені вперед та транспортують змішаний матеріал вперед, і проти направлені багато західні

гребні, які транспортують матеріал у зворотному напрямку. Обидва кінці вказаних гребнів встановлені відповідно до канавок між іншими гребнями.

Америка

Заявка№: US3940221A

Система контролю товщини для екструзійної головки (рис 4.2).

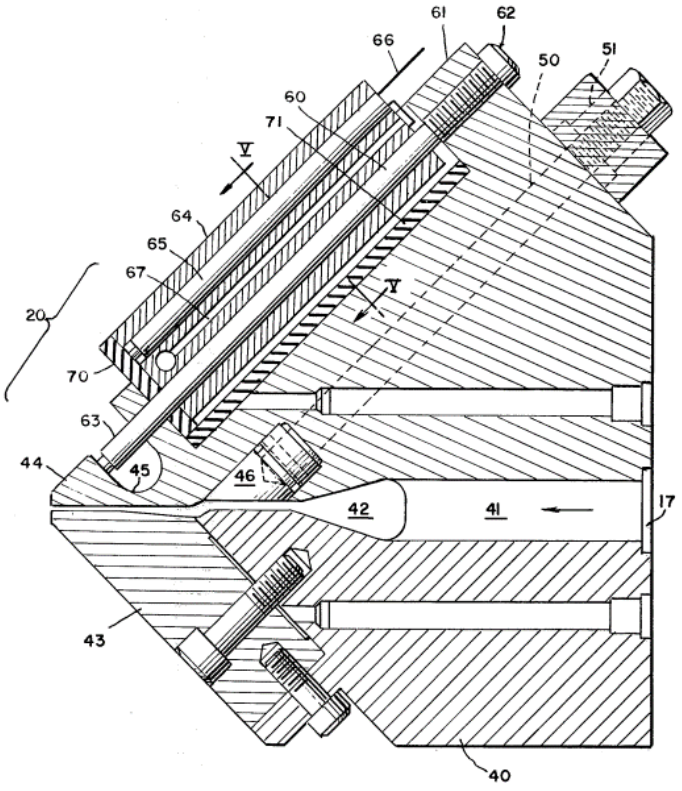


Рисунок 4.2 – Головка плоскощілинна з використанням термоболта

Розглядається головка екструдера плоскощілинна з використанням термоболта задля регулювання та контролю зазору між губками.

4.2 Обґрунтування вибору варіанту модернізації плоскощілинної головки екструдера

Данна головка відрізняється від стандартної тим що замість звичайного ручного регулювання зазора між губками головки плоскощілинної, використовуються темоболти, що дають можливість повністю прибрати ручне налагодження висоти зазора, тобто зазор контролюється без фізичного втручання людини за допомогою нагріву чи охолодження термоболтів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Закон України "Про охорону праці" був прийнятий 15 жовтня 1992 року, і його дія поширюється на підприємства різних форм власності, а також на всіх осіб, які працюють на території країни.

Закон України "Про охорону праці" ставить на перше місце добробут і життя працівників, пропонуючи комплексний підхід до трудових програм і розширюючи соціальний захист тих, хто зазнав травм на робочому місці.

Законодавство запроваджує нормативні документи, які відповідають міжнародним нормам і правилам, забезпечуючи дотримання встановлених стандартів.

Прагнення покращити умови праці та посилити заходи безпеки безпосередньо впливає на результати виробництва, продуктивність праці, якість вироблених товарів чи послуг та загальну собівартість продукції.

5.1 Повітря робочої зони

Робота оператора на установці пов'язана з фізичним навантаженням через наявність складних умов, таких як шум, шкідливі викиди та перепади температур.

Як наслідок, енерговитрати оператора перевищують 275 ккал/год. Детальну інформацію щодо рекомендованих та поточних параметрів температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні можна знайти в Таблиці 7.1.

Таблиця 5.1.

Період року	Категорія робіт	Температура, ^{0}C		Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Опти-мальна*	Факти-чна	Опти-мальна*	Факти-чна	Опти-мальна*	Факти-чна
Холодний період року	1б	21-23	19-21	40-60	50-60	0,1	0,1
Теплий період року	1б	22-24	22-25	40-60	50-60	0,1	0,2

У теплу пору року температура повітря часто перевищує ідеальний діапазон, що вимагає встановлення систем кондиціонування для ефективного охолодження навколишнього повітря.

5.2 Небезпека впливу елементів устаткування, нагрітих до високих температур

Литтєва машина містить небезпечні компоненти, такі як корпус і поверхні прес-форми, що можуть нагріватися до 200°C.

Прямий контакт з цими нагрітими поверхнями може призвести до травм і опіків. Щоб запобігти таким нещасним випадкам, для захисту нагрітих елементів машини використовуються спеціальні кришки, які супроводжуються попереджувальними знаками, що вказують на наявність високих температур.

Ці попереджувальні знаки розміщуються на поверхнях, температура яких перевищує 45°С, відповідно до вказівок, викладених у стандарті СанПіН 2.2.1/2.1.1.567-96.

5.2.1 Виробничий шум

Під час роботи литтевої машини виникають значні шумові випромінювання, головним чином від електродвигунів, редукторів і ланцюгових передач.

Необхідно забезпечити, щоб рівень звукового тиску, рівень звуку та еквівалентні рівні звуку в різних октавних смугах частот на постійних робочих місцях при працюючій виробничій лінії не перевищували допустимих норм, викладених в ДСН 3.3.6.037-99.

Наразі рівень шуму на робочих місцях залишається в допустимих межах, враховуючи, що шум, який генерується вентиляторами та електрообладнанням, становить 110 дБА. Шум, спричинений обладнанням, переважно зосереджений в діапазоні частот 250-2000 Гц.

Для ефективного зниження механічного шуму в машині для лиття під тиском можна впровадити такі заходи:

- примусове застосування змазки на поверхні тертя, ΔР=4 дБА;
- балансування обертових елементів, Р=6 дБа;
- ущільнюючих матеріалів і пружних вставок у з'єднання, і передачу при цьому коливань від однієї деталі до іншої, Р=5 дБа;
- оперативне усунення технічних дефектів, ΔР=3 дБА.
- Фактичний рівень 75 дБА

Наразі виміряний рівень шуму становить 75 дБА, що відповідає чинним нормам. Важливо стежити за тим, щоб сумарний рівень технічної вібрації на

постійних робочих місцях під час роботи машини не перевищував допустимих норм, встановлених ДСН 3.3.6.037-99.

Також є необхідним використання засобів індивідуального захисту таких як:

- Захисні навушники Dnipro-M Profi за стандартами якості CE EN 352-1, SNR: 32 dB. За нормами ДСТУ EN 352-1:2017.
- Захисна каска за стандартами якості EN 397 - 50 Дж. За нормами 75 дБА ДСТУ EN 397:2017

5.2.2 Пожежна безпека

Діапазон температур займання переробленого полістиролу становить приблизно 300-350°С. Категорія приміщення ДСТУ Б В.1.1-36:2016,клас зони обладнання (ПУЄ)-П-IIа.

Для ефективної боротьби з невеликими загораннями в приміщеннях, де електрообладнання відключено, рекомендується використовувати два вуглекислотних вогнегасника ОУ-5 і один пінний вогнегасник ОХП-10. У ситуаціях, коли електричні мережі все ще знаходяться під напругою, слід використовувати порошковий вогнегасник ОП-10.

Що стосується аварійних виходів, важливо забезпечити, щоб ширина дверного отвору становила 2 метри. Крім того, повинно бути щонайменше два виходи. Відповідно до рекомендацій (СНіП 2.09.02-85), двері евакуаційних виходів повинні відчинятися назовні.

5.2.3 Системи, що працюють під тиском

Усередині термопластавтомата є трубопроводи, що відповідають за подачу охолоджувальної рідини або стисненого повітря під тиском від 0,4 до

0,6 МПа. Корпус машини також зазнає значного тиску. Як тільки тиск перевищує критичний поріг, на панелі управління загоряється сигнальна лампочка, що супроводжується звуковим сигналом, який попереджає операторів.

Для полегшення ідентифікації трубопроводи мають кольорове маркування відповідно до вимог ГОСТ 2.118-2013. Зокрема, водопроводи позначені зеленим кольором, а повітропроводи - синім. У випадку паливних рідин, таких як нафта, трубопроводи позначаються коричневим кольором для чіткого розрізнення та ідентифікації.

5.3 Небезпека враження електричним струмом

Черв'ячний прес відноситься до категорії обладнання підвищеної небезпеки. Він працює від трифазної напруги 380 В частотою 50 Гц з ізольованою нейтраллю.

Впроваджено кілька важливих захисних заходів, серед яких:

1. Забезпечення недоступності струмоведучих частин шляхом розміщення їх на висоті, що унеможливлює випадковий дотик, зокрема, на висоті, Н=3м.
2. Використання щитів і помітних попереджувальних знаків для попередження людей про потенційні небезпеки, такі як високі температури або ризик ураження електричним струмом. Кожна конкретна небезпека супроводжується відповідним попереджувальним знаком.
3. Створення безпечних умов експлуатації електрообладнання, що передбачає проведення ретельних перевірок фахівцями перед початком роботи та проведення пробних запусків.
4. Зниження ризику потрапляння напруги на корпуси, кришки та інші компоненти електрообладнання шляхом застосування захисного заземлення та подвійної ізоляції.

Враховуючи, що на об'єкті використовується трифазна чотирипровідна мережа з напругою 380/220 В, захисне заземлення застосовується як запобіжний

захід. У випадку трипровідної мережі з ізольованою нейтраллю, при нормальному режимі роботи, якщо контакт здійснюється з однією фазою, струм, що проходить через людину, визначається ДСТУ EN 15004-1:2014.

Для встановлення допустимого значення напруги дотику її розраховують як добуток допустимої сили струму на опір людини. Крім того, довготривалий допустимий струм за нормальних умов приймається рівним 0,01 А.

Для визначення допустимої напруги дотику необхідно помножити допустиму величину струму на опір людини. Цей розрахунок дає допустиме значення напруги дотику:

$$U_д = I_т \cdot R_т$$

Для довготривалого контакту з електричним струмом

$U_д = 0,01*1200=12В$.

Для короткочасного впливу електричного струму

$U_д = 0,065*1200=71В$.

Щоб запобігти травмуванню, рекомендовано застосовувати такі застережні заходи:

- розмістити перемикачі обладнання в спеціалізованих розподільчих шафах;
- забезпечити спецвідключення електроприводів, вентиляторів, нагрівальних приладів на предмет потрапляння персоналу під електричний струм;

Забезпечити належне заземлення установки відповідно до вимог ГОСТ 30331.3-95. Поруч із заземлювальними затискачами встановити знаки "заземлення" незмивною фарбою відповідно до вимог ГОСТ 124.026-76.

Для оцінки міцності електричної ізоляції провести однохвилинне випробування випробувальною напругою 200 В і частотою 50 Гц. Опір ізоляції повинен бути не нижче 0,5 МОм. Електрообладнання, встановлене в робочих приміщеннях, повинно мати ступінь захисту IP-54, що відповідає нормам ДСТУ Б В.2.5-60:2011.

Ступінь захисту електрообладнання всередині приміщень повинен контролюватися відповідно до положень ДСТУ Б В.2.5-60:2011.

Під час аварійних ситуацій використовуйте захисне заземлення з опором Rz = 2,7 Ом відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.5-82:2016.

5.3.1 Розрахунок захисного заземлення

Напруга живлення становить 380 В частотою 50 Гц. Згідно з даними ПУЕ (Правила улаштування електроустановок), допустимим є заземлення з опором Rд=4 Ом.

Під час влаштування штучних заземлювачів необхідно переконатися, що їхній опір не перевищує допустимого: RI ≤ Rд=40 Ом.

Для розрахунку геометричних розмірів опору заземлення для сталевих стрижнів діаметром D = 0,014 м питомий опір ґрунту, позначений як Rгр, приймається рівним 20 Ом. Ця інформація використовується при визначенні відповідних розмірів для досягнення необхідного опору.

Опір проходженню електричного струму з одного вертикального електрода:

$$R_1 = \frac{R_{гр}}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot L}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right);$$

де t- дистанція від центральної точки електроду до поверхні ґрунту,

t≥2м при L=3м, приймаємо t=2.5м

$$R_1 = \frac{20}{2 \cdot 3.14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0.014} + 0.5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 2.5 + 3}{4 \cdot 2.5 - 3} \right) = 6.73 Ом \quad ;$$

Супротив одного електрода перевищує допустиме значення, тож під'єднуємо паралельно кілька вертикальних електродів. Їх кількість визначається за формулою:

$$n = \frac{R_1}{\eta \cdot R_\partial} = \frac{6.73}{0.7 \cdot 4} = 2.4 \ ;$$

Де η--коефіцієнт взаємного екранування , η=0.7

Вертикальні електроди з'єднаємо металевою смужкою з перетином 4*40 мм.

Загальна довжина смуги:

$$L_n = a \cdot (n-1) = 1 \cdot (3-1) = 2m$$

де а- дистанція поміж робочими електродами, приймається рівною а=1 м

Опір розсіювання струму з'єднувальної смуги:

$$R_n = \frac{R_{гр}}{2 \cdot \pi \cdot L_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2}{b \cdot t} \cdot \eta_n \ ;$$

де b і t-ширину і товщину смуги, ми визнаємо b=0.004м, t=0.04м

η_n - коефіцієнт використання смуги, приймаємо η_n=0.7

Тоді:

$$R_n = \frac{20}{2 \cdot 3.14 \cdot 2} \cdot \ln \frac{2 \cdot 3^2}{0.004 \cdot 0.04 \cdot 0.7} = 17.9 Ом \ ;$$

Еквівалентний опір заземлення буде дорівнює:

$$R_э = \frac{R_1 \cdot R_n}{R_1 + R_n \cdot \eta_n \cdot n} = \frac{6.73 \cdot 17.9}{6.73 + 17.9 \cdot 0.7 \cdot 3} = 2.7 Ом \ ;$$

5.4 Інструкція з техніки безпеки

До роботи з литтєвими машинами допускаються особи, які пройшли спеціальну підготовку, зокрема, з техніки безпеки та протоколів.

Щоб забезпечити безпеку персоналу, особи, які працюють з ливарною машиною, зобов'язані проходити різні інструктажі з техніки безпеки. До них відносяться первинний інструктаж з техніки безпеки при вході на робоче місце, комплексний інструктаж з техніки безпеки, пов'язаний з машиною, на спеціально

відведеному робочому місці, а також подальші періодичні інструктажі з техніки безпеки, які проводяться не рідше двох разів на рік.

Перед початком роботи робітник зобов'язаний:

- перевірити цілісність і справність усієї машини;
- переконатися, що усі трубопроводи перебувають під тиском і змащення у всій системі;
- переконатися, що контрольно-вимірювальні прилади перебувають у технічно справному стані;
- переконатися, що робочий простір у чистоті;
- переконатися, що водопостачання (шляхом огляду) та система вентиляції (шляхом увімкнення) перебувають у належному стані;
- переконатися, що наявне заземлення;

Для захисту відкритих обертових валів, муфт і приводних ланцюгів необхідні спеціальні пристрої та кожухи. За жодних обставин не можна експлуатувати агрегати без цих захисних заходів.

Щоб запобігти потенційній небезпеці, категорично забороняється налагоджувати та ремонтувати лінію, коли вона працює в автоматичному режимі.

Для нормальної роботи машини важливо, щоб майстерня була обладнана локальною припливно-витяжною вентиляцією. Це забезпечує достатню циркуляцію повітря і підтримує безпечне робоче середовище.

Схема управління запуском верстата включає в себе передпускові процедури, системи попередження, а також світлову та звукову сигналізацію, інтегровану з пусковим пристроєм. Ці заходи гарантують, що перед початком роботи машини будуть вжиті належні запобіжні заходи.

Для забезпечення безпечної роботи лінії впроваджено різноманітні блокування. Зокрема, приводний двигун черв'яка може бути запущений і працювати тільки за наявності достатнього тиску в системі змащення агрегату. Крім того, необхідна наявність матеріалу в завантажувальному бункері черв'яка, а дверцята завантажувального бункера повинні бути надійно закриті.

У разі виникнення будь-яких несправностей вкрай важливо негайно повідомити про це механіка для оперативного усунення. Працівники, відповідальні за експлуатацію литтєвої машини, повинні дотримуватися обов'язкових протоколів безпеки, в тому числі носити передбачений захисний одяг.

Під час огляду деталей машини, які можуть піддаватися впливу високих температур, оператор повинен обов'язково використовувати рукавички типу АТВ відповідно до вказівок, викладених у ДСТУ EN 61140:2019. Крім того, важливо, щоб ці рукавички вільно сиділи на руках, а не були щільно застебнуті на зап'ястях.

Для підтримання безпечного робочого середовища дуже важливо, щоб у проходах не було сторонніх предметів, мастил і бруду. Цей захід забезпечує безпечний робочий простір і знижує ризик нещасних випадків.

За жодних обставин не можна виконувати налагоджувальні та ремонтні роботи на пульті керування без попереднього відключення живлення 380 В. Це правило стосується як панелі автоматики, так і силової панелі.

Належне заземлення пристрою має важливе значення. Кожна шафа, панель і панель керування повинні бути підключені до заземлювального проводу або лінії заземлення через спеціальні отвори. Важливо переконатися, що заземлювальні провідники в приміщенні легко доступні для перевірки.

Дотримання всіх правил безпеки має вирішальне значення, оскільки це гарантує здоров'я обслуговуючого персоналу. Надання пріоритету безпеці не тільки захищає здоров'я працівників, але й сприяє підвищенню продуктивності в робочому середовищі.

6 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

У бакалаврському дипломі здійснено модернізацію черв'ячного пресу на основі прототипу [10]. За рахунок зміни базової моделі, у якій використовується звичайна схема регулювання зазора, на підставі аналізу можливих модернізацій, визначили, що доцільно буде замінити звичайні болти на термоболти. Це дає змогу здійснювати автоматичну зміну зазору між губками без втручання обслуговуючого персоналу.

Запропонована модернізація головки екструдера повинно сприяти зменшенню зносу її деталей та кількості необхідних операцій для налаштування лінії.

Висновок: запропонована модернізація головки призводить до підвищення економічної ефективності лінії виробництва полімерних рулонних матеріалів за рахунок зменшення кількості операцій для налаштування лінії та мінімізує втручання обслуговуючого персоналу.

Висновки

Виконано дипломний проект на тему: Лінія для виробництва гранітного щебню з модернізацією конусної дробарки середнього дроблення.

В літературному огляді з'ясували, що використання конусної дробарки середнього дроблення для переробки щебню досі є актуальним, а покращити результати процесу можна за допомогою модернізації.

Обрано та описано технологічну лінію виробництва гранітного щебню з використанням конусної дробарки середнього. Описали конструкцію, призначення і принцип дії конусної дробарки середнього дроблення.

Виконали літературно-патентний огляд, завдяки якому обрали варіант модернізації для поліпшення конструкції головного валу з метою підвищення ефективності переробки матеріалів та подовження періоду працездатності машини. Модернізований вертикальний вал включає модернізацію його верхньої частини у вигляді пристрою захисту від перевантаження. В результаті запропонована модернізація вертикального валу конусної дробарки середнього дроблення дозволить зменшити піки впливу, викликані падінням порід і дробильною операцією на опорній станині.

Розроблено розділ охорони праці під час експлуатації лінії полімерних рулонних матеріалів.

Також у пояснювальній записці розглянуті механіко-очікувані показники в результаті запропонованої модернізації вертикального валу з пристроєм від перевантаження та питання з охорони праці при експлуатації конусної дробарки середнього дроблення.

ІІ Розрахунки
до дипломного проекту
на тему: «Прес черв’ячний з модернізацією головки»

ЗМІСТ

1 РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСА ……..……...2

1.1 Параметричні розрахунки ……..……2

1.2 Розрахунок продуктивності черв'ячного преса ……..…….3

1.3 Розрахунок потужності приводу……..5

2 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ……..10

2.1 Параметричний розрахунок головки……10

2.2 Визначення об'ємних витрат……13

3 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК……..24

3.1 Розрахунок теплової енергії, необхідної для підтримання заданої температури……24

3.2 Визначення питомих показників……..25

4 РОЗРАХУНКИ НАПРУЖЕННО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТЕРМОБОЛТА ГОЛОВКИ В ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТАХ ANSYS ……..26

ВИСНОВКИ…….…...31

1 РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСА

1.1 Параметричні розрахунки

Основні параметри преса вибрані згідно з аналогічними характеристиками серійного універсального преса ЧП90х30.

Оскільки реологічні та теплофізичні властивості концентраторів-стабілізаторів відсутні, перевірочний розрахунок преса виконано на переробку полістиролу з показником текучості

Вихідні дані

Зовнішній діаметр черв'яка	$D=90\cdot10^{-3}$ м
Крок нарізки витків черв'яка	$H=90\cdot10^{-3}$ м
Відношення довжини черв'яка до діаметра	$L/D=30$
Висота витків черв'яка в зоні дозування	$h_д=5,3\cdot10^{-3}$ м
Висота витків черв'яка в зоні завантаження	$h_з=16\cdot10^{-3}$ м
Довжина черв'яка в зоні дозування	$l_д=10D$
Довжина черв'яка в зоні стиснення	$l_д=13D$
Довжина черв'яка в зоні розплавлення	$l_р=15D$
Висота витків в зоні розплавлення	$h_р=9,4\cdot10^{-3}$ м
Ширина витків черв'яка	$e=10\cdot10^{-3}$ м
Зазор між гребнями витків черв'яка і циліндром	$\delta=0,25\cdot10^{-3}$ м
Швидкість обертання черв'яка	$n=80$ об/хв
Протитиск формуючої головки	$P_г=43,6$ МПа
Температура розплаву в кінці зони дозування	$T_{д.к.}=210^0$C
Температура розплаву на початку зони дозування	$T_{д.н.}=154^0$C
Температура розплаву на початку зони розплаву	$T_р=120^0$C
Питома вага перероблюваного матеріалу	$\gamma=780$ кг/м^3

1.2 Розрахунок продуктивності черв'ячного преса

Діаметр стержня черв'яка в зоні дозування

$d_д$=D-2$h_д$=90·10^{-3}-2·5,3·10^{-3}=11,44·10^{-3} м

Кути нахилу гвинтових ліній поверхні витків черв'яка

а) на периферії:

α_1=arctg $\frac{H}{\pi \cdot D}$=arctg$\frac{90 \cdot 10^{-3}}{3{,}14 \cdot 90 \cdot 10^{-3}} = 17^0 39'$

б) біля стержня черв'яка в зоні дозування:

$\alpha_2 = arcth\frac{H}{\pi \cdot d_д} = arcth\frac{90 \cdot 10^{-3}}{3{,}14 \cdot 11{,}44 \cdot 10^{-3}} = 0{,}348 = 19^0 12'.$

Коефіцієнти осьового переміщення розплаву в зоні дозування:

а) на периферії черв'яка

η_1=cos$^2\alpha_1$=cos$^2 17^0 37^1$=0,9585^2=0,9091

б) біля осердя черв'яка

η_2=cos$^2\alpha_2$=cos$^2 19^0 12^1$=0,9444^2=0,8918

Максимальний коефіцієнт осьового переміщення розплаву в зоні дозування при $P_г$=0:

$\eta_{д.max}$=$\frac{\eta_1}{4-\eta_2} + \frac{\eta_2}{4} = \frac{0{,}9091}{4-0{,}8918} + \frac{0{,}8918}{4} = 0{,}5154$

Максимальна продуктивність черв'ячного преса в зоні дозування при відсутності протитиску ($P_г$=0) і коефіцієнті наповнення ψ=1.

$$Q_{д.max} = \pi\left(D^2 - d_д^2\right)(H-e)\eta_{д.max} n\psi\gamma/4 = 3{,}14(90\cdot10^{-3} - 11{,}44\cdot10^{-3})\times$$

$$\times\frac{(90\cdot10^{-3} - 10\cdot10^{-3})0{,}515\cdot2{,}166\cdot1\cdot780\cdot3600}{4} = 470 \text{ кг/год}$$

Максимальні градієнти швидкості зсуву розплаву між стержнем і внутрішньою поверхнею циліндра при максимальному тиску $P_{мах}$, створеним черв'яком, тобто при Q=0:

а) на початку і в кінці зони дозування

$$\vartheta_{д.мах} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{h_д} = \frac{3{,}14 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}166}{5{,}3 \cdot 10^{-3}} = 160\text{c}^{-1}$$

б) на початку зони розплаву

$$\vartheta_{р.мах} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{h_р} = \frac{3{,}14 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}166}{9{,}4 \cdot 10^{-3}} = 90c^{-1}$$

Максимальне напруження зсуву розплаву, в залежності від градієнтів:

а) в зоні розплаву:

при $T_р$=120^{0}C і $\acute{\upsilon}_{р.мах}$=90 с$^{-1}$ $\tau_{р.мах}$=1,8 кг/см^2=0,18 МПа

б) на початку зони дозування:

при $T_{д.н.}$=154^{0}C і $\acute{\upsilon}_{д.мах}$=160 с$^{-1}$ $\tau_{д.н.мах}$=0,15 МПа

в) в кінці зони дозування:

при $T_{д.к.}$=220^{0}C і $\acute{\upsilon}_{д.мах}$=160 с$^{-1}$ $\tau_{д.к.мах}$=0,076 МПа.

Максимальний тиск, створений витками черв'яка, в зоні розплаву при $P_г$=$P_{мах}$, тобто при Q=0.

$$P_{мах} = \frac{\pi \cdot D}{2} \cdot \left[\frac{(\tau_{д.к.мах}+\tau_{д.н.мах}) \cdot z_д}{h_д} + \left(\frac{\tau_{д.н.мах}}{h_д} + \frac{\tau_{р.мах}}{h_р}\right) \cdot (Z_р - Z_д)\right] =$$

$$= \frac{3{,}14 \cdot 90 \cdot 10 \cdot^{-3}}{2} \cdot \left[\frac{(0{,}076 + 0{,}15)}{5{,}3 \cdot 10^{-3}} \cdot 10 + \left(\frac{0{,}15}{5{,}8 \cdot 10^{-3}} + \frac{0{,}18}{9{,}4 \cdot 10^{-3}}\right) \cdot 5\right] = 130 \text{ МПа}$$

Продуктивність черв’ячного преса при заданому протитиску $P_г$=43,6 МПа:

$Q=Q_{д.мах}\cdot(1-P_г/P_{мах})=1,674\cdot10^{-4}\cdot(1-43,6/130)=$ $=1,113\cdot10^{-4}$ $м^3/с=350кг/год$

1.3 Розрахунок потужності приводу

Коефіцієнти осьового переміщення розплаву між витками черв’яка:

а) в зоні дозування:

$\eta_д=\eta_{д.мах}\cdot(1-P_г/P_{мах})=0,5154\cdot(1-43,6/130)=0,4757$

б) в зоні розплаву

$\eta_р=\eta_{д.мах}\cdot(1-P_г/P_{мах})\cdot(h_д/h_р)=0,5154\cdot(1-43,6/130)\cdot$

$\cdot(5,3\cdot10^{-3}/9,4\cdot10^{-3})=0,2682$

Результуючі осьові та радіальні градієнти швидкості зсуву розплаву між стержнем черв’яка та циліндром преса:

а) в зоні дозування

$$\vartheta_o=\frac{n}{h_o}\bullet\sqrt{\pi^2\bullet D^2\bullet(1-\eta_o)^2+H^2\bullet\eta_o^2}=\frac{2,166}{5,3\cdot10^{-3}}\times$$

$$\times\sqrt{3,14^2\cdot(90\cdot10^{-3})^2\cdot(1-0,4757)^2+(90\cdot10^{-3})^2\cdot0,4757^2}=88c^{-1}$$

б) в зоні розплаву

$$\vartheta_p = \frac{n}{h_p} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 \cdot \left(1 - \eta_p\right)^2 + H^2 \cdot \eta_p^2} =$$

$$= \frac{2{,}166}{9{,}4 \cdot 10^{-3}} \sqrt{3{,}14^2 (90 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (1 - 0{,}26)^2 + (90 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0{,}2682^2} =$$

$66c^{-1}$.

Рівнодіючі напруження зсуву в радіальному та осьовому напрямках:

а) в зоні дозування

при $T_{д.к.}$=220^{0}C і $\vartheta_o = 88$ c^{-1} $\tau_{д.к.}$=0,056 МПа;

при $T_{д.н.}$=154^{0}C і $\vartheta_o = 88$ c^{-1} $\tau_{д.к.}$=0,12 МПа;

б) в зоні розплаву

при $T_р$=120^{0}C і $\vartheta_h = 66c^{-1}$ $\tau_{д.к.}$=0,165 МПа.

Споживана потужність черв’ячного преса в зоні розплаву на зсув розплаву між витками черв’яка:

$$\sum N_{h_p} = 2{,}57 \cdot D \cdot (H - e) \cdot n \cdot \Big\{ (\tau_{д.к.} + \tau_{д.к.}) \cdot Z_{д.} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (1 - \eta_{д.})^2 + H^2 \cdot \eta_{д.}{}^2} +$$

$$+ \left[\tau_{д.н.} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (1 - \eta_{д.})^2 + H^2 \cdot \eta_{д.}{}^2} + \tau_{р.} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 \cdot \left(1 - \eta_{р.}\right)^2 + H^2 \cdot \eta_{р.}{}^2} \right] \times$$

$$\times \left(Z_{р.} - Z_{д.}\right) \Big\} = 2{,}57 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot (90 \cdot 10^{-3} - 10 \cdot 10^{-3}) \cdot 2{,}166 \cdot \{(0{,}056 +$$

$$0{,}12) \cdot 10 \times \sqrt{3{,}14^2 \cdot 90^2 \cdot 10^{-6} + 90^2 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}4757^2} +$$

$$+ \left[0{,}12 \sqrt{3{,}14^2 \cdot 90^2 \cdot 10^{-6} \cdot (1 - 0{,}4757) + 90^2 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}4757^2} + \right.$$

$$\left. + 0{,}165 \cdot \sqrt{3{,}14^2 \cdot 90^2 \cdot 10^{-6} \cdot (1 - 0{,}2682)^2 + 90^2 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}2682^2} \right] \cdot (15$$

$$- 10) \Big\} = 35{,}7 \text{ кВт}$$

Градієнт швидкості між гребнями витків черв'яка і поверхнею циліндра:

$$\vartheta_б = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{\delta} = \frac{3{,}14 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}166}{0{,}25 \cdot 10^{-3}} = 3400 c^{-1}$$

Напруження зсуву між гребнями витків черв'яка і циліндром преса:

а) в кінці зони дозування

при $T_{д.к.}$=210^{0}C і $\vartheta_{б.} = 3400\,сек^{-1}$ $\tau_{б.к.}$=0,23 МПа;

б) на початку зони дозування

при $T_{д.н.}$=154^{0}C і $\vartheta_{б.} = 3400\,сек^{-1}$ $\tau_{б.н.}$=0,35 МПа;

в) в зоні розплаву

при $T_{р.}$=120^{0}С і $\vartheta_{б.} = 3400\ сек^{-1}$ $\tau_{б.р.}$=0,42 МПа;

Окружна сила зсуву розплаву між гребнями витків черв’яка і циліндром в зоні розплаву, включаючи зону дозування:

$$\sum F_{б.р.} = \frac{\pi De\cdot\left[(\tau_{б.к.} + \tau_{б.н.})Z_{д.} + (\tau_{б.н.} + \tau_{р.})\cdot(Z_{р.} - Z_{д.})\right]}{2} =$$

$$= \frac{3{,}14\cdot 90\cdot 10^{-3}\cdot 10\cdot 10^{-3}\cdot[(0{,}23 + 0{,}35)\cdot 10 + (0{,}35 + 0{,}42)\cdot 5]\cdot 10^{6}}{2} = 18940H.$$

Окружна швидкість руху розплаву між гребнями витків черв’яка та внутрішньою поверхнею циліндра:

$$\vartheta_{б.} = \frac{\pi\cdot D\cdot n}{3600} = 0{,}85\ м/с$$

Споживана потужність на зсув розплаву між гребнями витків черв’яка і циліндром в зоні розплаву, включаючи зону дозування:

$$\sum N_{б.р.} = \sum F_{б.р.}\cdot\vartheta_{б.} = 18940\cdot 0{,}85 = 15800Bm = 15{,}8\ \text{кВт}.$$

Енергоспоживання черв'ячного преса під час обертання черв'яка в зоні завантаження і стиснення гранульованого матеріалу в першу чергу

пов'язане з перетворенням механічної енергії від приводу в теплову енергію. Цей процес перетворення призводить до генерації тепла в системі (при $P_г$=43,6 МПа):

$$\sum N_c = Q(I_p - I_o) = 350(448 - 41{,}86) = 74{,}6 \text{ кВт}$$

де I_p – тепломісткість пластмаси при температурі розплавлення

(T_p=210^{0}C), I_p=448 кДж/кг;

I_o - тепломісткість полімеру в зоні завантаження при температурі навколишнього середовища

($T_з$=20^{0}C) I_o=41,86 кДж/кг.

Споживана потужність на подолання опору руху розплаву в екструзійній голівці (при $P_г$=43,6 МПа):

$$N_г = Q \cdot P_г = 1{,}113 \cdot 10^{-4} \cdot 43{,}6 \cdot 10^6 = 4{,}85 \text{ кВт.}$$

Сумарна споживана потужність на валу черв’яка, при максимальній продуктивності:

$$\sum N_г = \sum N_{п.р.} + \sum N_{б.р.} + \sum N_c + N_г = 35{,}7 + 15{,}8 + 74{,}6 + 4{,}85 = 128{,}5 \text{ кВт}$$

Споживана потужність на валу двигуна:

$$N_{дв.} = \frac{\sum N_r}{\eta_к} = \frac{128,5}{0,92} = 134 \text{ кВт}$$

що менше установленої потужності, яка дорівнює 140 кВт.

2 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ

Розрахунок головки листувальної плоскощілинної з колектором типу «риб'ячий хвіст».

2.1Параметричний розрахунок головки

Вихідні дані

Перероблюємий матеріал – полістирол

Технологічні параметри:

- Продуктивність, G кг/год - 380
- Температура екструзії, ˚С - 210
- Коефіцієнт поздовжньої витяжки листів, $E_{прод}$ - 1.02……1.2

Характеристика виробляємої продукції

- Товщина листа, мм - 0.2 …..0.5
- Ширина листа, мм - 1500

Влативості перероблює мого матеріалу

- Коефіцієнт розбухання $E_р$ - 1.4
- Коефіцієнт усадки $E_у$ - 0.965
- Густина розплаву при температурі екструзії - 0.95
- Середнє напруження зсуву τ_0 при градієнті $\gamma_0 = 1$сек $^{-1}$,МПа - 0,06
- Тангенс середнього кута нахилу n кривої течії до вісі градієнтів в логарифмічних координатах - 0.34

Визначення геометричних параметрів формуючого зазору

Ширина вихідної формуючої щілини з урахуванням послідуючої двосторонньої обрізки кромок приймаємо рівній В = 1600 мм

Величина формуючого зазору:

$H_ф = \delta E_{прод}/E_р E_у = 0.20$ см

Довжина формуючого зазору

$L_ф = fH_ф = 12 \cdot 0.2 = 2.4$ см

Аналогічно для листа 1500х0.8 мм

В = 160 см

$H_ф = Нф = \delta E_{прод}/E_р E_у = 0.8 \frac{1.18}{1.4 \cdot 0.965}$

Довжина формуючого зазору

$L_ф = fH_ф = 9 \cdot 0.7 = 6.4$см

Конструктивні міркування і потреба в безперешкодному потоці матеріалу відіграють вирішальну роль у виборі розмірів решти секцій каналу. Для забезпечення оптимальної продуктивності важливо уникати застійних зон і забезпечувати безперервний і безперешкодний потік матеріалів.

Головний канал з окремими секціями, визначеними на основі їх геометричних характеристик. Такий поділ допомагає точно розташувати і спроектувати кожну секцію, що дозволяє ефективно обробляти матеріал протягом усього процесу.

Загальна кількість ділянки 12.

Із них – 2 круглих циліндричних, 2 круглих конічних, ділянки дроселюючої решітки, ділянки розподільного колектора, 3 ділянки - щілина із постійною шириною та перемінним зазором.

Розміри вхідних і вихідних перерізів окремих ділянок заносяться в таблицю 2.1.

Заміна окремих ділянок каналу головки еквівалентними каналами

Плоскощілеві ділянки 0-1, 4-5, 5-6 круглі: циліндричні ділянки 7-8, 11-12, а також ділянка дроселюючої решітки залишаються без замін, так як їх можна розглядати, використовуючи звичайні формули.

Щілинний ділянка 1-2 з перемінним зазором заміняється еквівалентним плоско щілинним каналом.

Відношення $H_{макс}/H_{мін} = 0.8/0.2 = 4.0$

При знайденій величині відношення та при n = 0.34 / криві течії композиції полістеролу знаходиться по графіку - величина $f_н = 2.05$.

Приведена величина зазору еквівалентного плоско щілинного каналу 4:

$H = f_н \ H_{мін} = 2.05 \cdot 0.2 = 0.41$ см

Аналогічно заміняються ділянки 2-3 і 3-4.

Конічний круглий канал 8-9 заміняється еквівалентним круглим циліндричним каналом:

Відношення $R_{max}/R_{min} = 3.25/1.5 = 2.17$

При знайденій величині відношення R_{max}/R_{min} і при n = 0.34 знаходиться по графіку величина $f_R = 1.45$.

Величина приведеного радіуса еквівалентного круглого циліндричного каналу:

$$H = f_н \ R_{мін} = 1.45 \cdot 1.5 = 2.17 \text{ см}$$

Результати розрахунків заносяться в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Параметр	Участок каналу										
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	10-11	11-12
L	2,4	4,0	1,5	1,2	3,0	1,0	2,0	13,0	1,0	10,0	9,0
$H_{max}(R_{max})$	0,2	0,8	0,8	0,4	0,4	1,5	1,5	3,25	Решітка 160отв.ø0..3	3,25	1,5
$H_{мін}$ (R_{min})	0,2	0,7	0,7	0,4	0,4	1,5	1,5	1,5		1,5	1,5
$\frac{Hmax(Rmax)}{H_{min}(Rmin)}$	1,0	4,0	1,15	1,75	1,0	1,0	1,0	2,17	1,0	2,17	1,0
f_H (f_R)	1,0	2,05	1,05	1,28	1,0	1,0	1,0	1,45	1,0	1,45	1,0
H (R)	0,2	0,41	0,73	0,51	0,4	0,4	1,5	2,17	0,15	2,17	1,5
B	160	160	160	160	160	160					
$R_{эк}$	0,124	0,254	0,455	0,316	0,248	0,248	1,5	2,17	0,15	2,17	1,5

Ананалогічно проводиться заміна конічного круглого каналу 10-11

2.2 Визачення об’ємних витрат

Об’ємні витрати через участки каналу головки, виключаючи решітку:

$Q = G/3.6\rho_т = 300/3.6 \cdot 1.12 = 74.5$ см^3/с.

Приймаємо $Q = 75$ см^3/с.

Витрати через один отвір решітки

$Q_{реш} = G/3.6\rho_т Z_{реш} = 300/3.6 \cdot 1.12 \cdot 169 = 0.44$ см^3/с.

Визначення ефективного градієнта швидкості

Величина ефективного градієнта швидкості в плоско щілинному каналі 0-1 при витраті Q = 75 см^3/с

$\gamma_{0-1} = 6Q/H^2B*K = (6*75/0.2^2*160)*1.075 = 75$ с$^{-1}$

Для інших каналів, в тому числі і еквівалентних, визначення ефективного градієнта швидкості виконується аналогічно.

Величина ефективного градієнта швидкості в круглому каналі 7-8

$\gamma_{7-8} = 4Q/\pi R^3 = (4*75/\pi*1.5^3) = 28.3$ с$^{-1}$

Для ділянок 8-9, 10-11, 11-12 величини ефективних градієнтів швидкості визначаються аналогічно.

Величина ефективного градієнта швидкості в отворах решітки

$\gamma_{реш} = 4Q_{реш}/\pi r^3 = (4*0.44/\pi*0.15^3) = 166$ с$^{-1}$

Результати розрахунків заносяться в таблицю 2.2

Визначення напружень зсуву

Знаходяться величини еквівалентних радіусів.

Для ділянки 0-1:

$R_{ек} = 0.62*H_{0-1} = 0.62*0.2 = 0.124$ см

Аналогічно знаходяться еквівалентні радіуси ділянок 1-2, 2-3, 3-4, 5-6.

Результати розрахунків заносяться в таблицю 2.2

Визначення перепаду тиску на окремих ділянках каналу головки

Перепад тиску на плоскощільовій ділянці 0-1:

$$\Delta P_{0-1} = \frac{2 \cdot L \cdot \tau_{0-1}}{H} = \frac{2 \cdot 2.4 \cdot 2.1}{0.2} = 5.05 \text{ МПа}$$

Перепад тиску на інших плоско щілинних ділянках каналу розраховуються аналогічно.

Перепад тиску на круглій циліндричній ділянці 7-8:

$$\Delta P_{7-8} = \frac{2L\tau_{7-8}}{R} = \frac{2 \cdot 2.02 \cdot 2.6}{1.5} = 0.69 \text{ МПа}$$

Таблиця 2.2

Парамет р	Ділянка каналу										
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6д-7	7-8	8-9	10-11	11-12
γ, сек.$^{-1}$	75	18	5.6	11.6	18.8	18,8	28,2	9,4	168	9,4	28,2
τ,МПа	2,25	1,6	1,2	1,5	1,7	1,7	2,8	2	3,6	2	2,8
ΔP, МПа	54	31,2	4,9	7,1	25,5	8,5	7,5	24	48	18,4	33,6

Перепад тиску на ділянках 8-9, 10-11, 11-12 визначаються аналогічно

Перепад тиску на решітці:

$$\Delta P_{реш} = \frac{2L_{реш} \cdot \tau_{реш}}{r} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 3.2}{0.15} = 4.26 \text{ МПа}$$

Результати розрахунків перепадів тиску на окремих ділянках каналу заносяться в таблицю 2.2.

Розрахунок перепаду тиску і профілювання розподільного колектора

Радіус округлення колектора на периферії:

$$R_0 = (l_0 - \frac{B}{2\text{tg}\phi_0})\text{ctg}\frac{\phi_0}{2} = (11.5 - \frac{160}{2\cdot\text{tg}84^\circ}) \cdot \text{ctg}84 = 3.43 \text{ см}$$

Радіуси траєкторії маси по перерізу колектора в залежності від поточної координати кута φ

$$R_\phi = (l_0 - \frac{B}{2tg\phi_0}) \cdot ctg\frac{\phi_0}{2} = (11.5 - \frac{160}{2 \cdot tg84^\circ}) \cdot ctg\frac{\phi}{2}$$

Величини радіусів R_φ в залежності від кута φ представлені в табл.2.3.

Величини Δl_0 та Δl_φ

$$\Delta l_0 = R_0\left(tg\phi_0 - \frac{\pi\phi_0}{180^\circ}\right) = 3.43\left(tg84 - \frac{\pi \cdot 84}{180}\right) = 27{,}6 \text{ см}$$

Значення величини Δl_φ в залежності віт поточної координати кута φ – заносяться в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

20	3	17,52	0,26	3,92
40	7,06	8,49	1,19	6,28
60	14,57	5,35	3,66	13,03
65	18,03	4,85	4,9	16,53
70	23,1	4,41	6,73	21,8
75	31,38	4,03	9,76	30,56
80	47,69	3,68	15,74	47,94
81	53	3,62	17,73	53,7
82	59,83	3,55	20,20	60,89
83	68,74	3,49	23,83	70,09
84	80	3,43	27,61	82,37

Поточна ширина bφ в залежності від поточної координати φ заносять в таблицю 2.3.

Перепад тиску на колекторі:

$$P_0 = 2\tau_0 \left(\frac{3kQ}{\gamma_0 tg\phi_0}\right)^n \frac{\left(\frac{l_0}{cos\,\phi_0} - \Delta l_0\right)^{1-n}}{(1-n)(cos\,\phi_0)^{2n} \cdot {h_1}^{2n+1}} = 7{,}44 \text{ МПа}$$

Перепад тиску P_{01} при русі розплаву вздовж центральної осі головки по частині колектора з величиною зазора h_1 на довжині l_1

$$P_{01} = 2\tau_0 \left(\frac{3kQ}{\gamma_0 tg\phi_0}\right)^n \frac{{l_1}^{1-n}}{(1-n) \cdot {h_1}^{2n+1}} = 0{,}19 \text{ МПа}$$

Величина зазору h_2 В колекторі між виступаючими «островками»

$$h_2 = \sqrt[2n+1]{2\tau_0 \left(\frac{3kQ}{\gamma_0 tg\phi_0}\right)^n \bullet \frac{{l_0}^{1-n} - {l_1}^{1-n}}{(1-n) \cdot (P_0 - P_{01})}} = 0{,}4 \text{ см}$$

Величина розміру $l_{2\varphi}$, за допомогою якого визначається профіль компенсуючої частини колектора

$$l_{2\phi} = \sqrt{\frac{\frac{P_0(1-n)(cos\,\phi)^{2n}}{2\tau_0} \cdot \left(\frac{(\gamma_0 tg\phi_0)}{3QK}\right)^n - \left(\frac{1}{h_2}\right)^{2n+1} \cdot \left(\frac{l_0}{cos\,\phi} - \Delta l_\phi\right)^{1-n}}{\left(\frac{1}{h_1}\right)^{2n+1} - \left(\frac{1}{h_2}\right)^{2n+1}}}$$

Значення величини $l_{2\varphi}$ в залежності від координати φ заносяться в таблицю 2.3.

Визначення сумарного перепаду тиску в голівці

Загальний перепад тисків на каналі визначається додаванням перепадів тисків на окремих ділянках при затратах Q = 75 см^3/с.

$$\Delta \mathrm{Pr} = \sum_{i=1}^{m} \Delta \mathrm{Pi} = \Delta P_{0-1} + \Delta P_{1-2} + \Delta P_{2-3} + \Delta P_{3-4} + \Delta P_{4-5} + \Delta P_{5-6} + \Delta P_{6-7} + \Delta P_{7-8} + \Delta P_{8-9} + \Delta P_{9-10} +$$
$$\Delta P_{10-11} + \Delta P_{11-12} = 43.6 МПа$$

Розрахунок конструктивних елементів на міцність.

Аналіз міцності полягає в оцінці перепаду тиску в секціях каналу головки за умови найбільшої швидкості потоку 75 см3/с, необхідної для формування листа мінімальної товщини.

Зокрема, товщина корпусу, який вміщує дві головки, піддається випробуванню на міцність, щоб забезпечити його довговічність і стійкість. Цей розрахунок дозволяє оцінити структурну цілісність і надійність системи при максимальних коливаннях тиску під час роботи.

Вихідні дані

Марка матеріалу корпусу головки – сталь 45

Межа текучості матеріалу корпуса МПа, 400

Марка матеріалу гвинтів, стягуючих 2 півкорпуси – сталь 38ХМЮА

Межа текучості матеріалу гвинтів МПа, 850

$W_{A\text{-}A} = \frac{1h_{A-A}^2}{6} = 7{,}65$ см^3

Напруження згину в перерізі А-А

$\sigma_u = M_{A\text{-}A}/W_{A\text{-}A} = 63$МПа

Коефіцієнт запасу міцності в перерізі А-А

$\eta = \sigma_т/\sigma_u = 400/63 = 6.35 > [n] > 1.5$

Розрахунок на міцність болтів головки

Два пів корпуси головки кріпляться 22-ма болтами М42; відстань між двома з'єднаннями болтами t = 7.2 см.

Ділянка пів корпуса головки розглядається як балка шириною t на двох опорах консольна частина якої несе навантаження, відповідне до епюри розподілу тисків по центральній осі головки (по колектор включно). Довжина проміжка балки АВ рівна відстані від вісі гвинта до заднього торця головки ; l_{AB} = 15см. Площа епюри розподілу тисків представляє собою суму площ трикутників 1,3,5,7,9,11,13 та прямокутників 2,4,6,8,10,12.

Складаються рівняння рівноваги для балки АБ

$$\sum M_A = \sum_{i=1}^{13} Mi - Rb \cdot l_{AB} = 0$$

$$\sum Y = \sum_{i=1}^{13} S_{эі} \cdot t - Ra + Rb = 0$$

Розв'язавши ситему рівнянь маємо:

Rb = 16,9 кН

Реакція Ra знаходиться з системи рівності нулю суми вертикальних сил:

$\sum Y = \sum_{i=1}^{13} S_{эі} \cdot t - Ra + Rb = 0$, звідси Ra = 3739 кН

Зусилля розриву в болті з урахуванням запасу по нерозкриттю стика, крутячого момента затяжки і відношенням податливостей болта та елементів стика.

$$T_1 R_A [1{,}3\rho(1-\chi)+\chi] = 564 \text{ кН}$$

Напруження розриву в болті:

$$\sigma_p = \frac{4T_1}{\pi d_1^2} = 5{,}35 \text{ МПа}$$

Коефіцфєнт запасу міцності:

$\eta = \sigma_т/\sigma_р = 8{,}5/5{,}35 = 1{,}6 > [n] > 1.5$

Розрахунок міцності корпуса

Вихідні дані

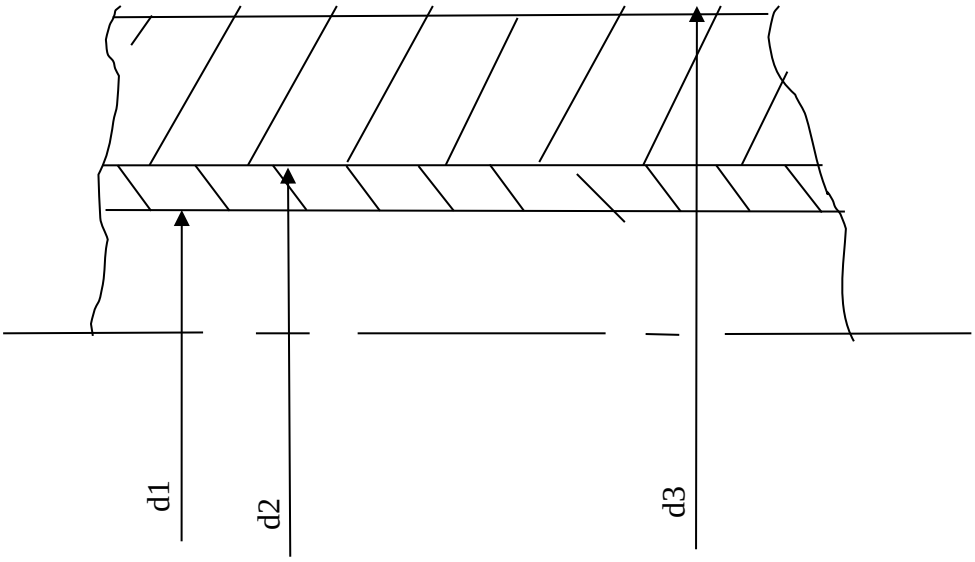


Рисунок. 2.5 - Розрахункова схема корпуса черв’ячного преса

Внутрішній діаметр гільзи	$d_1=90\cdot10^{-3}$ м
Зовнішній діаметр гільзи	$d_2=110\cdot10^{-3}$ м
Зовнішній діаметр корпуса	$d_3=220\cdot10^{-3}$ м
Матеріал корпуса	Сталь 20
	$\sigma_т=220$ МПа
Матеріал гільзи	Сталь 38Х2М10А
	$\sigma_т=850$ МПа
Температура корпуса $t_к$, ^{0}С	$t_к=250$
Потужність приводу	N=140 кВт
Число обертів черв’яка	n=80 об/хв.=1,33 сек$^{-1}$
ККД редуктора	$\eta=0,92$

Розрахунок корпуса преса

Крутний момент:

$$M_{кр.} = 9550 \cdot \frac{N}{n}\eta = 9550 \cdot \frac{180}{1{,}333} \cdot 0{,}92 = 20160 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Напруження від крутного моменту:

$$\tau_{кр.} = \frac{M_{кр.}}{W} = \frac{M_{кр.}}{\frac{\pi}{16} \cdot {d_3}^3 \cdot \left[1 - \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4\right]} = \frac{20160}{\frac{3{,}14}{16} \cdot 220^3 \cdot 10^{-9} \cdot \left[1 - \left(\frac{90}{220}\right)^4\right]} = 9{,}9 \text{ МПа}$$

Осьове зусилля розтягу:

$$A = P_1 \cdot \frac{\pi \cdot {d_1}^2}{4} = 50 \cdot 10^6 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 90^2 \cdot 10^{-6}}{4} = 614028H = 614 \text{ кН}$$

Напруження розтягу:

$$\sigma_z = \frac{A}{S} = \frac{614028}{\frac{\pi}{4} \cdot \left({d_3}^2 - {d_2}^2\right)} = \frac{614028}{\frac{3{,}14}{4} \cdot (220^2 \cdot 10^{-6} - 110 \cdot 10^{-6})} = 37{,}2 \text{ МПа}$$

Приведена напруга по III теорії міцності:

$$\sigma_{пр}{}^{III} = \sqrt{{\sigma_Z}^2 + 4 \cdot {\tau_{кр}}^2} = \sqrt{37{,}2 + 4 \cdot 9{,}9} = 42 \text{ МПа}$$

Запас міцності по границі текучості:

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{пр}} = \frac{220}{42} = 5{,}28 > n_{min}$$

Розрахунок гідростатичного тиску розплаву полімеру

Величина контактного тиску в місці спряження гільзи та циліндра:

$$P_к = \left(\frac{2P \cdot {K_1}^2}{1-{K_1}^2} + \mu \cdot \sigma_z\right) \cdot \frac{\left(1-{K_1}^2\right) \cdot \left(1-{K_2}^2\right)}{2 \cdot \left(1-{K_1}^2 \cdot {K_2}^2\right)} =$$

$$= \left(\frac{2 \cdot 50 \cdot 0{,}86^2}{1-0{,}86^2} + 0{,}25 \cdot 37{,}2\right) \cdot \frac{(1-0{,}86^2) \cdot (1-0{,}66^2)}{2 \cdot (1-0{,}86^2 \cdot 0{,}66^2)} = 31{,}9 \text{ МПа}$$

де $K_1 = \frac{d_1}{d_2} = \frac{90 \cdot 10^{-3}}{110 \cdot 10^{-3}} = 0{,}86,$ $K_2 = \frac{d_2}{d_3} = \frac{110 \cdot 10^{-3}}{220 \cdot 10^{-3}} = 0{,}66,$ μ=0,25

Напруження на внутрішній стінці корпусу:

$$\sigma_\tau = P_k = 31{,}9 МПа$$

$$\sigma_\theta = P_к \cdot \frac{1+{K_2}^2}{1-{K_2}^2} = 3{,}19 \cdot \frac{1+0{,}66^2}{1-0{,}66^2} = 81 \text{ МПа}.$$

Еквівалентне напруження за енергетичною теорією міцності:

$$\sigma_{екв.} = \frac{P_к \cdot \sqrt{3}}{1-{K_2}^2} = \frac{31{,}9 \cdot \sqrt{3}}{1-0{,}66^2} = 98 \text{ МПа}$$

Напруження на внутрішній точці гільзи від контактного тиску:

$${\sigma_\tau}^1 = 0$$

$${\sigma_\theta}^1 = -P_k \cdot \frac{2}{1-{K_1}^2} = -31{,}9 \cdot \frac{2}{1-0{,}86^2} = -245 \text{ МПа}.$$

Напруження на внутрішній точці гільзи від гідростатичного тиску розплаву:

$${\sigma_\tau}^{11} = P_1 = 50 \text{ МПа}$$

$${\sigma_\theta}^{11} = P_1 \cdot \frac{1+{K_1}^2}{1-{K_1}^2} = 50 \cdot \frac{1+0{,}86^2}{1-0{,}86^2} = 334{,}5 \text{ МПа}$$

Еквівалентні напруження за енергетичною теорією міцності:

а) від гідростатичного тиску

$$\sigma_{екв.}{}^{1} = \frac{P_1 \cdot \sqrt{3}}{1 - K_1{}^2} = \frac{50 \cdot \sqrt{3}}{1 - 0{,}86^2} = 331{,}4 \text{ МПа}$$

б) від контактного тиску:

$$\sigma_{екв.}{}^{11} = -\frac{2 \cdot \mathrm{P_к}}{1 - \mathrm{K_1}{}^2} = -31{,}9 \cdot \frac{2}{1 - 0{,}86^2} = -245 \text{ МПа}$$

в) сумарне еквівалентне напруження

$$\sigma_{екв.} = \sigma_{екв.}{}^{1} + \sigma_{екв.}{}^{11} = 331{,}4 - 245 = 86{,}4 \text{ МПа}$$

Запас міцності корпусу по границі текучості:

$$n = \frac{\sigma_m}{\sigma_{екв.}} = \frac{220}{86{,}4} = 2{,}55 > n_{min}$$

Запас міцності для гільзи по границі текучості:

$$n = \frac{\sigma_m}{\sigma_{екв}} = \frac{850}{86{,}4} = 9{,}85 > n_{min}$$

3 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК

3.1 Розрахунок теплової енергії, необхідної для підтримання заданої температури

Сумарна споживана потужність в зоні розплаву, включаючи зону дозування:

$$\sum N_{(h+\delta)} = \sum N_{h.p} + \sum N_{\delta.p} = 35{,}7 + 15{,}8 = 51{,}5 \text{ кВт}$$

Підвищення тепловмісту розплаву внаслідок перетворення механічної енергії у теплову:

$$\Delta i = \frac{\sum N_{(h+\delta)}}{Q \cdot \delta} = \frac{51{,}5}{1{,}113 \cdot 10^{-4} \cdot 780} = 280{,}3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Підвищення температури пластмаси внаслідок підвищення її тепловмісту:

$$\Delta T_p = \frac{\Delta i}{c} = \frac{280{,}3}{2{,}26} = 124^0\text{C}$$

де С – теплоємність розплаву полімера,

С=0,54 ккал/кг·град=2,26 кДж/кг·град.

Кінцева сумарна температура розплаву в зоні дозування черв’ячного преса:

$$T_к = T_p + \Delta T_p = 120 + 124 = 244^0\text{C}.$$

Кількість збиткової теплової енергії в розплаві:

$$\Delta q = c \cdot Q \cdot (T_k - T_{д.к.}) = 2{,}26 \cdot 1{,}113 \cdot 10^{-4} \cdot (244 - 220) \cdot 780 = 35950 \text{ кДж}$$

Ефективна потужність охолодження перероблюваного матеріалу:

$$W = \frac{35950}{3600} = 10 \text{ кВт}$$

3.2 Визначення питомих показників

Питомі витрати енергії на валу черв'яка:

$$\frac{\sum N_r}{Q} = \frac{129}{1{,}113 \cdot 10^{-4} \cdot 780 \cdot 3600} = 0{,}413 \frac{\text{кВт}}{\text{кг}}$$

Питомі витрати енергії на валу двигуна:

$$\frac{N_{дв.}}{Q} = \frac{140}{1{,}113 \cdot 10^{-4} \cdot 780 \cdot 3600} = 0{,}45 \frac{\text{кВт}}{\text{кг}}$$

4 РОЗРАХУНКИ НАПРУЖЕННО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТЕРМОБОЛТА ГОЛОВКИ В ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТАХ ANSYS

Для розрахунку створеної 3D-моделі оптимальним рішенням є програмне забезпечення ANSYS. Це програмне забезпечення відоме своїм зручним інтерфейсом та широким набором інструментів. Для процесу аналізу ми використали модуль Static Structural в ANSYS.

Після запуску програми першим кроком є налаштування необхідного обчислювального середовища відповідно до наших конкретних вимог. Потім ми отримуємо файл .stp 3D-моделі Fusion 360, забезпечуючи сумісність з системою ANSYS. Цей файл згодом імпортується в підрозділ "Модель", як показано на рисунку (4.1), що дозволяє проводити подальше дослідження та оцінку в програмному забезпеченні.

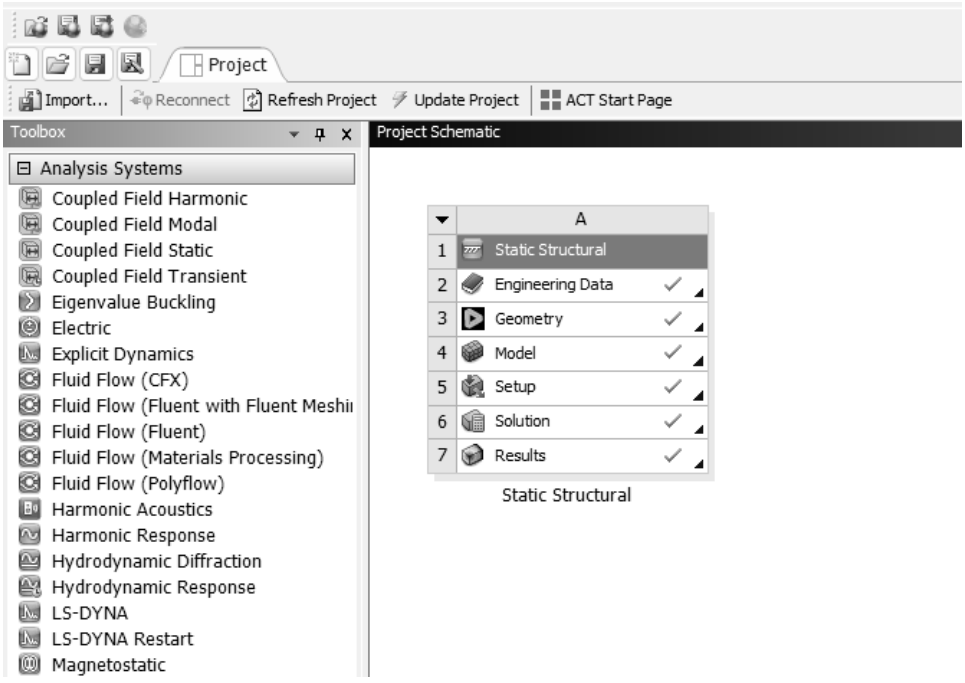
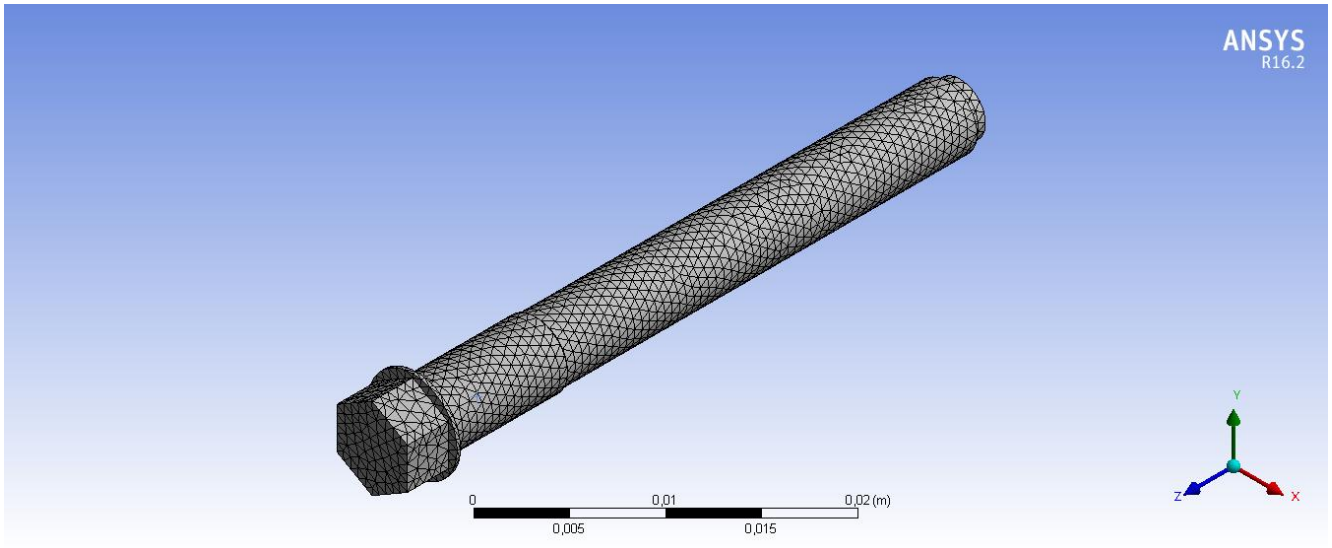


Рисунок 4.1 – Формування середовища для подальших розрахунків

За допомогою доступних інструментів в розділі Mesh ми зможемо створити мережу скінчених елементів, що нагадує «сітку» (рис. 3.2).

Таким чином, застосування цих інструментів дозволить нам виконати цю задачу шляхом створення системи взаємопов'язаних елементів, які утворять геометричну структуру подібну до сітки.



24407 – кількість вузлів; 15059 – кількість скінченних елементів

Рисунок 3.2 – Дискретизація геометричної моделі термоболта

Наступною дією є створення закріплень та сил в Static Structural (рис. 3.3).

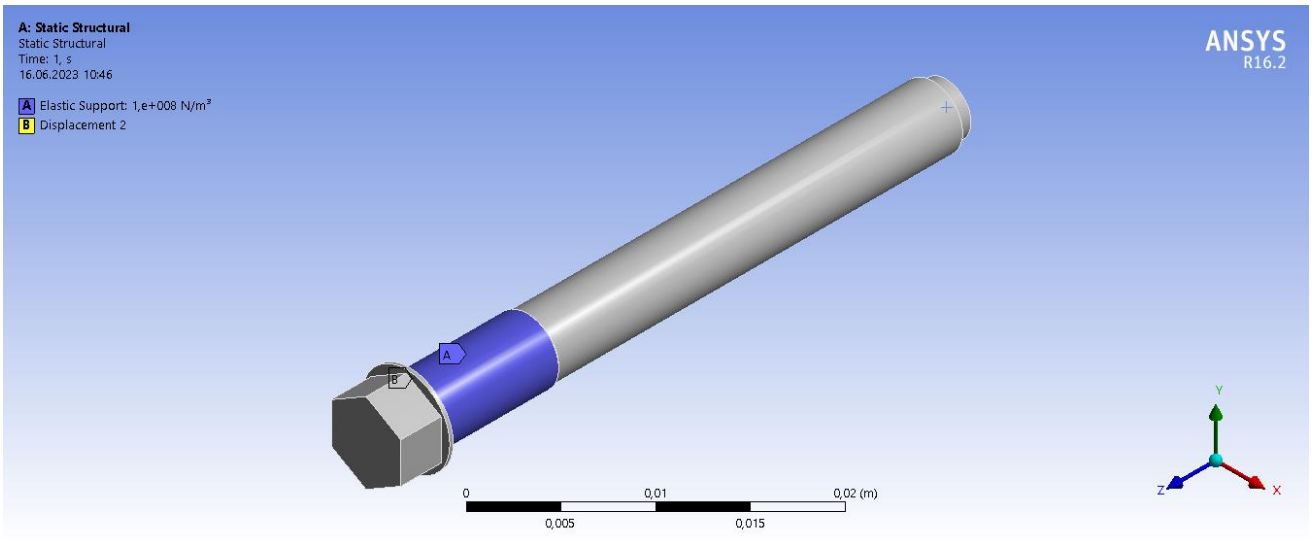


Рисунок 3.3 – Схема навантаження

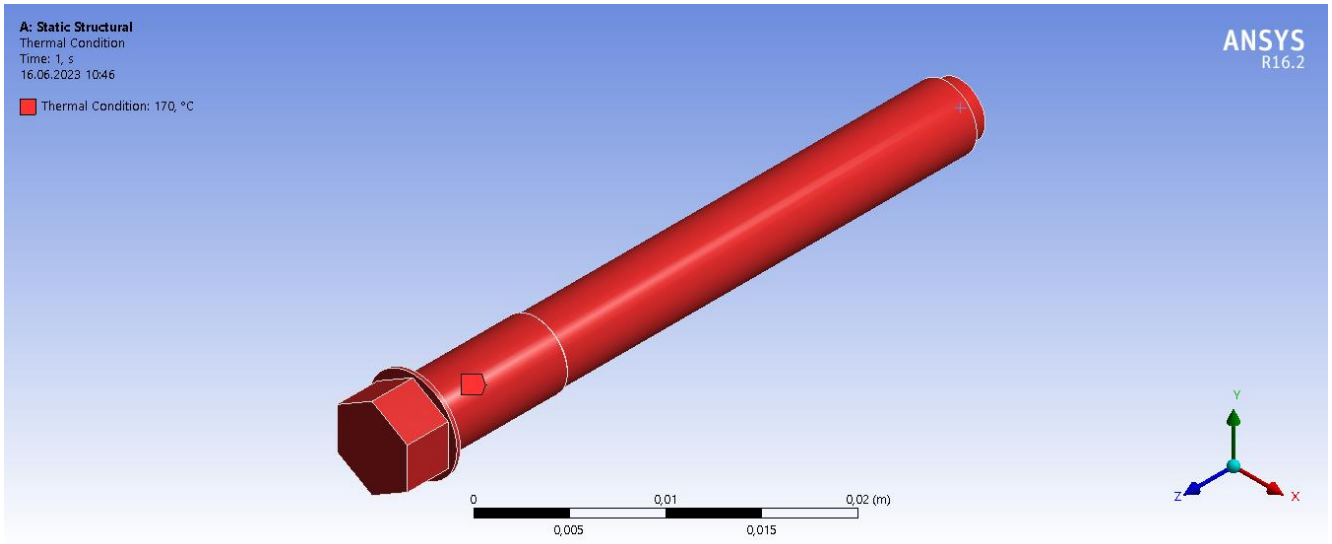


Рисунок 3.4 – Схема термічного навантаження

Результати числового моделювання напружено-деформованого термоболта наведено на рис. 3.5 – 3.7.

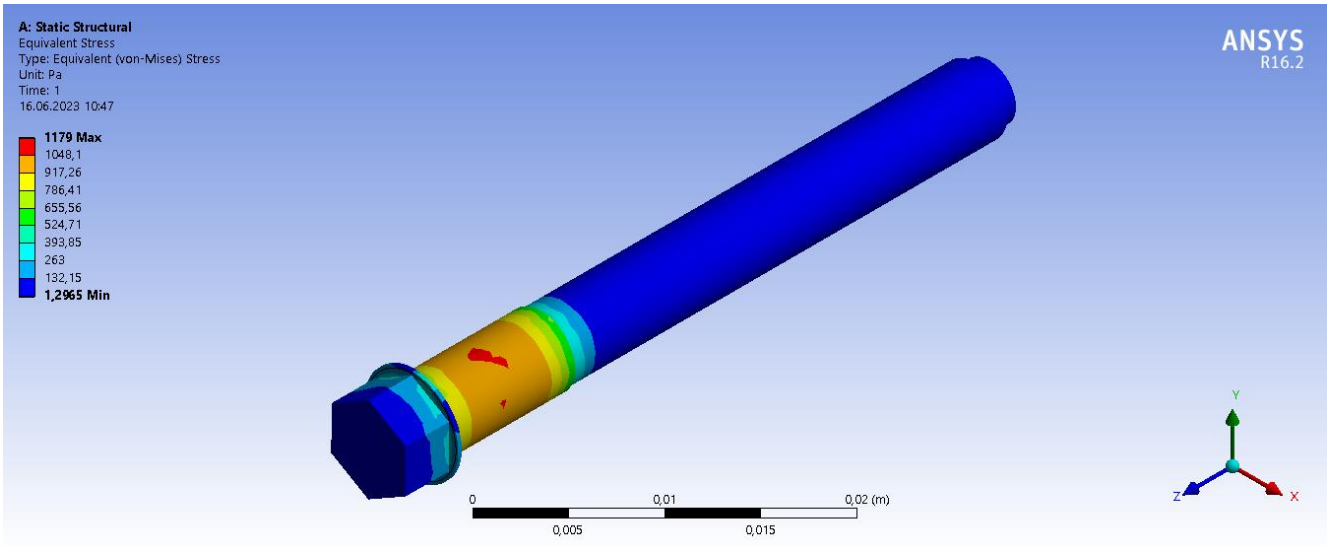


Рисунок 3.5 – Поле еквівалентних напружень за Мізесом геометричної моделі термоболта

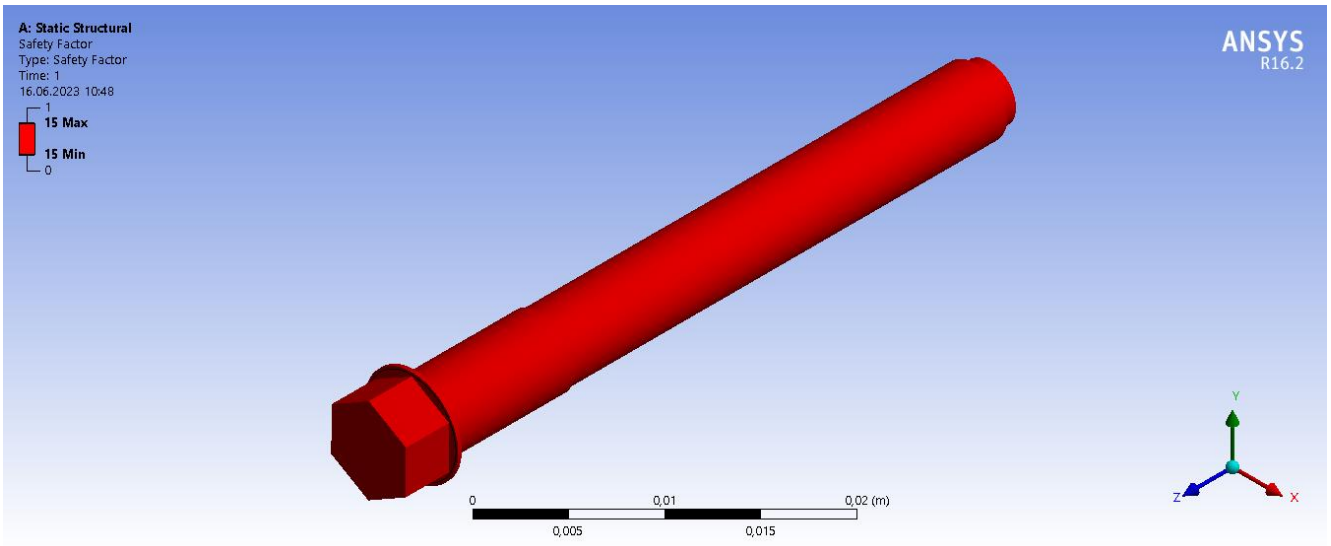


Рисунок 3.6 – Поле запасу міцності геометричної моделі термоболта

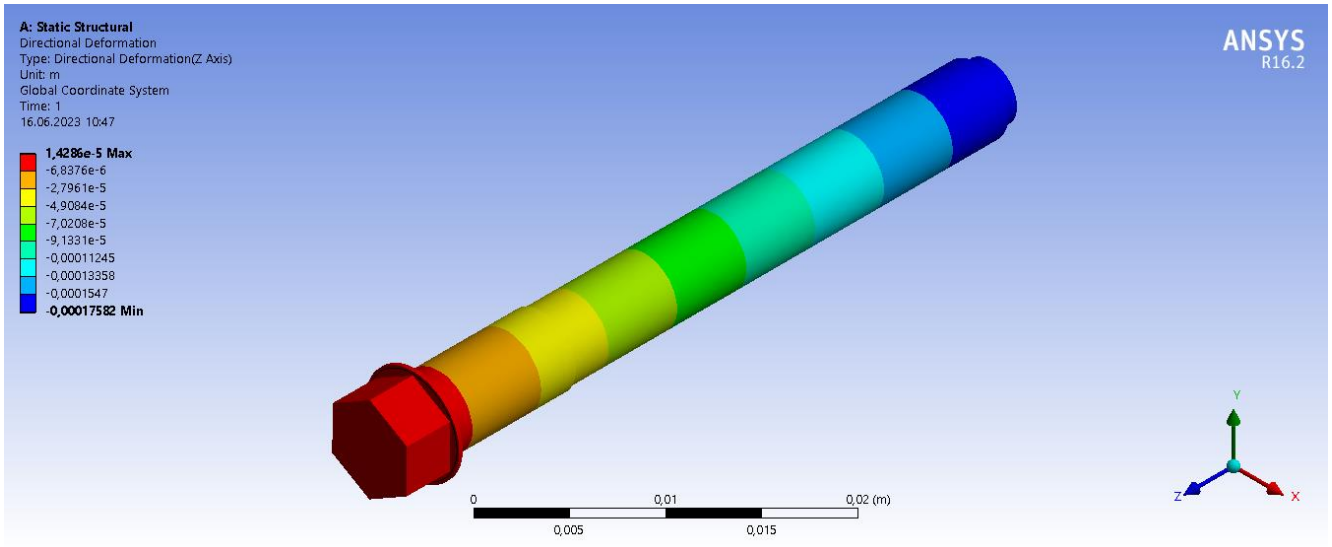


Рисунок 3.7 – Поле переміщень по осі Z геометричної моделі термоболта

ВИСНОВКИ

1) Геометричні параметри термоболта були визначені шляхом ретельних розрахунків, включаючи оцінку міцності, а коефіцієнт опору головки екструдера був ретельно оцінений для аналізу загальної продуктивності машини. Розрахунки міцності надали переконливі докази здатності термоболта відповідати необхідним стандартам.
2) Моделювання в ANSYS було проведено для оцінки модернізованої конфігурації термоболта. Результати показують, модернізована конструкція має достатній запас міцності, щоб витримати задані навантаження. Також порівняльний аналіз розрахунків запасу міцності показує, що модернізована конструкція регулювання зазору головки екструдера перевершує базову версію. Це свідчить про те, що модернізована конструкція термоболта є придатною для використання в промислових умовах.

ІІІ РОЗДІЛ «ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ»
ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ
НА ТЕМУ: «Прес черв’ячний з модернізацією головки»

Зміст

1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛ…….2

1.1. Опис та призначення деталі……..2

1.2. Вибір заготовки для виготовлення деталі……....3

1.3. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі.....4

2. ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПЕВНОЇ ОПЕРАЦІЇ…….15

2.1. Вибір пристосування, опис конструкції та принципу д……. 15

2.2.Розрахунок сил закріплення деталі…….……...16

ВИСНОВКИ……..18

Список літератури, використаної у розділі…….…19

					ЛП91.077246.03-70ТЕ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мінін			Прес черв'ячний з модернізацією головки	Літ.	Арк. 2 / Аркушів
Перевір.		Карвацький					
Н. Контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ	
Затв.		Сокольський					

1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

1.1 Опис і призначення деталі

Під час виконання розділу "Технологія машинобудування" цього дипломного проекту детально розроблено технологічний процес виготовлення деталі під найменуванням "Вал шліцевий". Для цього було ретельно визначена послідовність операцій, необхідних для виготовлення деталі.

У подальших підрозділах вичерпно висвітлено поетапний хід та всі важливі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі "Вал шліцевий".

Шліцьовий вал відіграє важливу роль у передачі крутного моменту всередині виробу. Він має спеціально розроблену шліцьову поверхню, наскрізний отвір і шпонковий паз, що забезпечує його безперешкодну установку в машину для оптимальної продуктивності.

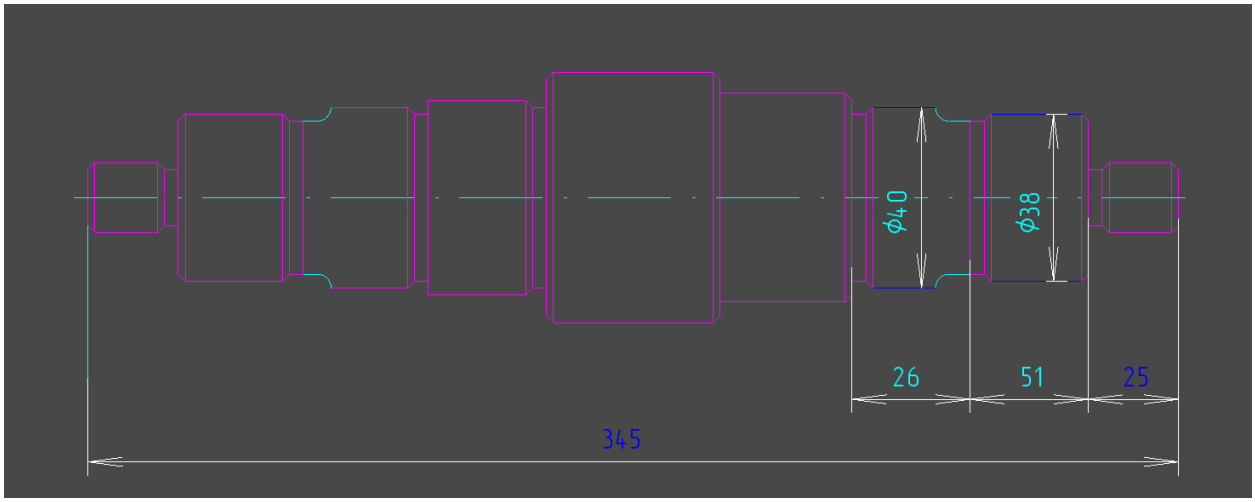


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі "Вал шліцевий"

Після проведення технологічного контролю креслення деталі було виявлено, що на ньому вказані всі необхідні розміри, необхідні для виготовлення деталі.

що на ньому вказані всі необхідні розміри, необхідні для виготовлення деталі. Креслення містить вичерпну інформацію, необхідну для точного виготовлення деталі:

- Шорсткість всіх робочих поверхонь виробу зазначена відповідно до ГОСТ 2789-73;

- Допуски і граничні відхилення розмірів визначаються згідно із ГОСТ 25346-89 і ГОСТ 25347-82;

- Допуски для форми і розташування поверхностей визначаються згідно із стандартом ГОСТ 24643-81;

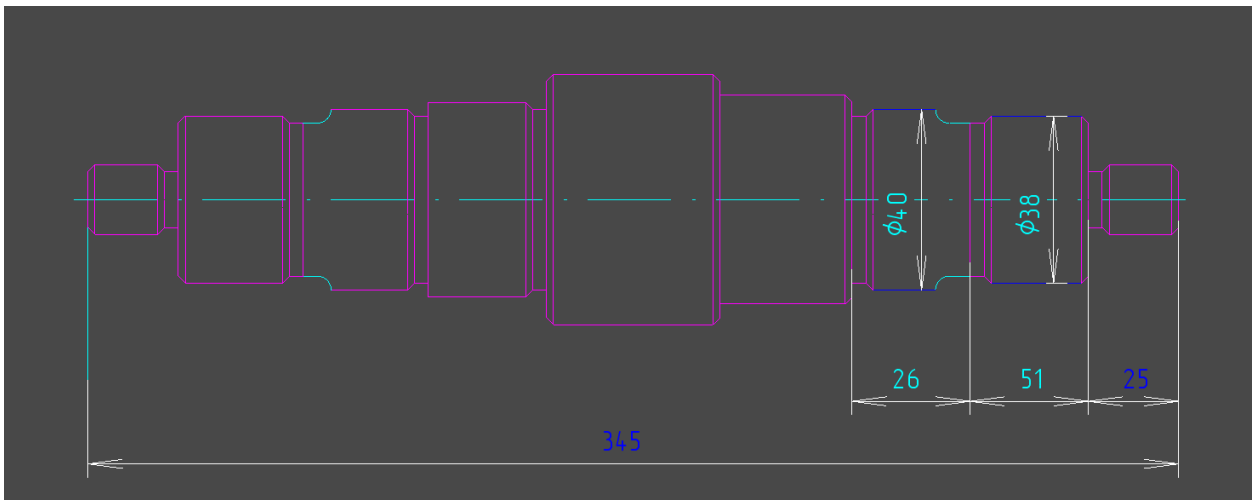
- Вимоги до точності виконання поверхонь деталі цілком відповідні вимогам шорсткості цих поверхонь.

1.2 Вибір заготовки для виготовлення деталі

Деталь "Шліцьовий вал" виготовляється зі сталі 40Х з дотриманням вимог ГОСТ 4543-71. Початкову заготовку для цієї деталі (зображену на рисунку 1.1) отримують у процесі лиття в піщано-глиняні форми. Конструкція виливниці нескладна, що сприяє легкому вилученню моделі з форми.

Лиття металів є важливим методом, що використовується в машинобудуванні для виготовлення заготовок, оскільки дозволяє створювати виливки з різноманітними формами, розмірами та бажаними фізико-механічними властивостями. Використання одноразових піщаних форм є широко прийнятим підходом у процесі лиття.

Для забезпечення високої якості та підвищення продуктивності під час виготовлення деталі "Шліцьовий вал" на різних операціях механічної обробки використовується спеціалізоване обладнання з високошвидкісним затисканням заготовки.



1.3 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

В рамках дипломного проекту було ретельно розроблено та задокументовано технологічний процес виготовлення деталі "Шліцьовий вал". Процес всебічно проілюстрований за допомогою серії маршрутних карт, ескізних карт та операційних карт, які надають детальне уявлення про кожну стадію виробництва.

	МАРШРУТНА КАРТА	КТМ	
		Вал шліцевий	

МО1	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71									
МО2	Код	ЕВ	МД	ЕН	Нрасх	КИМ	Вид заготовки	Профиль и размер	КД	МЗ
	-	166кг	4,2	1	1,2	0,77	штамповка	ϕ65; L=352	1	5,4

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код найменування операції	Позначення документа										
Б	Код найменування обладнання					СМ	Кшт.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Проф.	Тпз.	Тшт.
А				005	Фрезерно центрувальна											
Б					МП-71М	2	18632	310	1Р	1	1	1	1250	1	20	1,21
А				010	Токарна											
Б					16К20ФЗ	2	18225	310	1Р	1	1	1	1250	1	27	11,08
А				015	Токарна											
Б					16К20ФЗ	2	18225	310	1Р	1	1	1	1250	1	27	8,59
А				020	Шпоночно фрезерна											
Б					ДФ-692Р	2	18632	310	1Р	1	1	1	1250	1	21	1,09

Розробив Мінін ВІ	Лист 1
Перевірив Борщик СО	Листів 19
Н.контр.	

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

	МАРШРУТНА КАРТА	КТМ	
		Вал шліцевий	

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код найменування операції	Позначення документа										
Б	Код найменування обладнання					СМ	Кшт.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Проф.	Тпз.	Тшт.
А				025	Шліцефрезерна											
Б					5350А	2	17001	310	1Р	1	1	1	1250	1	20	22,86
А				030	Вертикально сверлильная											
Б					2Н112	2	17335	310	1Р	1	1	1	1250	1	12	1,98
А				035	Круглошліфувальна											
Б					3М151	2	18873	310	1Р	1	1	1	1250	1	14	2,62
А				040	Круглошліфувальна											
Б					3М151	2	18873	310	1Р	1	1	1	1250	1	14	1,81
А				045	Контрольна											
Б					СтілОТК	2	12939	421	1Р	1	1	1	1250	1	-	-

Розробив Мінін ВІ	Лист 2
Перевірив Борщик СО	Листів 19
Н.контр.	

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

	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА	КТМ	
		Вал шліцевий	

Найменування операції	Матеріал	Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розмір	МЗ	КОИД
Токарна з ЧПУ	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	НВ 302	166кг	4,2	ф65; L=352	5,4	0,71

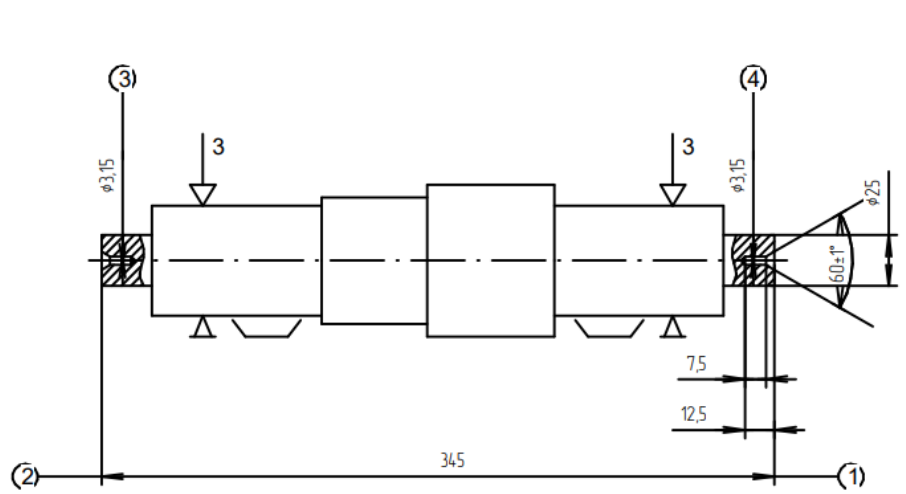
Обладнання	Позначення програми	То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ
Токарний верстат з ЧПУ 1К62ФЗ	-	6,90	1,81	27	9,59	Емульсия

Р		ПИ	Д или В	L	t	i	Sm	n	V	Тв	То
01		-	мм	мм	мм	-	мм/хв	об/хв	м/хв	хв	хв
О02	А Встановити, закріпити і зняти деталь										
Т03	Пневмопристосування спеціальне									0,28	
04											
О05	Фрезерувати торці і витримуючи										
06	розмір 34,5 мм										
Т07	Фреза торцева 2214-0007 ВК8 ГОСТ 24359-80										
Р08			ф90	75	3,0	1	130	760	181	0,08	0,59
09											
О010	Свердлити одночасно 3 отв.										
011	витримуючи розмір 12,5 мм										
Т012	Свердло центрувальне 2317-0004 Р6М5 ГОСТ 14952-75										
013	Шаблон спеціальний										

Розробив Мінін В І	Лист 3
Перевірив Борщик С О	Листів 19
Н.контр.	

Изм. Лист № докум. Підпис Дата | Изм. Лист № докум. Підпис Дата

	МАРШРУТНА КАРТА	КТМ	номер операції
		Вал шліцевий	005



Розробив Мінін В І	Лист 4
Перевірив Борщик С О	Листів 19
Н.контр.	

Изм. Лист № докум. Підпис Дата | Изм. Лист № докум. Підпис Дата

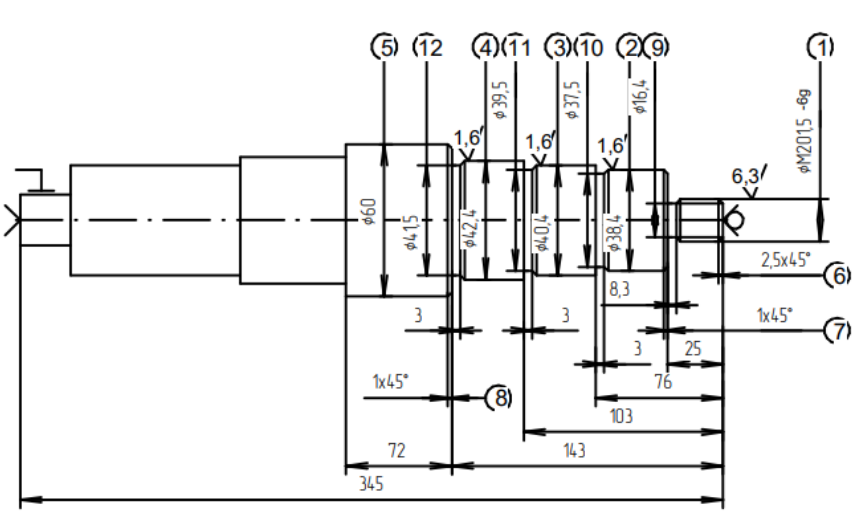
	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА	КТМ									
		Вал шліцьовий									
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	Sm	n	V	Тв	То
01		-	мм	мм	мм	-	мм.хв	об.хв	м.хв	хв	хв
Р02			ϕ3,15	8	1,6	1	96	1200	6	0,06	0,09
03											
О04	АВстановити закріпити знятидеталь									0,28	
Т05	Повідковий патрон центр що обертається										
06											
О07	Точити начорно шийки вала ϕ22;										
08	2 дϕ40,4; 3 дϕ42,4; 4 дϕ44,4; 5 дϕ62;										
09	L=245 мм										
Т010	Різець прохідний прямий Т										
011	Калібр скоби ШЦ										
Р012			ϕ60	258	3,0	1	100	600	1884	0,18	2,58
013											
О014	Точити начисто шийки вала ϕ20;										
015	2 дϕ38,4; 3 дϕ40,4; 4 дϕ42,4; 5 дϕ60;										
016	L=245 мм										
Т017	Різець прохідний прямий Т										

Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробив Мінін ВІ	Лист 5
										Перевірив Борщик СО	Листів 19
										Н.контр.	

	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА	КТМ									
		Вал шліцьовий									
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	Sm	n	V	Тв	То
01		-	мм	мм	мм	-	мм.хв	об.хв	м.хв	хв	хв
02	Калибыр скобы ШЦ-1-125–0,1										
Р03			ϕ60	258	1	1	100	600	137	0,80	2,58
04											
О05	Точність фаски 6 2,5х45; 7 1х45; °; 8 1х45°										
06	Точність канавки 9 ϕ16,4; 10 ϕ37,5;										
07	11 дϕ39,5; 12 ϕ41,5; L=22 мм										
Т08	Різець прохідний прямий Т										
09	Шадлон спеціальний										
Р010			ϕ41,5	29	3	1	111,4	600	122	0,13	0,49
011											
О012	Нарізати різьбу М х на поверхні										
013	1 ; L=25 мм										
Т014	Різець різьбовий Т										
015	Різьбовий калібр кільце		М20	28	1,5	3	800	125	7,8	0,47	2,56
Р016											
017											

Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробив Мінін ВІ	Лист 6
										Перевірив Борщик СО	Листів 19
										Н.контр.	

	КАРТА ЕСКІЗІВ	КТМ	номер операції
		Вал шліцьовий	010



Розробив Мінін В.І.											Лист 7
Перевірив Борщик С.О.											Листів 19
Н.контр.											
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

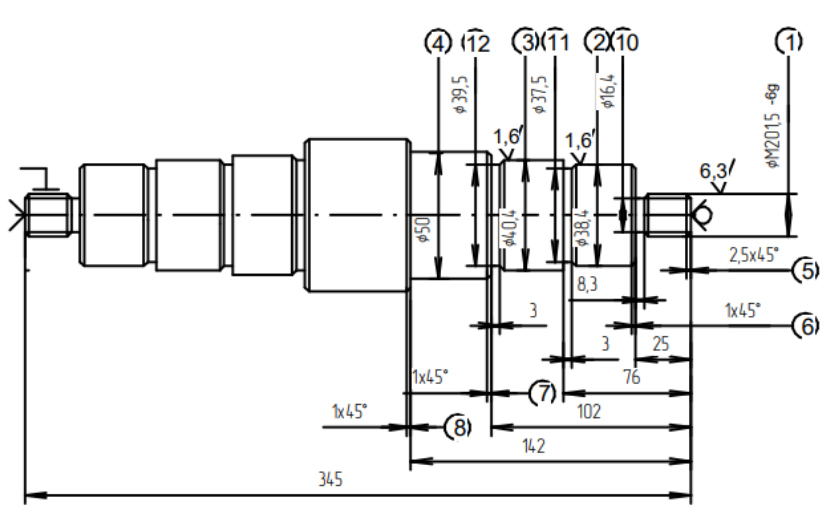
	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА	КТМ										
		Вал шліцьовий										
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	Sm	n	V	Тв	То	
01		-	мм	мм	мм	-	мм.хв	об.хв	м.хв	хв	хв	
О02	А Встановити закріпити знятидеталь									0,28		
Т03	Повідковий патрон центр щообертається											
04												
О05	Точити начорно шийки вал ϕ22;											
06	2 дс ϕ40,4; 3 д ϕ42,4; 4 д ϕ52; L=198 мм											
Т07	Різець прохідний прямий Т											
08	Калібр скоби ШЦ											
Р09			ϕ52	202	3,0	1	250	600	140	0,18	0,84	
010												
О011	Точити начисто шийки вала ϕ20;											
012	2 дс ϕ38,4; 3 д ϕ40,4; 4 д ϕ50; L=198 мм											
013	3 утворенням фасок 5 2,5х45°; 6 1х45°;											
014	7 1х45°; 8 1х45°											
Т015	Різець прохідний прямий Т											
016	Калібр скоби ШЦ											
Р017			ϕ50	202	1	1	100	600	137	0,80	2,01	

Розробив Мінін В.І.											Лист 8
Перевірив Борщик С.О.											Листів 19
Н.контр.											
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА	КТМ									
		Вал шліцьовий									
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	Sm	n	V	Тв	То
01		-	мм	мм	мм	-	мм.хв	об.хв	м.хв	хв	хв
О02	Точність канавки 9 ∅16,4; 10 ∅37,5;										
03	11 д∅39,5; L=56 мм										
Т04	Різець прохідний прямий Т										
05	Калібр скоби ШЦ										
06	Шадлон спеціальний										
Р07			∅39,5	56	3	1	111,4	600	122	0,13	0,49
08											
О09	Нарізати різьбу М х на поверхні										
010	1 ; L=25 мм										
Т011	Різець різьбовий Т										
012	Різьбовий калібр кільце										
Р013			М20	28	1,5	3	800	125	7,8	0,47	2,56
014											
О015	А Встановити закріпити зняти деталь									0,28	
Т016	Пневмопристосування спеціальне										
017											

Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробив Мінін ВІ	Перевірив Борщик СО	Н.контр.	Лист 9 / Листів 19

	КАРТА ЕСКІЗІВ	КТМ	номер операції
		Вал шліцьовий	015



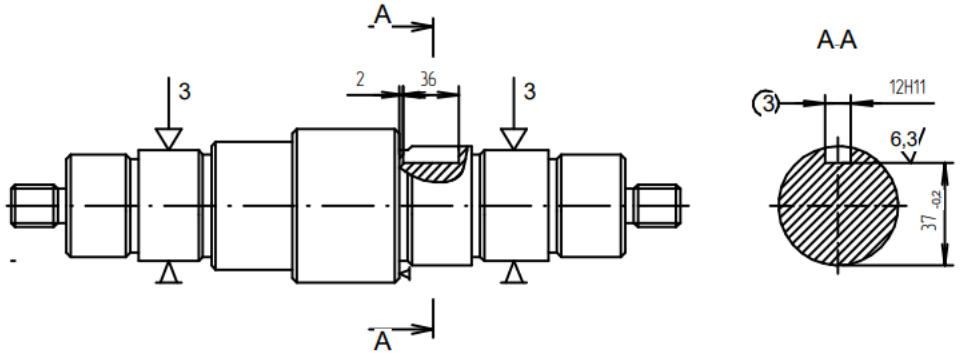
Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробив Мінін ВІ	Перевірив Борщик СО	Н.контр.	Лист 10 / Листів 19

	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА	КТМ										
		Вал шліцьовий										
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	Sm	n	V	Тв	То
01		-	мм	мм	мм	-	мм хв	об хв	м хв	хв	хв
О02	Фрезерувати шпонковий паз витримуючи										
03	ражмери і										
Т04	Фреза шпонкова Р М										
05	Калібри спеціальні ШЦ										
Р06			ϕ12	404	0,2	-	120	500	23,7	0,45	0,3
07											
О08	А Встановити закріпити зняти деталь										
Т09	Пневмопристосування спеціальне										
010											
О011	Фрезерувати шліци і з двох боків										
012	Д -8 х32 х38 е8 х6d, L=51 мм										
Т013	Фреза шліцефрезерна Р М										
014	Калібр кільце спеціальне										
Р015			ϕ60	60	4	8	500	400	73	0,95	9,03
016											
017											

Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробив Мінін В І	Лист 11
										Перевірив Борщик С О	Листів 19
										Н.контр.	

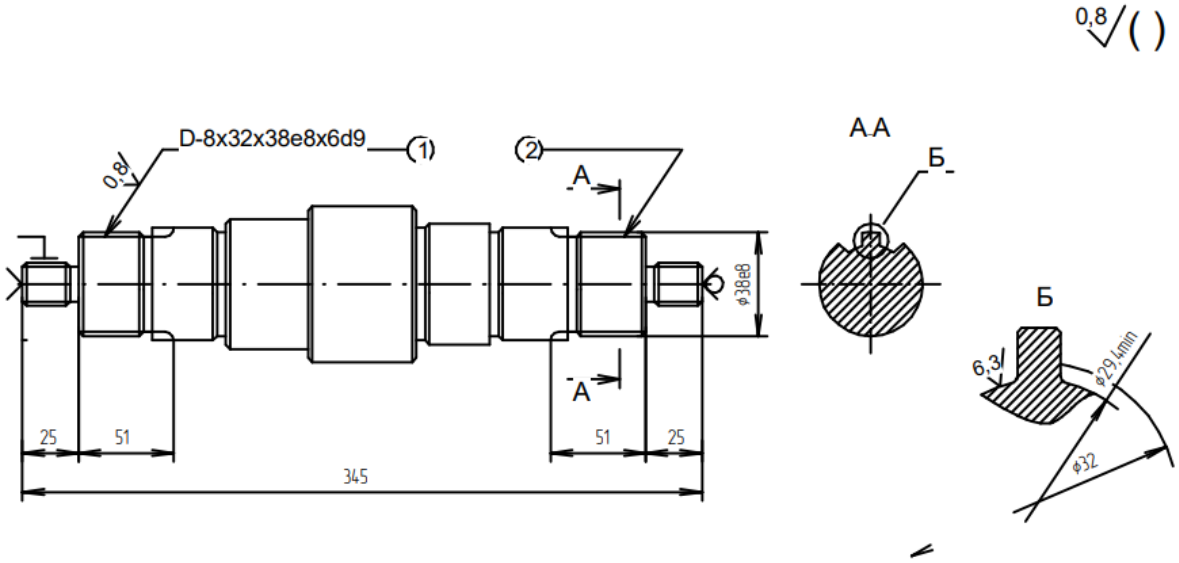
	КАРТА ЕСКІЗІВ	КТМ	номер операції
		Вал шліцьовий	020

12,5 ( )



Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробив Мінін В І	Лист 12
										Перевірив Борщик С О	Листів 19
										Н.контр.	

	КАРТА ЕСКІЗІВ	КТМ	номер операції
		Вал шліцьовий	025



Розробив Мінін В І			Лист
Перевірив Борщик С О			13
			Листів
Н.контр.			19

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

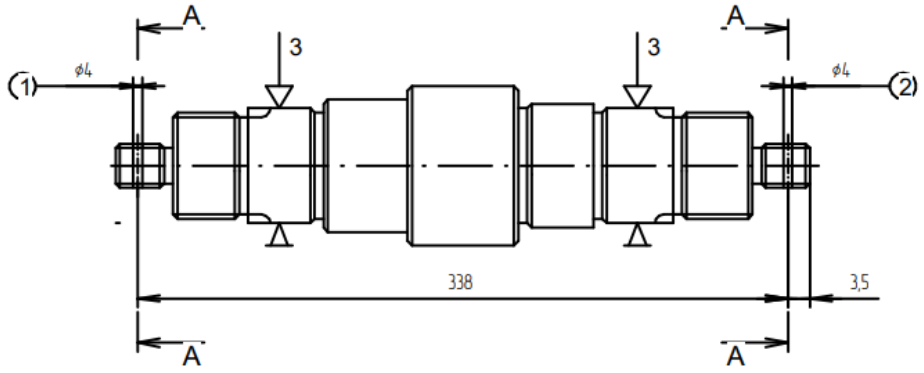
	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА	КТМ									
		Вал шліцьовий									
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	Sm	n	V	Тв	То
01		-	мм	мм	мм	-	мм.хв	об.хв	м.хв	хв	хв
О02	А Встановити закріпити зняти деталь									0,28	
Т03	Пневмопристосування спеціальне										
04											
О05	Свердлити 2 отв. 1 и 2 φ4 мм на прохід										
06	L=25 мм										
Т07	Свердло спіральне Т...										
08	Калібр скоби ШЦ-...										
Р09			φ4	28	2	2	40	500	6,3	0,12	0,40
010											
О011	А Встановити закріпити зняти деталь									0,28	
Т012	Повідковий патрон Центр що обертається										
013											
О014	Шліфувати поверхнк φ38e8										
015	2 до φ40k6; 3 д φ42h8.										
Т016	Круг шліфувальний Калібр скоби										
Р017			38	55	0,2	-	539	013000	-	0,12	0,75

Розробив Мінін В І			Лист
Перевірив Борщик С О			14
			Листів
Н.контр.			19

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

	КАРТАЕСКІЗІВ	КТМ	номероперації
		Валшліцьовий	030

12,5 ( )

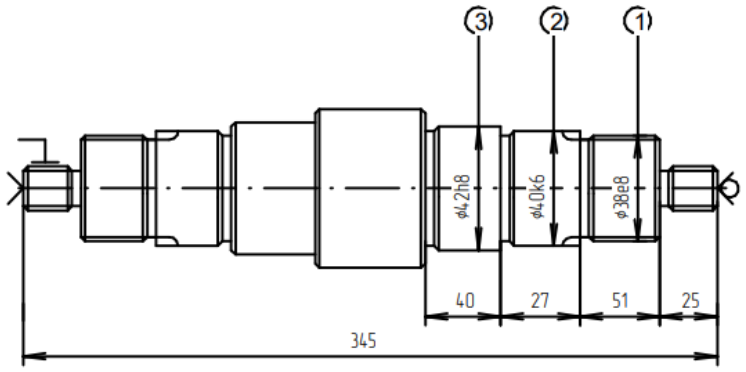


А-А місця

Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробив Мінін В І			Лист
										Перевірив Борщик С О			15
													Листів
										Н.контр.			19

	КАРТАЕСКІЗІВ	КТМ	номероперації
		Валшліцьовий	035

0,8 ( )



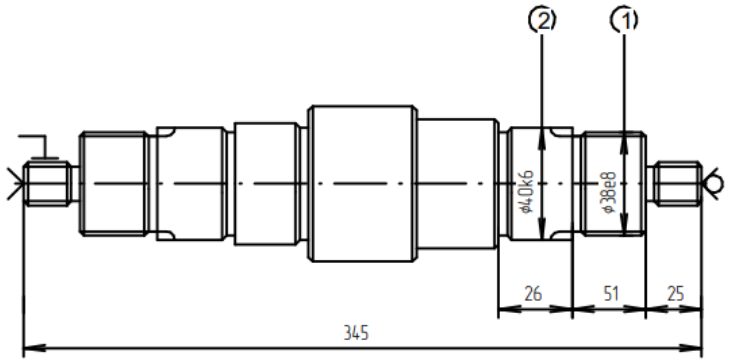
Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробив Мінін В І			Лист
										Перевірив Борщик С О			16
													Листів
										Н.контр.			19

	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА	КТМ										
		Вал шліцьовий										
Р		ПИ	Дабо В	L	t	i	Sm	n	V	Тв	То
01		-	мм	мм	мм	-	мм.хв	об.хв	м.хв	хв	хв
$Р_{02}$			40	27	0,2	-	539	13000	-	0,12	0,38
$Р_{03}$			42	40	0,2	-	539	13000	-	0,12	0,61
04											
$О_{05}$	А Встановити закріпити зняти деталь										
$Т_{06}$	Повідковий патрон Центр що обертається										
07											
$О_{08}$	Шліфувати поверхнк ф 38е8 и										
09	2 до ф40k6.										
$Т_{010}$	Круг шліфувальний Калібр скоби										
$Р_{011}$			38	55	0,2	-	539	13000	-	0,12	0,75
$Р_{012}$			40	27	0,2	-	539	13000	-	0,12	0,38
013											
$О_{014}$	Перевірити всі виконані розміри										
015	Перевірити радіальне і торцеве биття										
$Т_{016}$	Калібр скоби індикатори ШЦ										
017	Стіл контрольний										

Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробив Мінін В І			Лист
										Перевірив Борщик С О			17
													Листів
										Н.контр.			19

	КАРТА ЕСКІЗІВ	КТМ	номер операції
		Вал шліцьовий	040

0,8



Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробив Мінін В І			Лист
										Перевірив Борщик С О			18
													Листів
										Н.контр.			19

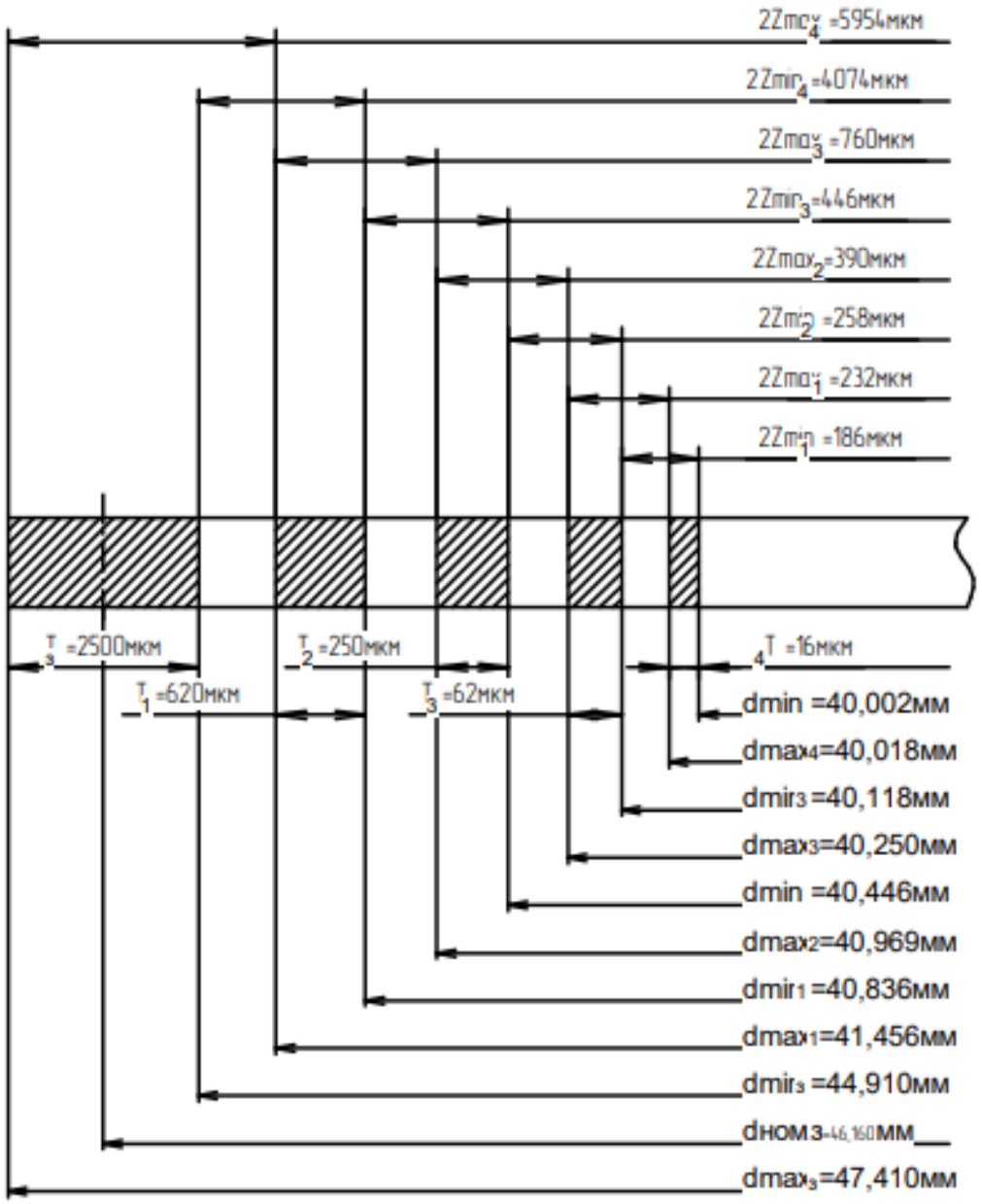


Рис. Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку поверф.40k6

Розробив	Мінін В.І.				Лист
Перевірив	Борщик С.О.				19
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

2 ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПЕВНОЇ ОПЕРАЦІЇ

2.1 Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії

Основне призначення трикулачкового токарного патрона - міцно утримувати заготовки під час токарних операцій, особливо в умовах серійного та масового виробництва.

При обробці деталей з відносно меншою довжиною, ніж їх діаметр, заготовки надійно затискаються в трикулачкових патронах.

На рисунку зображено трикулачковий токарний патрон [4], який використовує три кулачки 2 для тиску на заготовку в процесі обробки. Ці кулачки управляються важелем 3 і міцно прикріплені до корпусу патрона 1 за допомогою гвинтів 7, що гарантує надійне зчеплення з заготовкою.

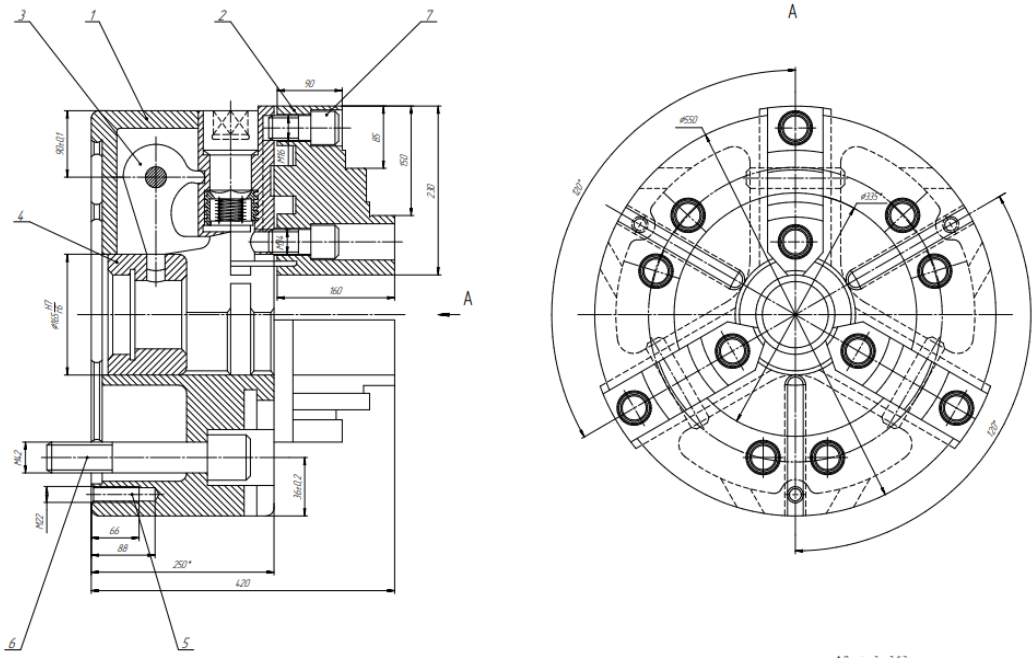


Рисунок 2.1- Три-кулачковий токарний патрон

2.2 Розрахунок сил закріплення деталі

Під час процесу обробки заготовка відчуває вплив системи сил (див. рис. 2.1). З одного боку на неї діють складові сили різання, а з іншого боку - сила затиску, яка чинить опір переміщенню. Розглядаючи умови рівноваги моментів цих сил і враховуючи коефіцієнт запасу міцності, можна визначити необхідні сили затиску і початкові сили.

Сумарний крутний момент, що виникає в результаті тангенціальної складової сили різання, яка прагне обертати заготовку в зажимних губках, визначається за формулою:

$$Mp = Pz \cdot r_1$$

Обертальному руху заготовки ефективно протидіє сила затиску, яку можна розрахувати наступним чином:

$$Mз = W_{сум} \cdot f \cdot r$$

Наведені нижче рівняння враховують наступні припущення: Pz - домінуюча складова сили різання, що відповідає за тенденцію до перекидання заготовки, при цьому Pz дорівнює 850Н. Крім того, r_1 позначає радіус обробленої частини заготовки, r - радіус необробленої частини, f - коефіцієнт тертя між поверхнею заготовки і кулачками, а $W_{сум}$ відповідає силі затиску, що діє на три кулачки патрона, яка розраховується як $W_{сум} = W \cdot 3$.

Аналізуючи баланс цих моментів, ми можемо визначити необхідну силу затиску, щоб запобігти обертанню заготовки в кулачках:

$$W_{сум} = \frac{K \cdot Pz \cdot r_1}{f \cdot r},$$

де K - коефіцієнт запасу:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5,$$

де

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

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

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

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

K_4 = 1,4 – коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, яка створюється приводом пристосування;

K_5 = 1 - коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що прагнуть повернути оброблювану деталь навколо її осі.

Зрештою, норма обов'язкового резервування:

$$K = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 = 2,1.$$

Сила затиску в трикулачковому патроні, яка запобігає обертанню заготовки під час обробки:

$$W_{сум} = \frac{2,1 \cdot 850 \cdot 0,112}{0,35 \cdot 0,110} = 5193 H,$$

Де $r_1 = 112 мм;\ r = 110 мм;$

$f = 0,35$ - коефіцієнт сил тертя між поверхнею заготовки і кулачками для кулачків з рифленою поверхнею.

Приймаємо зусилля затиску $W_{сум} = 5,2 кН.$

ВИСНОВКИ

1) В рамках розділу "Технологія машинобудування" ми ретельно розробили технологічний процес виробництва валу шліцевого. Наш комплексний підхід включав створення операційних і маршрутних карт, а також карт технологічних ескізів. Для полегшення виготовлення валу шліцевого ми ретельно підібрали необхідне обладнання та металорізальні верстати.
2) Крім того, ми ретельно підібрали відповідне пристосування, а саме трикулачковий токарний патрон, спеціально розроблений для закріплення заготовок на токарних верстатах у токарній групі під час серійного та масового виробництва

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ, ВИКОРИСТАНОЇ У РОЗДІЛІ

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.

Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Учеб. пособие для техникумів. М., "Высш. школа", 1974. - 263с.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1) Одним з основних компонентів у технологічній лінії для виготовлення рулонних матеріалів є черв'ячний прес. Він відіграє важливу роль у забезпеченні продуктивності та ефективності виробництва.

2) З метою поліпшення пристрою було обрано патентовану модернізацію, яка стосується екструзійної секції. Ця модернізація включає встановлення термоболтів, які дозволяють виконувати регулювання зазору між губками дистанційно, тобто без ручної зміни зазору обслуговуючим персоналом. Таке конструктивне рішення позитивно впливає на ефективність обробки різноманітних полімерів, та зменшує необхідну кількість операцій для налагодження лінії виробництва, пластмас та гумових сумішей.

3) Крім того, була приділена увага системі охорони праці та прийняттю заходів, спрямованих на попередження негативних випадків на виробництві. Відповідальність операторів та керівництва у впровадженні цих заходів може значно зменшити ризик травматизму серед працівників та покращити умови праці

4) Проведено розрахунки геометричних параметрів конструкції термоболта, розрахунки на міцність, коефіцієнта опору головки екструдера та продуктивності машини. Розрахунки на міцність термоболта підтвердили його працездатність.

5) Згідно з розрахунками ANSYS, можна зробити висновок, що модернізована конфігурація термоболта має достатній запас міцності для витримування заданих навантажень. Результати показують, модернізована конструкція має достатній запас міцності, щоб витримати задані навантаження. Також порівняльний аналіз розрахунків запасу міцності показує, що модернізована конструкція регулювання зазору головки екструдера перевершує базову версію. Це свідчить про те, що модернізована конструкція термоболта є придатною для використання в промислових умовах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пат. US3940221A. Extrusion head. [сайт]. URL: https://patents.google.com/patent/US3940221A/en (дата звернення: 16.04.2023).
2. Пат. GB1600783A. Extrusion head. [сайт]. URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/026219924/publication/GB1600783A?q=pn%3DGB1600783A (дата звернення: 16.04.2023).
3. Пат. 102908 U Україна, B29C 47/60 (2006.01). ЧЕРВ'ЯК ЕКСТРУДЕРА / О. Л. Сокольський, І. О. Мікульонок, І.І. Івіцький ; заявник і патентовласник – КПІ ім. Ігоря Сікорського. № u 2015 04969 ; заявл. 21.05.2015. опубл. 25.11.2015, Бюл. № 22/2015.
4. Пат. 3799 U Україна, 7 B29C47/00, B30B11/24. ЧЕРВ'ЯК ЕКСТРУДЕРА ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ МАТЕРІАЛІВ / І. О. Мікульонок; заявник і патентовласник – КПІ ім. Ігоря Сікорського. № 2004031959; заявл. 16.03.2004. опубл. 15.12.2004, Бюл. № 12/2004.
5. Пат. 98758 U Україна, B29C 47/38 (2006.01). Черв'ячна машина для перероблення матеріалів з використанням високомолекулярних сполук / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, В. М. Куриленко ; заявник і патентовласник – КПІ ім. Ігоря Сікорського. № u201411336 ; заявл. 17.10.2014. опубл. 12.05.2015, Бюл. № 9/2015.
6. Пат. 60804 U Україна, B29C 47/38 (2006.01) B30B 9/14 (2006.01). ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ЕКСТРУДЕР / І. О. Мікульонок, О.Г. Зубрій, А.П. Швфаренко.; заявник і патентовласник – КПІ ім. Ігоря Сікорського. № u201015480; заявл. 21.12.2010 опубл.) 25.06.2011, Бюл. № 12/2011.
7. Основи проектування одночерв’ячних екструдерів: навч. посіб. І. О. Мікульонок та ін. Київ: НТУУ «КПІ», 2015, 200 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25367/1/Osnovu_proekt (дата звернення: 16.05.2023).

8. Мікульонок І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини: монографія. – Київ : ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2009. 265 с.
9. Мікульонок І.О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 292 с.
10. Сівецький В.І. Комп’ютерне проектування полімерного устаткування. навчальний посібник. Київ: «Політехніка», 2003. 184 с.
11. .Сокольський О.Л., Сівецький В.І., Мікульонок І.О. Проектування формуючих пристроїв обладнення для переробки пластмас. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 74 с.
12. Сідоров Д.Е., Казак І.О. Основи інженерних розрахунків на ПЕОМ. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 185 с.
13. Ansys | Engineering Simulation Software. URL: https://www.ansys.com/ (дата звернення: 05.06.23)
14. Моделювання процесу живлення черв’ячного екструдера полімерною сировиною : монографія / В. М. Витвицький, І. О. Мікульонок. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 136 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41177.
15. Інжиніринг інноваційних технологій та обладнання. Конспект лекцій з навчальної дисципліни [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за спеціальністю 131 Прикладна механіка / укладач А. Я. Карвацький ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,91 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 180 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/51688
16. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування», «Інжиніринг, комп’ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв

полімерних і будівельних матеріалів і виробів» / А. Я. Карвацький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 391 с. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23916

17. Механіка суцільних середовищ. Теоретичні основи навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей
18. «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування», «Інжиніринг, комп’ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів і виробів» / А. Я. Карвацький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 290 с. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23917

ДОДАТКИ

Додаток А. Експлікація технологічної схеми виробництва полімерних рулонних матеріалів

Фор-мат	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Приме-чание
			Документація		
А1		ЛП91.077245.001-70ТС	Технологічна схема		
			Складальні одиниці		
	1	ЛП91.077245.001.001	Пресс черв'ячний ЧП90х30	1	
	2	ЛП91.077245.001.002	Пресс черв'ячний ЧП 45х25	1	
	3	ЛП91.077245.001.003	Адаптер	1	
	4	ЛП91.077245.001.004	Головка плоскощілинна	1	
	5	ЛП91.077245.001.005	Візок під головку	1	
	6	ЛП91.077245.001.006	Каландр гладильний	1	
	7	ЛП91.077245.001.007	Пристрій тягнучий	1	
	8	ЛП91.077245.001.008	Шлях рейковий	1	
	9	ЛП91.077245.001.009	Пристрій приємний	1	

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	ЛП91.077246.03–70ТЕ		
Розроб.		Мінін			Технологічна схема виробництва рулонних матеріалів	Літ.	Аркуш / Аркушів
Перев.		Кареацький					
Керівник						КПІ ім. Ігоря Сікорського	
Н.контр.							
Зат.		Сокольский					

Додаток Б. Специфікації

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Замітки
				Документація		
A1			ЛП91.077242.003-70СК	Складальне креслення	1	
				Деталі		
		1	ЛП91.077241.005.001	Плита нижня	1	
		2	ЛП91.077241.005.002	Губка	1	
		3	ЛП91.077241.005.003	Плита верхня	1	
		4	ЛП91.077241.005.004	Кожух	1	
		5	ЛП91.077241.005.005	Кожух	1	
		6	ЛП91.077241.005.006	Вставка	1	
		7	ЛП91.077241.005.007	Гвинт	10	
		8	ЛП91.077241.005.008	Гвинт	18	
		9	ЛП91.077241.005.009	Вставка	10	
		10	ЛП91.077241.005.010	Вкладиш	10	
		11	ЛП91.077241.005.011	Вкладиш	18	
		12	ЛП91.077241.005.012	Прокладка	5	
		13	ЛП91.077241.005.013	Прокладка	6	
		14	ЛП91.077241.005.014	Провушина	2	
		15	ЛП91.077241.005.015	Нагрівник	10	
				Стандартні вироби		
				Болт М30х2		
				Болт М18х1.5		
		16		Термопара	4	

					ЛП91.077246.03-70ТЕ		
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мінін			Головка плоскошілинна	Літ	Аркуш 1 / Аркушів 1
Перев.							
Керів.		Карвацький				КПІ ім. Ігоря Сікорського	
Н.конт							
Затв.		Сокольский					

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Замітки
				Документація		
А1			ЛП91.077242.003-70СК	Складальне креслення	1	
				Деталі		
		1	ЛП91.077241.005.001	Плита нижня	1	
		2	ЛП91.077241.005.002	Губка	1	
		3	ЛП91.077241.005.003	Плита верхня	1	
		4	ЛП91.077241.005.004	Кожух	1	
		5	ЛП91.077241.005.005	Кожух	1	
		6	ЛП91.077241.005.006	Вставка	1	
		7	ЛП91.077241.005.007	Термоболт	10	
		8	ЛП91.077241.005.008	Гвинт	18	
		9	ЛП91.077241.005.009	Вставка	10	
		10	ЛП91.077241.005.010	Вкладиш	10	
		11	ЛП91.077241.005.011	Вкладиш	18	
		12	ЛП91.077241.005.012	Прокладка	5	
		13	ЛП91.077241.005.013	Прокладка	6	
		14	ЛП91.077241.005.014	Провушина	2	
		15	ЛП91.077241.005.015	Нагрівник	10	
				Стандартні вироби		
				Болт М30х2		
				Болт М18х1.5		
		16		Термопара	4	

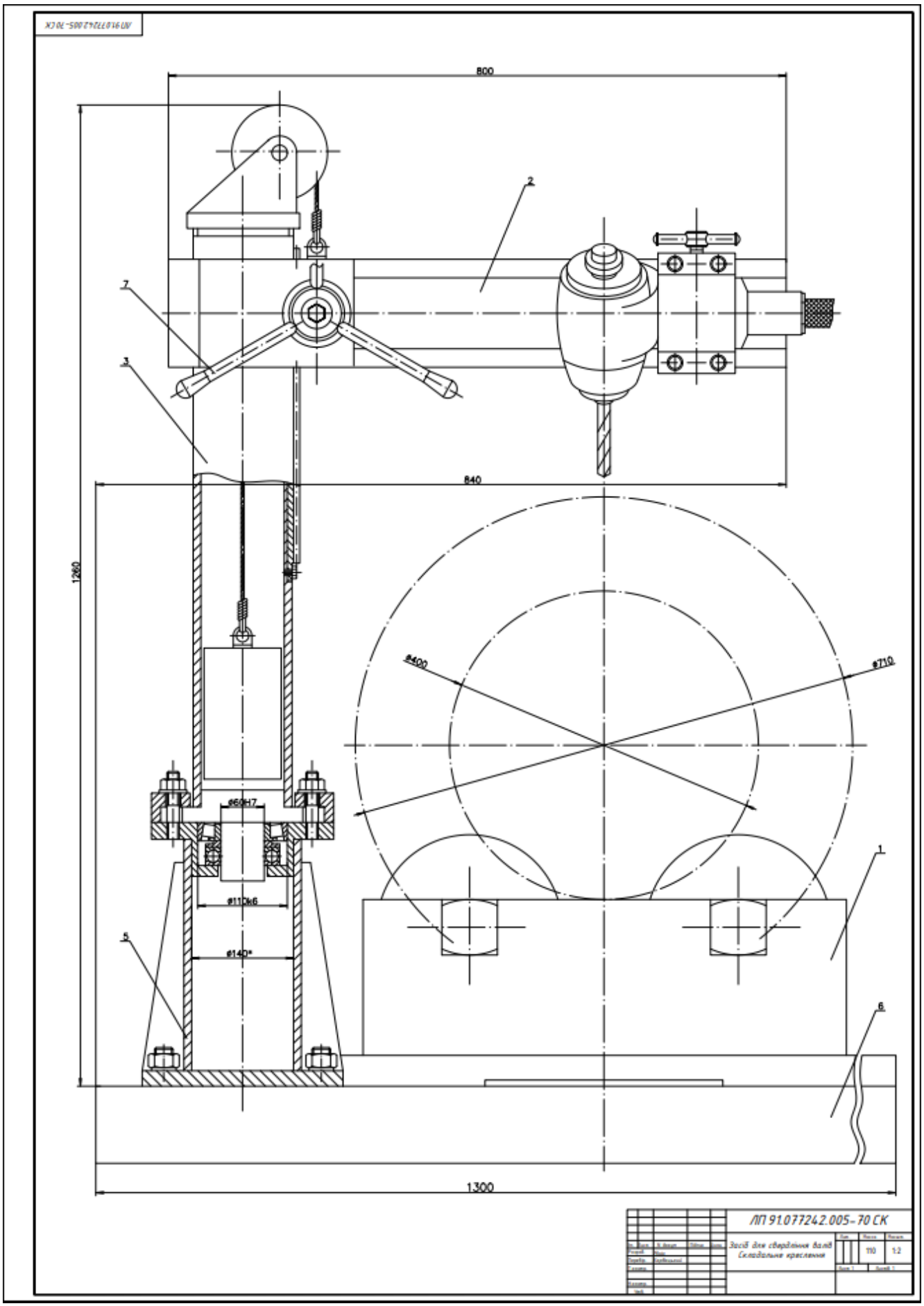
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	ЛП91.077246.03-70ТЕ		
Розроб.		Мінін			Головка плоскошілинна модернізована	Літ	Аркуш 1 / Аркушів 1
Перев.							
Керів.		Карвацький				КПІ ім. Ігоря Сікорського	
Н.конт							
Затв.		Сокольский					

Фор-мат	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Приме-чание
			Документація		
А1		ЛП91.077242.004-70 СК	Складальне креслення		
			Складальні одиниці		
	1	ЛП91.177241.003.001	Черв'як	1	
	2	ЛП91.177241.003.002	Накінечкик	1	
				1	
			Матеріали		
	1	ЛП91.177241.003.003	Порошок ПР – 18ФНМ		
			ТУ14-1-4156-86		

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	ЛП91.077242.03–70ТЕ		
Розроб.		Мінін			Черв'як	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Карвацкий						
Керівник						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н.контр.								
Затвердив		Сокольский						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Замітки
				Документація		
А1			ЛП91.077242.005-70СК	Складальне креслення	1	
				Деталі		
		1	ЛП91.077242.005.001	Стіл	1	
		2	ЛП91.077242.005.002	Рука	1	
		3	ЛП91.077242.005.003	Колона	1	
		4	ЛП91.077242.005.004	Шпиндель	1	
		5	ЛП91.077242.005.005	Тумба	1	
		6	ЛП91.077242.005.006	Станина	1	
		7	ЛП91.077242.005.007	Рукоять	1	

Зм	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	ЛП91.077246.03-70ТЕ		
Розроб.		Мінін			Засіб для свердління валів	Літ	Аркуш 1 / Аркушів 1
Перев.							
Керів.		Карвацький				КПІ ім. Ігоря Сікорського	
Н.конт							
Затв.		Сокольский					



ЛП 91.077242.005-70 СК

Засіб для свердління балів
Складальне креслення

Лит. | Маса | Масш.
110 | 1:2

Лист 1 | Листів 1

Додаток В. Тези

УДК 678.057

Модернізація екструзійної головки черв'ячного пресу, що сприяє підвищенню ефективності виготовлення та здешевленню виробництва рулонних матеріалів

Мінін В.І., студент

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

Запропоновано модернізацію екструзійної головки, що істотно підвищує якість виготовлених рулонних матеріалів.

Вступ. Екструдер – це машина для отримання однорідного розплаву с гранульованого матеріалу і подальшого формування з нього різних виробів.

Екструдер складається з таких основних деталей: корпус; робочий орган (шнек, поршень або диск); бункер; привод; головка; контрольно-вимірювальні та регулюючі пристрої [1].

Вироби з листового поліпропілену широко розповсюдженні, а саме: канцелярське приладдя, харчова упаковка, пакети, миски, посуд для одноразового використання, електричні дроти, водопровідні труби, сміттєві баки тощо. За своїм хімічним складом матеріал поліпропілен допускається до застосування в харчовій промисловості. Поліпропілен більш хімічно стійкий і екологічно чистий порівняно з традиційними полістиролом і ПВХ. Листовий пластик з поліпропілену відрізняється високою ударною міцністю при ударі з надрізом, особливо за низьких температур та має гарну стійкість до стирання [2].

Головка екструдера є одним із головних елементів виробничої лінії для екструзії, що взаємодіє з матеріалом та формує необхідний виріб, саме це створює виробничу лінію, забезпечуючи безперервність технологічного процесу [1, 2].

Один з недоліків конструкції екструзійної головки є те, що внаслідок високої в'язкості полімерних розплавів виникають значні сили тертя на поверхнях її каналу, що викликає значні гідравлічні опори та відповідно підвищує енергоємність виробництва.

З метою усунення вказаного недоліку було проведено детальний пошук у літературі та патентних базах даних, таких як https://ukrpatent.org, https://worldwide.espacenet.com, https://freepatentsonline.com, https://epo.org. У результаті було зроблено висновок, що для усунення зазначених недоліків корисною може бути модель за пат. [3], у якій до конструкції додаються отвори у формі сітки, що сприяє кращому змішуванню матеріалу під час його проходження крізь головку.

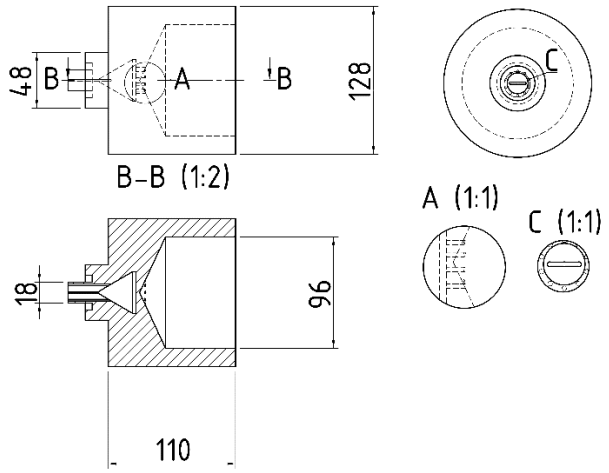


Рисунок 1 – Ескіз модернізованої головки екструдера за пат. [3]

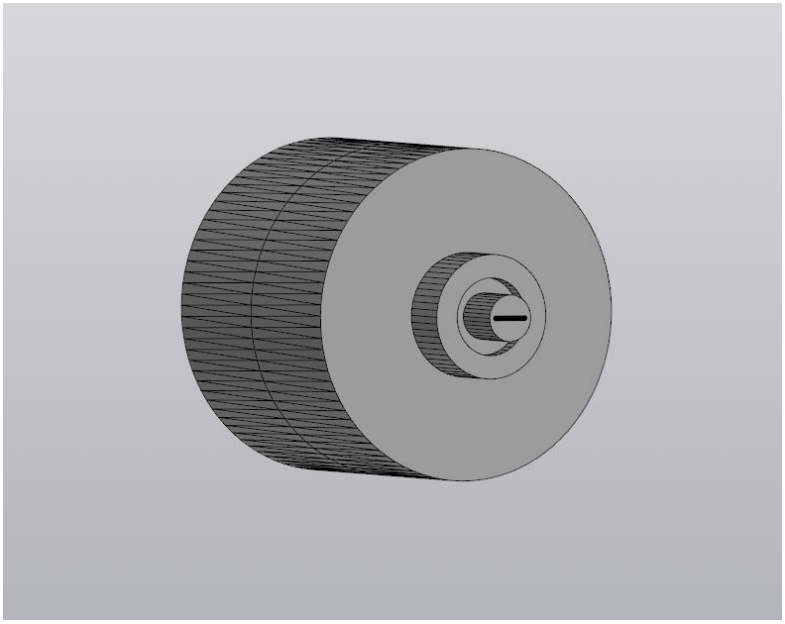


Рисунок 2 – 3D модель модернізованої головки екструдера за пат. [3]

Висновки. Запропоновано модернізацію головки екструдера за пат. [3] для виготовлення рулонних матеріалів, у якій за рахунок наявності додаткових отворів у формі сітки поліпшується змішування матеріалу під час його проходження крізь головку.

Перелік посилань

1. Мікульонок І. О. Виготовлення, монтаж та експлуатація обладнання хімічних виробництв. Київ : НТУУ «КПІ», 2012. С. 73–75. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/2061 (дата звернення: 20.05.2023).
2. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 293 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/35084 (дата звернення: 20.05.2023).
3. Пат. GB1600783A. Extrusion head. [сайт]. URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/026219924/publication/GB1600783A?q=pn%3DGB1600783A (дата звернення: 16.04.2023).