

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

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ О.В.Гондлях

« _____ » _____ 2021 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 133 – *Галузеве машинобудування*

на тему: Одночерв'ячний екструдер з модернізацією завантажувального пристрою

Студент групи IV к. ЛП-71 Глибовець Світлана Валентинівна
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник проекту: _____ д.т.н., проф. Карвацький А.Я.
(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти

МОДЕРНІЗАЦІЯ _____ д.т.н., проф. Щербина В.Ю.

ТЕХ. МАШ. _____ ст. викл. Борщик С.О.

РЕЦЕНЗЕНТ _____ к.т.н., доц. Коржик М.В.

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

Студент _____ **С.В.**
(підпис)

Київ 2021 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 133 – Галузеве машинобудування

Програма професійного спрямування – Інжиніринг, обладнання та технології виробництв полімерних та будівельних матеріалів і виробів.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

« ___ » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ



на дипломний проект студенту

Глибовець Світлана Валентинівна

1. Тема проекту «Одночерв'ячний екструдер з модернізацією завантажувального пристрою», керівник проекту Карвацький Антон Янович доктор технічних наук, професор, затверджено наказом по університету №1071-с від 26/04/2021
2. Термін подання студентом проекту 11.06.2021 р.
3. Вихідні дані до проекту: об'єкт розробки – одночерв'ячний екструдер; габаритні розміри: довжина – $L=7$ м; ширина – $S=2,8$ м; діаметр черв'яка – $D=0,16$ м; матеріал, що подрібнюється – ПВХ; насипна густина матеріалу - $\rho_{\text{нас}}=500$ кг/м³; відношення довжини черв'яка до його діаметру $L/D = 25$; потужність $N = 100$ кВт, тиск $P = 23$ МПа.
4. Зміст пояснювальної записки: Пояснювальна записка містить такі текстові частини: «Пояснювальна записка», «Розрахунки» і «Технологія машинобудування», «Загальні висновки», «Перелік посилань», «Додатки». ПЗ включає такі розділи: Вступ; 1 Призначення і галузь застосування одночерв'ячного екструдера; 2 Технічні характеристики одночерв'ячного екструдера; 3 Опис конструкції та призначення одночерв'ячного екструдера; 4 Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації; 5 Охорона праці; 6 Очікувані механіко-економічні показники; Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників)
1. Технологічна схема А1;
 2. Загальний вигляд машини А1;
 3. Складальне креслення машини з модернізацією завантажувального пристрою А1;
 4. Креслення технології машинобудування
 5. Плакат з розрахунками на міцність

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Перевірка на схожість	Щербина В.Ю.		
Тех. машинобудув.	Борщик С.О.		
Модернізація	Щербина В.Ю.		

Дата видачі завдання:

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання на дипломне проектування.	12.04.2021	Виконано
2	Проходження переддипломної практики.	12.04.2021-16.05.2021	Виконано
3	Патентно-літературний пошук для здійснення модернізації вузла ролика. Обґрунтування модернізації.	12.04.2021 – 20.04.2021	Виконано
4	Виконання кінематичних та параметричних розрахунків.	21.04.2021 – 26.04.2021	Виконано
5	Підготовка розділу «Пояснювальна записка».	27.04.2021 – 02.05.2021	Виконано
6	Виконання порівняльних розрахунків НДС вузла ролика з використанням програмних продуктів ANSYS.	03.05.2021 – 10.05.2021	Виконано
7	Підготовка розділу «Розрахунки».	11.05.2021 – 18.05.2021	Виконано
8	Підготовка розділу «Технологія машинобудування».	19.05.2021 – 24.05.2021	Виконано
9	Робота над кресленнями з використанням САД-системах .	24.05.2021 – 06.06.2021	Виконано
10	Захист дипломного проекту.	15.06.2021	Виконано

Студент

Керівник проекту



С.В. Глибовець

А.Я. Карвацький

Зміст дипломного проекту

Реферат (укр.)	1
Реферат (англ.).....	1
Перелік позначень	2
Пояснювальна записка	20
Розрахунки	17
Технологія машинобудування	11
Загальні висновки	2
Перелік посилань	3
Додатки	5

Реферат

Бакалаврський дипломний проект на тему «Одночерв'ячний екструдер з модернізацією завантажувального пристрою», що в повному обсязі складається з пояснювальної записки та графічної частини: 71 с., 16 рисунків, 6 таблиць, 2 додатки, 21 джерел; 4 креслення, 2 плакати.

Об'єкт проектування – одночерв'ячний екструдер з модернізацією завантажувального пристрою.

Мета роботи: розробка та проектування згідно технічного завдання одночерв'ячного екструдера для збільшення продуктивності виробництва шляхом забезпечення рівномірної подачі вихідного матеріалу.

У дипломному проекті розглянуто принцип роботи та конструкцію одночерв'ячного екструдера, який застосовується в технологічній лінії виробництва листового вінілпласту.

Недоліком базової конструкції одночерв'ячного екструдера є те, що при завантажуванні з гори до низу матеріал завантажується нерівномірно та відбувається значне пилоутворення, що значно знижує продуктивність виробництва. З метою підвищення рівномірності завантажування матеріалу та зниження пилоутворення проведено літературно-патентний пошук та запропоновано модернізацію завантажувального пристрою, що полягає у наявності інтегрованого пристрою для змішування та завантаження матеріалу.

На основі аналізу технічних параметрів і характеристик роботи одночерв'ячного екструдера, виконано параметричні розрахунки і розрахунки напружено-деформованого стану вирви завантажувального пристрою під дією гідростатичного тиску в системі ANSYS. Результати розрахунків підтверджують доцільність запропонованої модернізації.

Ключові слова: ОДНОЧЕРВ'ЯЧНИЙ ЕКСТРУДЕР, ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ, ПЕРЕРОБКА, ПРОЕКТУВАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, РОЗРАХУНКИ, ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Abstract

Bachelor's thesis project on "Single-worm extruder with modernization of the loading device", which consists in full of an explanatory note and a graphic part: 71 pages, 16 figures, 6 tables, 2 appendices, 21 sources; 4 drawings, 2 posters.

The object of design is a single-worm extruder with modernization of the loading device.

Purpose: development and design according to the technical task of a single-worm extruder to increase production productivity by ensuring a uniform supply of raw material.

The diploma project considers the principle of operation and design of a single-worm extruder, which is used in the production line of vinyl sheet.

The disadvantage of the basic design of a single-worm extruder is that when loading from the top to the bottom, the material is loaded unevenly and there is a significant dust formation, which significantly reduces production productivity. In order to increase the uniformity of material loading and reduce dust formation, a literature-patent search was conducted and the modernization of the loading device was proposed, which consists in the presence of an integrated device for mixing and loading material.

Based on the analysis of technical parameters and performance characteristics of a single-worm extruder, parametric calculations and calculations of the stress-strain state of the loading device funnel under the action of hydrostatic pressure in the ANSYS system were performed. The results of the calculations confirm the feasibility of the proposed modernization.

Keywords: SINGLE WORM EXTRUDER, LOADING DEVICE, PROCESSING, DESIGN, MODERNIZATION, CALCULATIONS, PATENT RESEARCH.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Умовні позначення:

- D – діаметр черв'яка, мм;
 L – довжина черв'яка, мм;
 l_1 – довжина зони завантаження, мм;
 l_2 – довжина зони дозування, мм;
 l_3 – довжина зони окиснення, мм;
 e – товщина витка черв'яка, мм;
 t – крок гвинтової нарізки, мм;
 h_1 – глибина навивки в зоні завантаження, мм;
 h_2 – довжина каналу в зоні дозування, мм;
 d_1 – діаметр осердя в зоні завантаження, мм;
 d_2 – діаметр осердя в зоні дозування, мм;
 l_4 – довжина циліндричної зони хвостовика, мм;
 $l_{ш}$ – довжина шліцевої частини, мм;
 δ – зазор між корпусом і черв'яком, мм;
 N – потужність, кВт;
 ρ – густина, кг/м³;
 $M_{об}$ – момент обертання черв'яка, Нм;
 $P_{ос}$ – осьове зусилля, Н;
 G – маса гвинтової частини черв'яка, кг;
 W_x – осьовий момент опору, м³;
 $\sigma_{ст}$ – стисне напруження, МПа;
 F – площа небезпечного перерізу;

$\sigma_{екв}$ – еквівалентне напруження, МПа

$Q_{ос}$ – осьове зусилля, Н/м²;

σ_z – осьове напруження, Н/м²;

σ_k – контактний тиск, Па;

n – запас міцності;

α – коефіцієнт прямого потоку;

β – коефіцієнт зворотного потоку;

γ – коефіцієнт перетоку через гребінь витків;

Q – продуктивність, мм³/с;

Скорочення:

ІХФ – інженерно-хімічний факультет;



НДС – напружено-деформований стан.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Одночерв'ячний екструдер з
модернізацією завантажувального пристрою»**

Київ – 2021 рік

ЗМІСТ

Вступ	2
1 Призначення і галузь застосування одночерв'ячного екструдера.....	3
1.1 Призначення одночерв'ячного екструдера	3
1.2 Застосування одночерв'ячного екструдера для виробництва листового вінілпласту.....	3
2 Технічні характеристики одночерв'ячного екструдера	5
3 Опис конструкції та принцип дії одночерв'ячного екструдера.....	6
4 Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації	9
4.1 Літературно-патентний огляд.....	9
4.2 Обґрунтування модернізації завантажувального пристрою одночерв'ячного екструдера	13
5 Охорона праці та навколишнього середовища.....	15
5.1 Повітря робочої зони.....	15
5.2 Електробезпека.....	16
5.3 Промислове освітлення.....	17
5.4 Пожежна небезпека.....	18
6 Очікувані механіко-економічні показники	19
Висновки	20

					ЛП71.04 7246.01-70ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Одночерв'ячний екструдер з модернізацією завантажувального пристрою					
Розроб.		Глибовець						Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Карвацький						1		
Н. Контр.								КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Затверд.		Гондляр								

Вступ

Переробка полімерів є досить важливим етапом для багатьох виробництв. Для виконання цієї операції використовують різноманітні види машин залежно від властивостей матеріалу, що перероблюється, розміру вихідного матеріалу та потрібної продуктивності.

Метою даного проекту є розробка та модернізація одночерв'ячного екструдера, який є важливою частиною процесів виготовлення полімерних виробів у нафтопереробній, хімічній та харчовій промисловості.

Для досягнення поставленої мети проведено літературно-патентний огляд та обрано патент, що дозволяє підвищити продуктивність виробництва листового вінілпласту, та розроблено нову конструкцію екструдера, яка має покращити ефективність його роботи.

					<i>ЛП71.04 7246.01- 70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

1 Призначення і галузь застосування одночерв'ячного екструдера

1.1 Призначення одночерв'ячного екструдера

Екструдер – машина для переробки полімерів, основним робочим органом якого є черв'як, що виконує обертовий рух. Він здійснює функцію транспортування гранул, їх плавлення та нагрів спеціальними елементами, які розташовані на корпусі екструдера вздовж тіла черв'яка.

Головне призначення екструдерів полягає в розплавленні та пластифікації полімерного матеріалу з утворенням однорідного розплаву.

В ряді енциклопедій можна зустріти, що екструдер називають «машина, для виробництва плівки».

На сьогоднішній день екструдер – це найрозповсюдженіший механізм виготовлення різноманітних виробів [1].

1.2 Застосування одночерв'ячного екструдера для виробництва листового вінілпласту

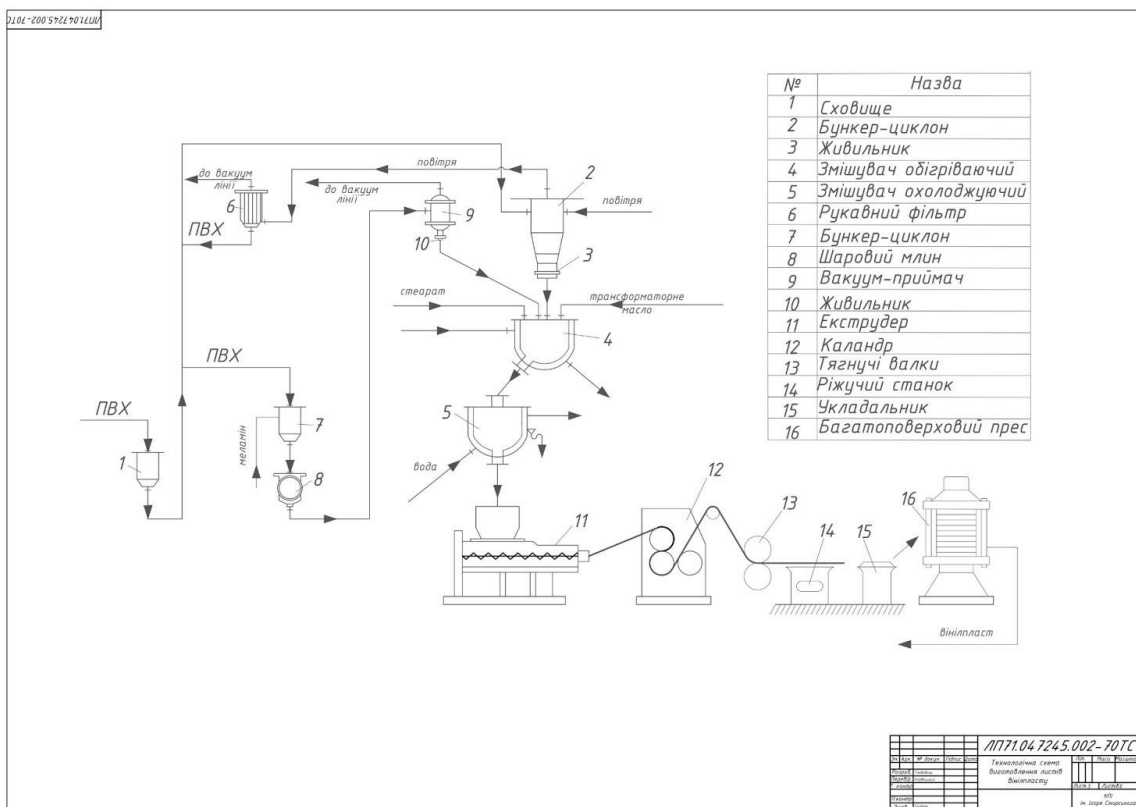
Листовий вінілпласт – це пластичний матеріал з полівінілхлориду, що широко застосовується для виготовлення трубопроводів, профілів для будівельної галузі, у хімічному машинобудуванні тощо.

Технологічна лінія виробництва листового вінілпласту наведена на рисунку 1.1.

Вихідним матеріалом для виробництва служить ПВХ, що направляється в вихровий змішувач через бункер 2 і барабанний живильник 3 за допомогою пневмотранспорту. Такий змішувач складається зі змішувача з обігрівом 4 та з охолодженням 5. ПВХ відділяється в рукавному фільтрі 6 та надходить в загальний трубопровід. У кульовий млин 8 подається стабілізатор меламін через бункер-циклон 2 та змішується з полівінілхлоридом. Отримана суміш подається в вакуум-приймач 9, а потім за допомогою тарілчастого живильника

					<i>ЛП71.04 7246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

10 до змішувача 4, куди надходять трансформаторне масло та стеарати, що використовуються для пластифікації під час переробки. Маса надходить до змішувача 5, а звідти безперервно в бункер екструдера 11. Там маса гомогенізується та пластифікується. Через головку екструдера видавлюється стрічка у вигляді полотна. Вона потрапляє в нагрітий каландр 12, проходить між валиками 13 в станок 14, обрізаються кромки дископодібними ножами та стрічка нарізується на листи. Після завершення листи направляються в укладальник 15. Для отримання більш товстої плівки листи пресують на багатоповерхових пресах 16 [2].



1 – сховище; 2, 7 – бункери-циклони; 3, 10 – живильники; 4 – змішувач обігрівуючий; 5 – змішувач охолоджуючий; 6 – рукавний фільтр; 8 – шаровий млин; 9 – вакуум-приймач; 11 – екструдер; 12 – каландр; 13 – тягнучі валки; 14 – ріжучий станок; 15 – укладальник; 16 – багатоповерховий прес
Рисунок 1.1 – Технологічна схема виготовлення листового вінілпласту

2 Технічні характеристики одночерв'ячного екструдера

У таблиці 2.1 наведено основні характеристики одночерв'ячного екструдера та властивості матеріалу, що перероблюється.

Таблиця 2.1 –Технічні характеристики одночерв'ячного екструдера

№	Параметр	Позначення	Одиниці	Значення
1	Насипна густина матеріалу	$\rho_{\text{нас}}$	кг/м ³	500
2	Діаметр черв'яка	d	мм	160
3	Відношення робочої довжини черв'яка до його діаметра	—	—	25
4	Тип черв'яка	—	—	Циліндричний
5	Регулювання швидкості обертання черв'яка	—	—	Безступінчасте
6	Швидкість обертання черв'яка	n	Об/хв	25
7	Потужність	N	кВт	100
8	Тиск	P	МПа	23
9	Обігрів циліндра і головки	—	—	Паровий
10	Охолодження циліндра і черв'яка	—	—	Водяне
11	Регулювання температурного режиму	—	—	У головці - автоматичне, в циліндрі і черв'яку – ручне
12	Габаритні розміри	S H L	мм	2800 1350 7000

3 Опис конструкції та принцип дії одночерв'ячного екструдера

Екструдер складається з декількох основних вузлів – корпусу, оснащеного нагрівальними елементами, робочого органу (шнека, диска, поршня), розміщеного в корпусі, вузла завантаження перероблюваного продукту і приводу.

Найбільшого поширення в промисловості отримали шнекові екструдери. Захоплюючи вихідний продукт, шнек переміщує його від завантажувального пристрою вздовж корпусу екструдера. При цьому продукт стискається, розігрівається, пластифікується і гомогенізується. Тиск в екструдері досягає 15...100 МПа. За частотою обертання шнека екструдери поділяються на нормальні і швидкохідні з оберальною швидкістю відповідно до 0,5 і 7 м/хв, а за конструктивним виконанням – на стаціонарні і з обертовим корпусом, з горизонтальним і вертикальним розташуванням черв'яка.

Для ефективною гомогенізації продукту на черв'як встановлюють додаткові пристрої – зуби, шліци, диски, кулачки і ін.

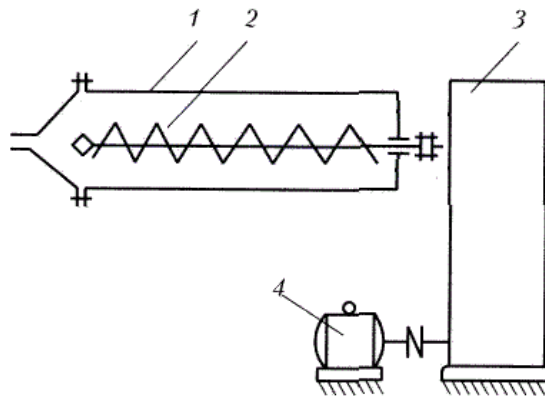


Рисунок 3.1 – Кінематична схема одночерв'ячного екструдера

У стандартному екструдері черв'як має п'ять зон [1]:

- зона входу;
- зона пластифікації;
- зона стиснення;
- зона дегазації ;
- зона виходу.

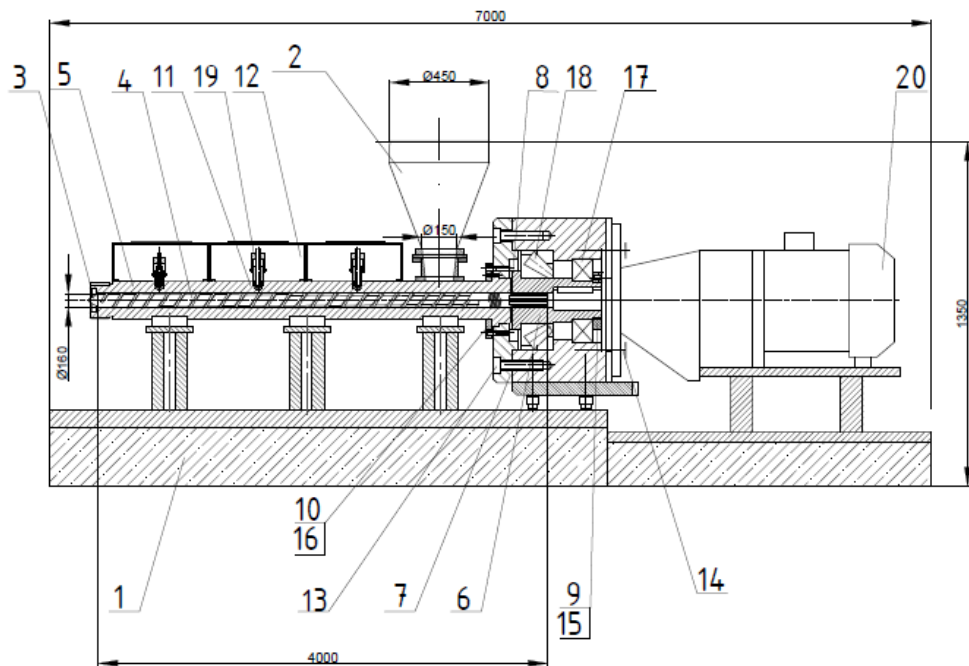
					ЛП71.04 7246.01-70ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У зоні входу здійснюється захоплення суміші і її попередній розігрів. У зоні пластифікації цей процес триває до того стану, коли порошок суміші на поверхні настільки нагрівається, що під впливом механічної енергії він починає пластифікуватися.

Зона стиснення підтримує процес пластифікації шляхом того, що здійснюється подальше ущільнення агломерату.

Функція зони дегазації полягає у видаленні з пластифікованого пластичного матеріалу газоподібних включень і захопленого повітря. Для цієї мети крок гвинтової лінії в цій зоні збільшений.

Після зони дегазації пластичний матеріал в зоні виходу проходить остаточну пластифікацію і в ньому створюється достатній тиск для продавлювання через формуючу головку. При цьому за можливості не повинно відбуватися подальшого підведення енергії, а здійснюватися лише ущільнення агломерату до однорідної маси. У цій зоні майже завжди необхідно здійснювати відведення енергії через охолодження циліндра, щоб не відбувалося перегріву розплаву в результаті тертя.



- 1 – основа, 2 – бункер, 3 – накінецьник, 4 – черв'як, 5 – циліндр, 6 – втулка,
 7 – кришка, 8 – прокладка, 9 – гайка, 10 – кришка, 11 – вкладиш,
 12 – перехідник

Рисунок 3.2 – Загальний вигляд одночерв'ячного екструдера

									Арк.
									7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.04 7246.01-70ПЗ				

Матеріал у вигляді гранул через завантажувальний бункер 2 потрапляє до гвинтового каналу екструдера. В цій секції матеріал нагрівається під час транспортування черв'яком 4 та ущільнюється. Повітря, що містилось між гранулами вихідного матеріалу частково видаляється через горловину завантажувального бункеру 2. Далі матеріал з нагріванням переходить у в'язкотекучий стан. Підготовлений таким чином розплав продавлюється черв'яком через формуючий елемент.

					ЛП71.04 7246.01-70ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації

4.1 Літературно-патентний огляд

Мета – виконання літературно–патентного пошуку та вибору технічного рішення з його подальшим обґрунтуванням, що забезпечить зменшення пилоутворення та підвищення продуктивності виробництва за рахунок рівномірної подачі вихідного матеріалу.

В [3] наведено найбільш просте конструктивне оформлення зони завантаження, яке взяте за базове (рис. 2.14 а). Це гладкий матеріальний циліндр із завантажувальним отвором круглого чи прямокутного перерізу. В такому виконання передбачається пряме потрапляння завантажувального матеріалу із вирви прямо до каналу шнеку. В такій конструкції можуть бути виявлені такі недоліки як нерівномірна подача матеріалу, внаслідок чого продуктивність виробництва значно зменшується.

З метою вдосконалення базової конструкції екструдера було здійснено патентний пошук для вирішення проблеми з вдосконалення завантажувального пристрою одночерв'ячного екструдера та розглянуто 10 патентів. Результати патентного пошуку наведені в таблиці 4.1 [4-13].

Таблиця 4.1 – Таблиця розглянутих патентів

№ з/п	Предмет пошуку	Країна видачі, вид та номер документу	Мета заявленого технологічного рішення і спосіб його виконання
1	2	3	4
1	Завантажувальний пристрій екструдера	Китай патент 103481486 B29C 47/10	Мета : створення пристрою подачі екструдера, здатного подрібнювати матеріали. Виконання : встановлено гвинтовий механізм подачі,

			<p>один кінець якого розташований у нижній частині ящика для зберігання, а інший - над завантажувальним бункером. Є два дробильні пристрої, що розташовані один над одним.</p>
2	Завантажувальний пристрій екструдера	Китай Патент 208645980 В29С 48/285	<p>Мета: Запобігання надмірному пилоутворенню та нерівномірної подачі матеріалу до екструдера</p> <p>Виконання: застосування шнекового транспортер, що використовується як закритий бар'єр задля запобігання виходу пилу. Матеріал транспортується гвинтовим конвеєром знизу вверху, що запобігає нерівномірній подачі матеріалу для гомогенізації.</p>
3	Завантажувальний пристрій екструдера	США Патент 2030512 В29С 48/286	<p>Мета: створення пристрою, за допомогою якого можна проводити економічну обробку пластинчастих матеріалів.</p> <p>Виконання: оснащення подаючим пристроєм, що включає дробильний пристрій для пластичного матеріалу.</p>
4	Завантажувальний пристрій екструдера	Китай Патент 204773470 МПК В29С 49/10	<p>Мета: підвищення ефективності виробництва</p> <p>Виконання: оснащення подаючим пристроєм, що включає в себе безліч завантажувальних пристроїв для різноманітних типів</p>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП71.04 7246.01-70ПЗ

Арк.

10

			матеріалів, цифрову шафу управління та змішувач, який розташований в змішувальній камері.
5	Завантажувальний пристрій екструдера	Китай Патент 209549424 МПК В21J 2/22	<p>Мета: Подавальний пристрій, що забезпечить стабільну роботу та гарну герметизацію.</p> <p>Виконання: завантажувальний пристрій містить кронштейн, який з'єднаний з рамою та на кінці якого розміщений відсік для зберігання.</p>
6	Завантажувальний пристрій екструдера	СССР Авт. свідоцтво 937202 В29F3/00 В29В 5/04	<p>Мета: інтенсифікацію процесу завантаження матеріалу шляхом забезпечення очищення вирви</p> <p>Виконання: ворошитель обладнаний жорстко з'єднаним з ним просторовим кулачком, що взаємодіє з нерухомим пальцем і встановлений у втулці, що з'єднана зі штоком механізму переміщення ворошителя.</p>
7	Завантажувальний пристрій екструдера	СССР Авт. свідоцтво 143225	<p>Мета: інтенсифікація процесу завантаження, позбутися забивання завантажувального отвору.</p> <p>Виконання: облаштування завантажувального бункеру мішалки, що містить в собі нагріваючі елементи</p>

										Арк.
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.04 7246.01-70ПЗ					

8	Завантажувальна воронка екструдера	Росія, Патент № 179 606 МПК В29С 47/08	<p>Мета: створення простої завантажувальної воронки одношнекового екструдера, суміщеної з зоною завантаження екструдера і яка не має прямого контакту металевих деталей воронки з металом робочого циліндра екструдера.</p> <p>Виконання: Завантажувальна воронка має зовнішню форму прямокутного паралелепіпеда і містить циліндричний шнековий канал, який виконує функцію зони завантаження екструдера. Через шнековий канал воронки проходить шнек екструдера. Прямокутне верхнє на пластину без уступів з'єднується зі шнековим каналом переходом у вигляді плоского клина.</p>
9	Завантажувальний пристрій екструдера	Україна, Патент № 1028 МПК В29С47/10, В29С31/00	<p>Мета : підвищення жорсткості завантажувального пристрою екструдера і зменшення крутного моменту, необхідного для його обертання, що значно підвищить надійність пристрою.</p> <p>Виконання: перегрівач виконаний у вигляді щонайменше одного диска, у боковій стінці якого виконано щонайменше один отвір із встановленим у ньому ворушильним штирем, при цьому зубці перегрівача</p>

			розташовані на периферії диска.
10	Завантажувальний пристрій екструдера	Україна, Патент № 19451 МПК В29С47/10, В29С31/04	<p>Мета: забезпечення безперервного ворушіння матеріалу, що проходить через завантажувальну воронку матеріалу по всьому її об'єму, а також рівномірний дозоване його потрапляння в екструдер.</p> <p>Виконання: завантажувальний пристрій екструдера містить завантажувальну воронку, змонтовану на корпусі екструдера, і розміщений в ній ворошитель, що контактує з черв'яком, розташованим в корпусі екструдера.</p>

4.2 Обґрунтування модернізації завантажувального пристрою одночерв'ячного екструдера

Пропонується інтегрований пристрій для змішування та завантаження матеріалу до екструдера за патентом № 208645980 . Матеріал зі змішувача 7 потрапляє в бункер через напірний отвір 6. За допомогою живильника матеріал подається в бункер екструдера 1. Живильник 3 має опорний стовп 5 та лопаті. Приводами змішувача та живильника слугують електродвигуни 8 і 9, відповідно. Наявність гвинтової подачі закритого типу мінімізує пилоутворення, а переміщення сипкого матеріалу знизу на гору забезпечує рівномірність його подачі.

					ЛП71.04 7246.01- 70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

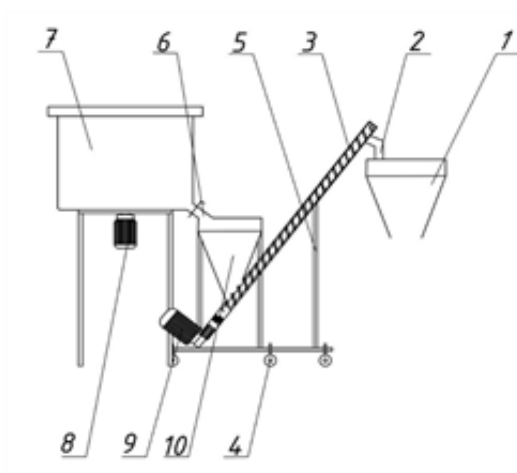


Рисунок 5.2 – Інтегрований завантажувальний пристрій
одночерв'ячного екструдера за патентом № 208645980

Корисна модель відноситься до технічної галузі обладнання для переробки пластмас, зокрема до інтегрованого пристрою для змішування та подачі пластикових напівфабрикатів.

Технічний результат – мінімальне пилоутворення в процесі завантаження, рівномірна подача матеріалу до вирви завантажувального пристрою екструдера, що підвищує продуктивність виробництва листового вінілпласту.

					<i>ЛП71.04 7246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

5 Охорона праці та навколишнього середовища

Охорона праці – це сукупність актів та норм, що включають в собі такі фактори як безпека праці та регулюють усунення факторів, що можуть призвести до травматизму, попередження можливих захворювань, аварійних випадків на виробництві, проблеми правової охорони праці. Фундаментальним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці».

Відповідно до теми проекту «Одночерв'ячний екструдер з модернізацією завантажувального пристрою» при роботі лінії виготовлення листового вінілпласту розроблені заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

Під час обслуговування лінії робітники знаходяться в приміщенні у виробничому цеху площею $S = 60 \text{ м}^2$ та об'ємом $V = 350 \text{ м}^3$. За даних умов шкідливими та небезпечними факторами є:

- повітря робочої зони;
- електробезпека;
- промислове освітлення;
- пожежна безпека.

5.1 Повітря робочої зони

Умови роботи на даному екструдері та лінії в цілому за ГОСТ 12.1.005-88/98 належать до категорії середньої тяжкості Па (енерговитрати 150...200 ккал/год). Згідно з категорією , середні оптимальні параметри метрологічних умов в робочій зоні одночерв'ячного екструдера по ДСН 3.3.6.042-99 складають[14]:

В холодний період року:

- температура повітря – (18...20) °С,
- відносна вологість – 40-60%,
- швидкість руху повітря – 0,2 м/с

					<i>ЛП71.04 7246.01- 70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

В теплий період року:

- температура повітря – (21...23) °С,
- відносна вологість – 40-60%;
- швидкість руху повітря – 0,3 м/с.

Метеорологічні показники приміщення забезпечуються витяжною вентиляцією в теплий період року та опаленням – у холодний період року і відповідають ДСН 3.3.6.042-99 [15].

Засобами захисту органів дихання можуть слугувати респіратори або протигази для зменшення шкідливої дії речовин, що виділяються.

5.2 Електробезпека

Виробниче приміщення, де розташований пункт керування одночерв'ячним екструдером, згідно з діючими правилами ПУЕ-2017 відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою враження людей електричним струмом.

Так як для роботи лінії використовується напруга 220/380 В частотою 50 Гц то доцільно буде використовувати трифазну трипроводову мережу з ізольованою нейтраллю.

До причин враження робочого персоналу можна віднести:

- неправильне ввімкнення установки;
- пошкодження корпусу;
- порушення виробничої дисципліни;
- дотик до відкритих струмопровідних частин електроустаткування;
- втрата ізоляційних властивостей ізоляції.

Основними методами забезпечення електробезпеки є ізолювання, захисне розділення електричних мереж, блокування основних електровузлів та використання малої напруги.

					<i>ЛП71.04 7246.01- 70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Ізоляція має забезпечувати технічну працездатність електроустановки, знижувати ймовірність потрапляння людини під дію електричного струму, забезпечувати змикання дротів на землю та корпус електроустановки, знижувати струм, що проходить крізь людину, яка доторкається до неізольованої частини в електроустановці.

До засобів забезпечення елекробезпеки слід віднести:

а) Робочий режим

- Забезпечити недосяжність струмоведучих частин, розташувавши їх на значній висоті, більше ніж 2 м. Також можуть використовуватись огорожі та блокування.

- Покрити струмоведучі частини шаром діелектрика, що забезпечить протікання струму потрібним шляхом. Ізоляція може бути робоча, допоміжна або подвійна, що виконана з діелектричних матеріалів.

- Забезпечити наявність надписів чи відповідного маркування на електричних частинах, що міститимуть в собі певну інформацію.

б) Аварійний режим

- Забезпечення належного заземлення, опір якого буде в межах 4 мОм в мережах до 1000 В та не більше 5 мОм в мережах понад 1000 В.

Вищеперераховані заходи проведені згідно ДСТУ 7237:2011.

5.3 Промислове освітлення

Освітлення є одним із найважливіших аспектів для будь-якого технологічного процесу. Освітлення зазвичай розрізняють як штучне та природне. Санітарними нормами встановлені вимоги до максимального використання природного освітлення приміщень. Воно забезпечує максимальний комфорт для людського організму в ході роботи.

У денний час приміщення освітлюється природним бічним освітленням через прорізи в зовнішніх стінах.

					ЛП71.04 7246.01- 70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Обслуговування устаткування належить до VI розділу – загальне спостереження за технологічним процесом. Рекомендована освітленість для приміщень виробничого цеху $E_n = 200$ лк. Для штучного освітлення вибрано стандартну лампу – ДРИ - 400 (діаметр: 395 мм; висота: 552 мм; потужність: 250Вт; кількість 5 штук; світловий потік: $\Phi = 19000$ Лм; $E_{\text{факт}} = 300$ лк). Дані стандарти регулюються ДБН В.2.5-28:2018 [16].

5.4 Пожежна безпека

Згідно з приміщенням для розроблюваного екструдера лінії для вироблення полівінілу воно відноситься до категорії пожежної безпеки В (за ДСТУ Б В.1.1 – 36:2016), клас П-Па зони пожежонебезпеки, II ступінь вогнестійкості (ДБН В 1.1 – 7- 2002).

До можливих причин пожежі відносять:

- несправність електроприладів;
- коротке замикання внаслідок перевантаження кабелів живлення;
- несправність ізоляції електропроводів;
- куріння в недозволених для цього місцях.

Для запобігання пожежі вживають наступні заходи:

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації;
- своєчасний інструктаж по техніці безпеки;
- протипожежний захист;
- засоби організації, системи ЕПС;
- засоби пожежогасіння в безпосередній близькості від обладнання;
- заземлення металевих елементів;

Для гасіння малих ділянок пожежі використовують вуглекислі вогнегасники ОУ-5 (4 шт.), ящики з піском (6 шт.). У приміщенні встановлені модулі автоматичного порошкового пожежогасіння САМ–9 3×12 м².

					<i>ЛП71.04 7246.01- 70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Ширина дверей евакуиходу - 2 м. Кількість виходів повинна бути не меншою двох. Двері повинні відкриватися назовні (ДБН В.2.5-28:2018)[14].

6 Очікувані механіко-економічні показники

Одним з недоліків завантажувального пристрою одноступінчастого екструдера базової конструкції є те, що під час падіння матеріалу до вирви відбувається значне утворення пилу, матеріал завантажується нерівномірно, внаслідок чого зменшується продуктивність виробництва.

Конструкція удосконаленого пристрою для завантаження передбачає інтегрований пристрій для перемішування та завантаження матеріалу. Матеріал подається знизу до гори, що дає можливість матеріалу потрапляти до бункера рівномірно, а закрита гвинтова передача, що з'єднує бункер завантажувача та бункер самого екструдера, дає можливість мінімізувати пилоутворення під час процесу транспортування та завантажувального вихідного матеріалу.

Використання запропонованої конструкції завантажувального пристрою дає можливість досягти поставлену мету удосконалення та оптимізувати процес виготовлення листового вінілпласту.

Таким чином підвищуються техніко-економічні показники екструдера, оскільки продуктивність виробництва значно збільшується.

					<i>ЛП71.04 7246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Висновки

Під час роботи над дипломним проектом на тему «Одночерв'ячний екструдер з модернізацією завантажувального пристрою» вивчено призначення та конструкцію одночерв'ячного екструдера, який використовується для переробки полімерів на прикладі лінії виготовлення листового вінілпласту з полівінілхлориду.

У процесі виконання роботи проаналізовано технічні характеристики одночерв'ячного екструдера базової конструкції. На основі проведеного літературно-патентного огляду обрано патент № 208645980, на базі якого розроблено модернізацію завантажувального пристрою. Обране технічне рішення значно підвищує продуктивність виробництва шляхом забезпечення рівномірності подачі вихідного матеріалу та мінімізує утворення пилу. Запропонована конструкція завантажувального пристрою передбачає застосування інтегрованого пристрою для перемішування та завантаження матеріалу, шляхом його подачі знизу до гори.

У розділі «Охорона праці та навколишнього середовища» виявлено небезпечні фактори під час роботи одночерв'ячного екструдера для робітників, які обслуговують машину. На основі виявлених шкідливих факторів вибрано шляхи їх знешкодження, що відповідають діючим санітарним нормам.



Визначено механіко-економічні показники обраного удосконалення завантажувального пристрою, що підтверджують доцільність обраної його модернізації.

					<i>ЛП71.04 7246.01- 70ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунки

ЗМІСТ

1	Розрахунок геометричних параметрів черв'яка.....	2
2	Розрахунок черв'яка на міцність.....	4
3	Розрахунок корпусу екструдера на міцність	6
4	Розрахунок продуктивності екструдера	9
5	Числовий аналіз НДС вирви завантажувального пристрою під дією гідростатичного тиску	11
6	Висновки.....	17

					ЛП71.047246.02-70PP				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Одночерв'ячний екструдер з модернізацією завантажувального пристрою	Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Глибовець						1	
Перевір.		Карвацький							
Н. Контр.									
Затверд.		Гондляр							КПІ ім. Ігоря Сікорського

1 Розрахунок геометричних параметрів черв'яка

Мета: отримати геометричні параметри черв'яка одночерв'ячного екструдера.

Розрахунок виконано за методикою [1], с. 138.

Вихідні дані: діаметр черв'яка $D = 0.16$ мм; відношення довжини черв'яка до діаметра $L/D = 25$.

Матеріал – Ст45. Властивості Ст45: границя плинності $\sigma_T = 355$ МПа, границя міцності $\sigma_B = 600$ МПа, густина $\rho = 7700$ кг/м³.

Довжина гвинтової частини

$$L = 25D = 25 \cdot 160 = 4000 \text{ мм.}$$

Довжина зони завантаження

$$l_1 = (4 \dots 8)D = 5 \cdot 160 = 800 \text{ мм.}$$

Довжина зони дозування

$$l_2 = (3 \dots 8)D = 6 \cdot 160 = 960 \text{ мм.}$$

Довжина зони окиснення

$$l_3 = L - (l_1 + l_2) = 4000 - (800 + 960) = 2240 \text{ мм.}$$

Товщина витка

$$e = (0.06 \dots 0.12)D = 0.1 \cdot 160 = 16 \text{ мм.}$$

Крок гвинтової навивки

$$t = (0.8 \dots 1.2)D = 1 \cdot 160 = 160 \text{ мм.}$$

Глибина навивки в зоні завантаження

$$h_1 = (0.12 \dots 0.16)D = 0.15 \cdot 160 = 24 \text{ мм.}$$

Діаметр осердя в зоні завантаження

$$d_1 = D - 2h_1 = 160 - 2 \cdot 24 = 112 \text{ мм.}$$

Довжина каналу в зоні дозування

$$h_2 = \frac{1}{2} \left[D^2 - \frac{4h_1}{i} (D - h_1) \right] = \frac{1}{2} \left[160^2 - \frac{4 \cdot 24}{2.5} (160 - 24) \right] \approx 8 \text{ мм.}$$

Діаметр осердя в зоні дозування

$$d_2 = D - 2h_2 = 160 - 2 \cdot 8.3 \approx 143 \text{ мм.}$$

					ЛП71.047246.02-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Довжина циліндричної зони хвостовика

$$l_4 = (0.7 \dots 1.5)D = 1.3 \cdot 160 = 208 \text{ мм.}$$

Довжина шліцевої частини

$$l_{\text{ш}} = (1 \dots 2)D = 1.5 \cdot 160 = 240 \text{ мм.}$$

Зазор між корпусом і черв'яком

$$\delta = (0.002 \dots 0.003)D = 0.0025 \cdot 160 = 0.4 \text{ мм.}$$

					<i>ЛП71.04 7246.02-70PP</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Розрахунок черв'яка на міцність

Мета: визначити чи виконується умова міцності черв'яка.

Розрахунок виконано за методикою [17], с. 178.

Вихідні дані: діаметр черв'яка $D = 0.16$ мм, потужність $N = 100$ кВт, кількість обертів $n = 25$ об/хв.

Матеріал – Ст45. Властивості Ст45: границя міцності $\sigma_m = 1000$ МПа, границя плинності $\sigma_T = 355$ МПа, границя міцності $\sigma_B = 600$ МПа, густина $\rho = 7700$ кг/м³.

Момент обертання черв'яка

$$M_{об} = \frac{30N}{\pi n} = \frac{30 \cdot 100}{\pi \cdot 25} = 38 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Осьове зусилля

$$P'_{ос} = \frac{2M_{об}}{D} \operatorname{tg} \varphi = \frac{2 \cdot 38}{0,16} \operatorname{tg} (17,6^\circ) = 150,7 \text{ Н},$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{t}{\pi D} = \tan^{-1} \frac{0,16}{\pi \cdot 0,16} = 17,6^\circ.$$

Маса гвинтової частини черв'яка

$$G = \frac{\pi D^2}{4} \rho l = \frac{\pi 0,16^2 \cdot 7700 \cdot 4}{4} = 619 \text{ кг}.$$

Осьовий момент опору

$$W_x = \frac{\pi D^3 (1 - \alpha^4)}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,112^3 \cdot (1 - 0,125^4)}{32} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

Напруження стискання

$$\sigma_{ст} = \frac{P_{ос}}{F} + \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{150,7}{9,6 \cdot 10^{-3}} + \frac{12144}{1,3 \cdot 10^{-4}} = 9,3 \text{ МПа},$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} q l_p^2 = \frac{1}{2} \cdot 1518 \cdot (4)^2 = 12144 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$q = \frac{9,81G}{l_p} = \frac{9,81 \cdot 619}{4} = 1518 \text{ Н/м}.$$

Площа небезпечного перерізу

$$F = \frac{\pi d_1^2}{4} (1 - \alpha^2) = \frac{\pi 0,112^2}{4} (1 - 0,125^2) = 0,0031 \text{ м}^2.$$

ЛП71.04 7246.02-70PP

									Арк.
									4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.04 7246.01-70ПЗ				

$$\alpha = \frac{d_0}{d_1} = \frac{0,014}{0,112} = 0,125.$$

де d_0 – діаметр каналу для охолодження, м;

d_1 – діаметр осердя в зоні завантаження, м.

Дотичне напруження

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{38}{4,4 \cdot 10^{-3}} = 8636 \text{ Па},$$

$$W_p = \frac{\pi d_1^3 (1 - \alpha^4)}{32} = \frac{\pi 0,112^3 \cdot (1 - 0,125^4)}{32} = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma_{ст}^2 + 4 \times \tau^2} = \sqrt{(9,3 \cdot 10^6)^2 + 4 \times 8636^2} = 9,3 \text{ МПа}.$$

Порівняємо еквівалентне напруження із запасом міцності.

$$\sigma_{екв} = 9,3 \text{ МПа} < \sigma_m = 1000 \text{ МПа}.$$

Звідси робимо висновок, що умова міцності виконується.

					<i>ЛП71.04 7246.02-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

3 Розрахунок корпусу екструдера на міцність

Мета: розрахунок корпусу екструдера на міцність.

Розрахунок виконано за методикою [17], с. 167.

Матеріал корпусу – Ст45, матеріал гільзи – Ст45. Властивості Ст45: границя плинності матеріалу гільзи $\sigma_{T_r} = 850$ МПа, границя плинності матеріалу корпусу $\sigma_{T_k} = 250$ МПа.

Вихідні дані: внутрішній діаметр гільзи $D_1 = 160$ мм, зовнішній діаметр гільзи $D_2 = 175$ мм, зовнішній діаметр корпусу $D_3 = 220$ мм, потужність приводу $N = 100$ кВт, тиск розплаву $P = 23$ МПа, ККД розплаву $\eta = 0,92$.

Осьове зусилля

$$Q_{oc} = \frac{P\pi D^2}{4} = \frac{23 \cdot 10^6 \cdot 3.14 \cdot (0.16)^2}{4} = 0.46 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2.$$

Осьове напруження, що розтягує

$$\sigma_z = \frac{Q_{oc}}{S} = \frac{4Q_{oc}}{\pi(D_3^2 - D_2^2)} = \frac{4 \cdot 0.46 \cdot 10^6}{\pi(0.22^2 - 0.175^2)} = 32.97 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}.$$

Момент обертання, що діє на циліндр

$$M_{об} = 30 \frac{N}{n} \eta = 30 \cdot \frac{100}{25} \cdot 0.92 = 110,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Відношення діаметрів

$$\alpha = \frac{D_2}{D_3} = \frac{175}{220} = 0.79.$$

Полярний момент опору

$$W = \frac{\pi D_3^3}{16} (1 - \alpha^4) = \frac{\pi 0.22^3}{16} (1 - 0.79^4) = 1.28 \cdot 10^3 \text{ м}^3.$$

Дотичні напруження при обертанні

$$\tau_{об} = \frac{16M_{об}}{W} = \frac{16 \cdot 110,4}{1.28 \cdot 10^3} = 1,38 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}.$$

Приведене напруження по третій теорії міцності

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.04 7246.02-70PP	

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{\sigma_z^2 + 4\tau_{06}^2} = \sqrt{(32,9 \cdot 10^6)^2 + 4 \cdot (1,38)^2} = 32,9 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{М}^2}.$$

Запас міцності

$$n = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\text{пр}}} = \frac{250 \cdot 10^6}{32,9 \cdot 10^6} = 7.6$$

Відношення діаметрів

$$k_1 = \frac{D_1}{D_2} = \frac{160}{175} = 0.91,$$

$$k_2 = \frac{D_2}{D_3} = \frac{175}{220} = 0.79.$$

Контактний тиск

$$\begin{aligned} \sigma_k &= \left(\frac{2P_p K_1^2}{1 - K_1^2} + \mu \sigma_z \right) \left(\frac{(1 - K_1^2)(1 - K_2^2)}{2(1 - K_1^2 K_2^2)} \right) \\ &= \left(\frac{2 \cdot 23 \cdot 10^6 \cdot 0.91^2}{1 - 0.91^2} + 0.25 \cdot 32.97 \cdot 10^6 \right) \\ &\quad \times \left(\frac{(1 - 0.91^2) \cdot (1 - 0.79^2)}{2 \cdot (1 - 0.91^2 \cdot 0.79^2)} \right) = 15.33 \cdot 10^6 \text{ Н/М}^2. \end{aligned}$$

Тангенціальне напруження від дії контактної напруги

$$\sigma_t = \sigma_k \frac{1 + K_2^2}{1 - K_2^2} = 15.33 \cdot 10^6 \frac{1 + 0.79^2}{1 - 0.79^2} = 66 \cdot 10^6 \text{ Н/М}^2.$$

Еквівалентне напруженні в шарі сполучення циліндра і гільзи

$$\sigma'_{\text{екв}} = \frac{\sqrt{3}\sigma_k}{1 - K_2^2} = \frac{\sqrt{3} \cdot 15.33 \cdot 10^6}{1 - 0.79^2} = 70.6 \cdot 10^6 \text{ Н/М}^2.$$

Еквівалентне напруження внутрішньої поверхні гільзи:

$$\sigma_r = 0,$$

$$\sigma_T = -\sigma_k \frac{2}{1 - K_1^2} = -15.33 \cdot 10^6 \cdot \frac{2}{1 - 0.91^2} = -178.4 \cdot 10^6 \text{ Н/М}^2.$$

Напруження від дії гідростатичного тиску розплаву на внутрішній поверхні гільзи

$$\sigma_r^\Gamma = P_p = 23 \cdot 10^6 \text{ Н/М}^2.$$

									Арк.
									7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.04 7246.02-70PP				

$$\sigma_t^\Gamma = P_p \cdot \frac{1 + K_1^2}{1 + K_2^2} = 23 \cdot 10^6 \cdot \frac{1 + 0.91^2}{1 + 0.79^2} = 25.9 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2.$$

Сумарні напруження:

$$\sigma_t^\Sigma = \sigma_t^\Gamma + \sigma_t^H = 25.9 \cdot 10^6 - 178.4 \cdot 10^5 = -152.5 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2,$$

$$\sigma_r^\Sigma = \sigma_r^\Gamma + \sigma_r^H = 23 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2.$$

Сумарні еквівалентні напруження по енергетичній теорії міцності

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{екв}} = \sigma'_{\text{екв}} + \sigma''_{\text{екв}} &= \frac{\sqrt{3}P_p}{1 - K_1^2} - \frac{2\sigma_K}{1 - K_1^2} = \frac{(\sqrt{3} \cdot 23 \cdot 10^6) - (2 \cdot 15.33 \cdot 10^6)}{1 - 0.91^2} \\ &= 53.3 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2. \end{aligned}$$

Запас міцності по границі текучості

$$n = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\text{екв}}} = \frac{250 \cdot 10^6}{53.3 \cdot 10^6} = 4.6 > [n] = 5.2.$$

Робимо висновок про те, що матеріал корпусу екструдера обраний правильно.

									ЛП71.04 7246.02-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						8

4 Розрахунок продуктивності екструдера

Мета: розрахунок продуктивності екструдера.

Розрахунок виконано за методикою [18], с. 173.

Вихідні дані: $h_2 = 0.024$ м – глибина нарізки, $D = 0.16$ м – зовнішній діаметр черв'яка, $t = 0.16$ м – крок нарізки черв'яка, $e = 0.016$ м – ширина гребня нарізки, $l_d = 0,96$ м – довжина зони дозування, $l_0 = 4$ м – довжина гвинтової частини черв'яка.

Продуктивність екструдера визначається за формулою

$$Q = \frac{\alpha K n}{K \beta \gamma}$$

Коефіцієнт прямого потоку

$$\alpha = \frac{\pi D h_2 (t - e) (\cos(\varphi))^2}{120} = \frac{\pi 0.16 \cdot 0.024 \cdot (0.16 - 0.016) \cdot (\cos(0,113))^2}{120} = 0.00014,$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{t}{\pi \cdot D} = \tan^{-1} \frac{0.16}{\pi \cdot 0.16} = 17.6^\circ = 0.113 \text{ рад.}$$

$h_2 = 0.024$ м – глибина нарізки (див. розрахунок п. 1);

$D = 0.16$ м – зовнішній діаметр черв'яка;

$t = 0.16$ м – крок нарізки черв'яка;

$e = 0.016$ м – ширина гребня нарізки.

Коефіцієнт зворотного потоку

$$\beta = \frac{h_2^3 (t - e) \sin 2\varphi}{24 l_d} = \frac{0,024^3 \cdot (0,16 - 0,016) \cdot \sin(2 \cdot 0.113)}{24 \cdot 0,96} = 1,93 \cdot 10^{-8}$$

$l_d = 0,96$ м – довжина зони дозування.

Коефіцієнт перетоку через гребінь витків

$$\gamma = \frac{\pi^2 D^2 \delta^3 \tan \varphi \sin \varphi}{10 e l_0} = \frac{\pi^2 0.16^2 \cdot 0.0004^3 \cdot \tan 0.113 \cdot \sin 0.113}{10 \cdot 0,016 \cdot 4} = 3,2 \cdot 10^{-13},$$

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.04 7246.02-70PP				

$l_0 = 4$ м – довжина гвинтової частини черв'яка.

Продуктивність екструдера

$$Q = \frac{\alpha K n}{K \beta \gamma} = \frac{0.00014 \cdot 0.437 \cdot 0.42}{0.437 + 2.2 \cdot 10^{-9} + 3.2 \cdot 10^{-13}} = 58800 \text{ мм}^3/\text{с}.$$

					<i>ЛП71.04 7246.02-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

5 Числовий аналіз НДС воронки завантажувального пристрою під дією гідростатичного тиску

Вихідні дані.

Матеріал воронки – Ст45;

- модуль пружності – $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;
- границя текучості – $\sigma_T = 355$ МПа;
- коефіцієнт Пуассона – $\nu = 0,299$;
- густина – $\rho = 7700$ кг/м³.

Матеріал, що завантажується – ПВХ

- насипна густина – 500 г/см³.

Розрахунок напружено-деформованого стану базової конструкції воронки виконано з використанням програмних продуктів ANSYS (Static Structural – Design Modeler, Mechanical), що базуються на методі скінченних елементів [18]. Результати розрахунків НДС воронки базової конструкції наведено на рисунках 2.1–2.5, а модернізованої – на рисунках 2.6–2.10.

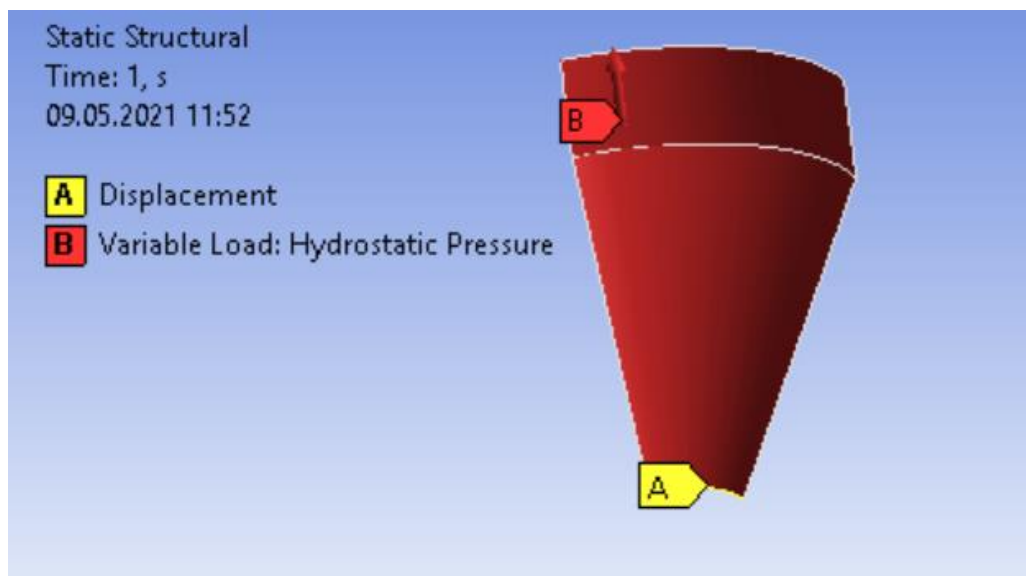


Рисунок 2.1 – Схема навантаження тривимірної моделі воронки завантажувального пристрою вирви базової конструкції

					ЛП71.04 7246.02-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

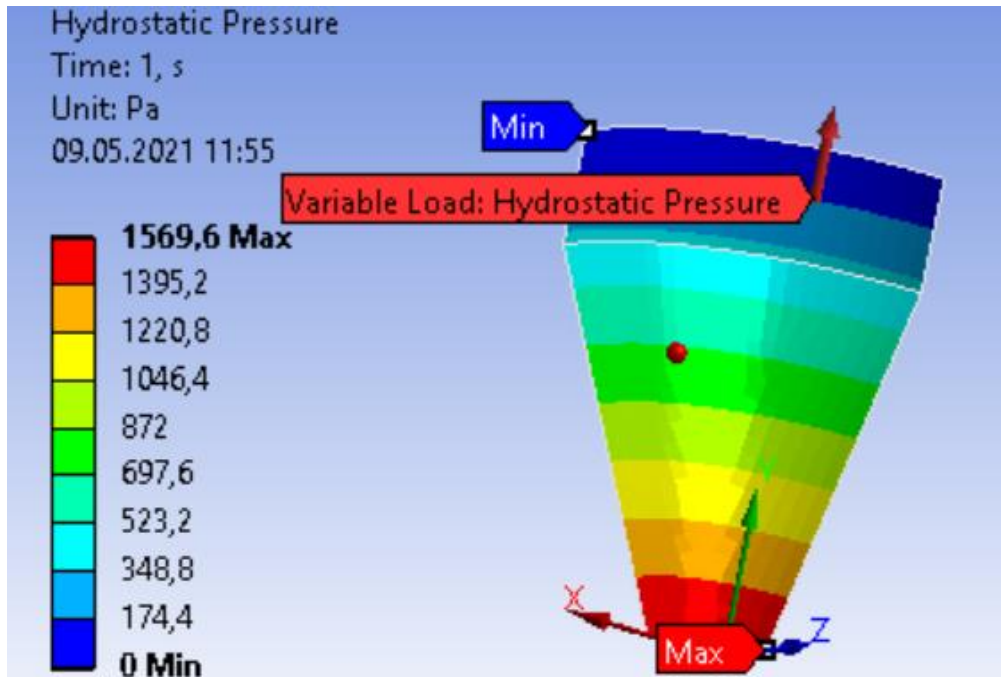


Рисунок 2.2 – Навантаження гідростатичним тиском воронки базової конструкції

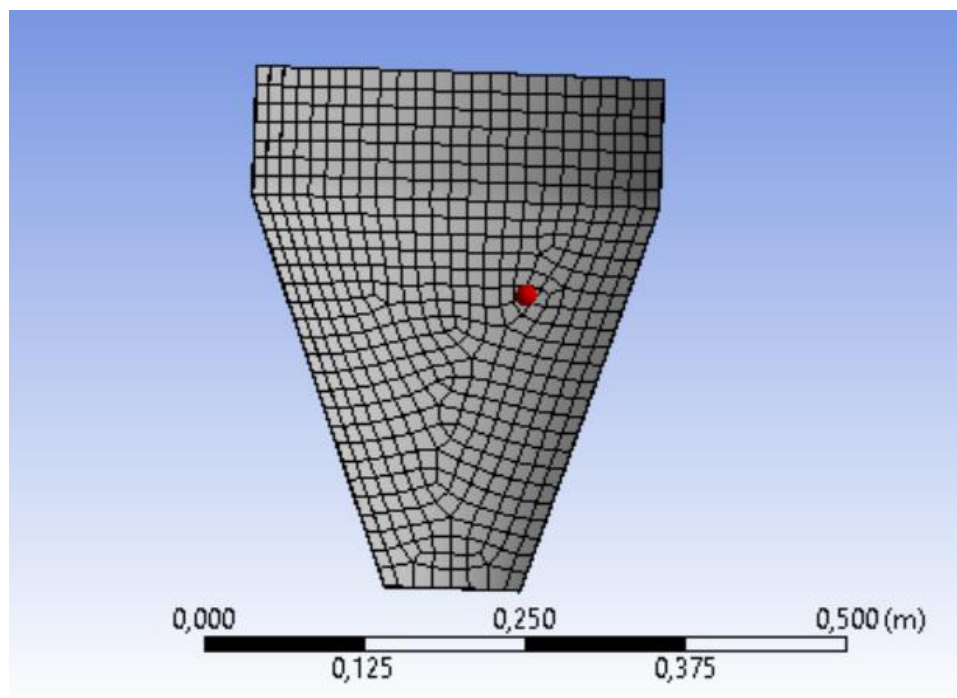


Рисунок 2.3 – Скінченно-елементна сітка (595 вузлів, 550 скінченних елементів shell) воронки базової конструкції

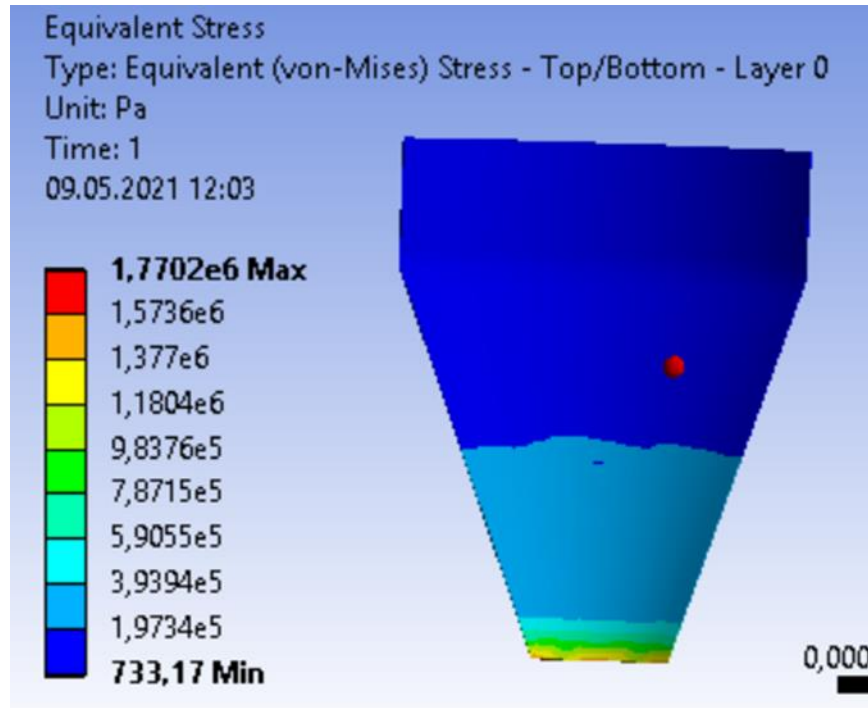


Рисунок 2.4 – Поле еквівалентних напружень за Мізесом воронки базової конструкції

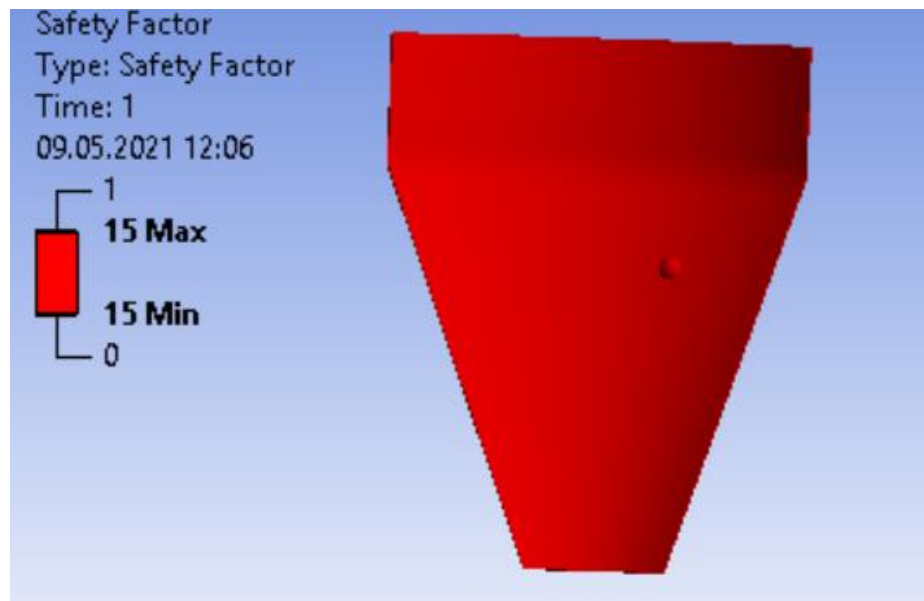


Рисунок 2.5 – Поле запасу міцності воронки базової конструкції

Проводимо розрахунок удосконаленої конструкції воронки завантажувального пристрою. Для цього виконуємо Duplicate та змінюємо геометричні розміри воронки, а також зменшуємо товщину стінки.

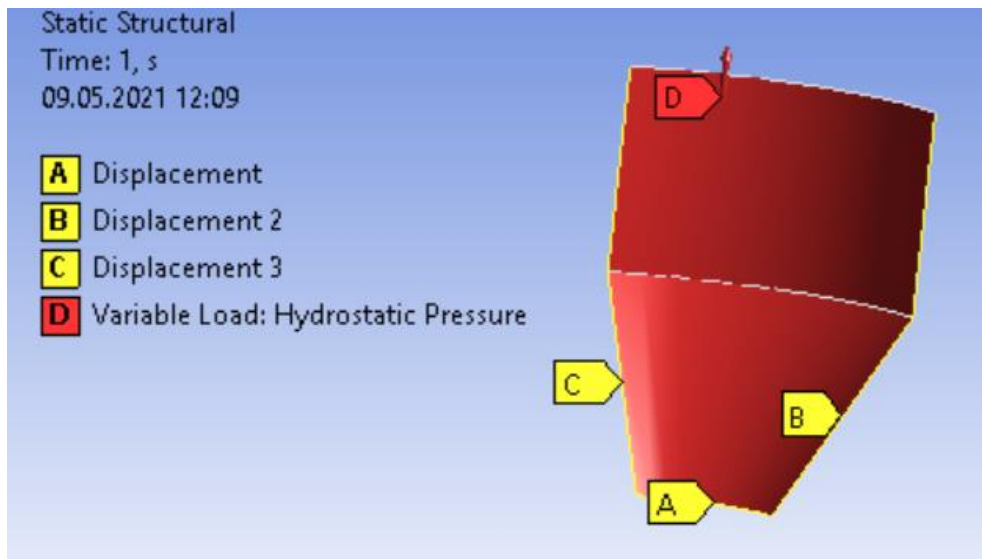


Рисунок 2.6 – Схема навантаження тривимірної моделі воронки завантажувального пристрою модернізованої конструкції

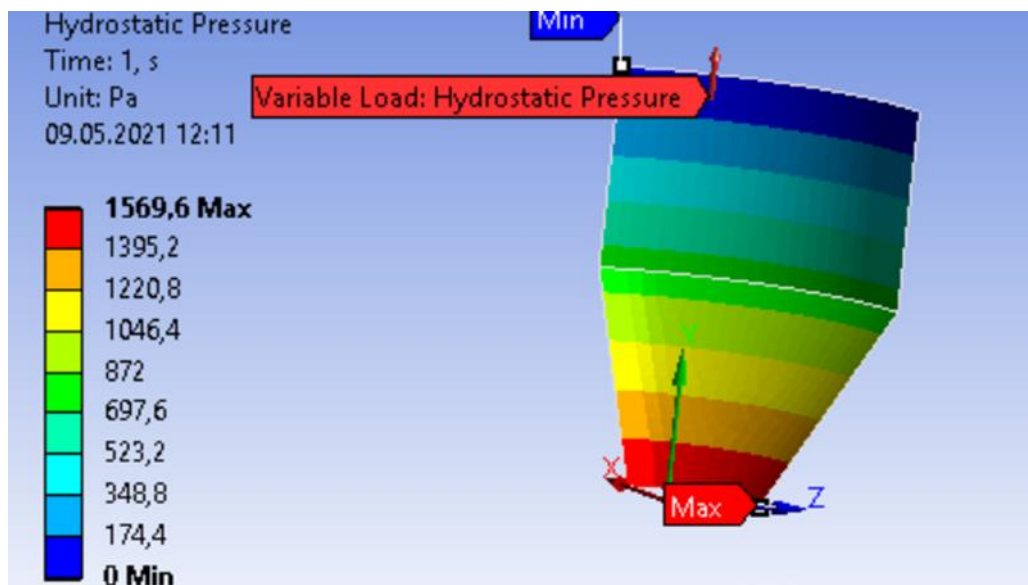


Рисунок 2.7 – Навантаження гідростатичним тиском вирви модернізованої конструкції

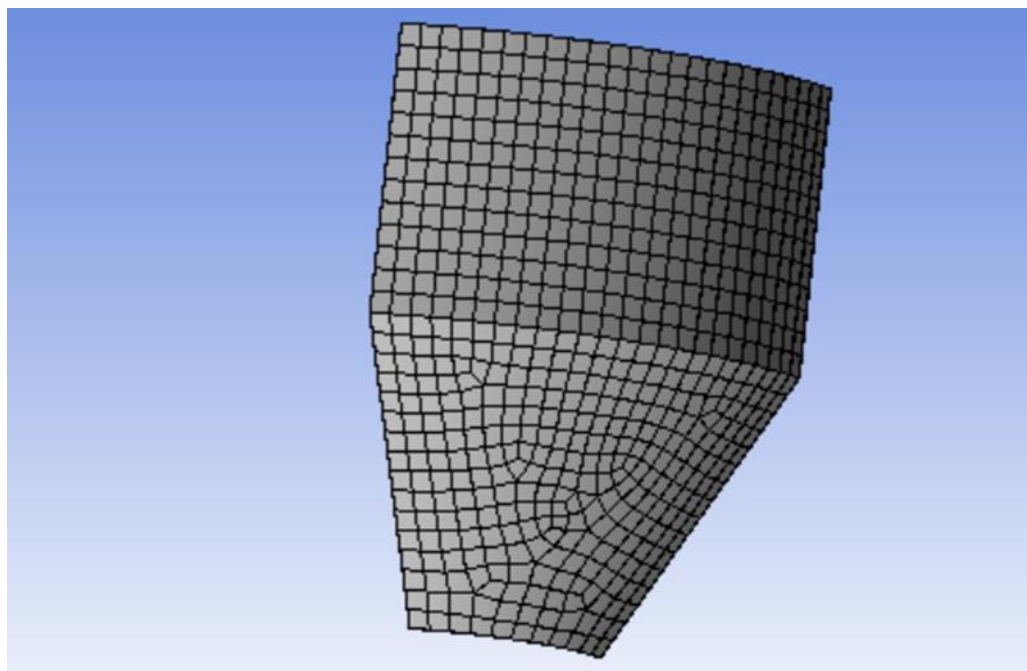


Рисунок 2.8 – Скінченно-елементна сітка (655 вузлів, 608 гладких елементів shell) воронки модернізованої конструкції

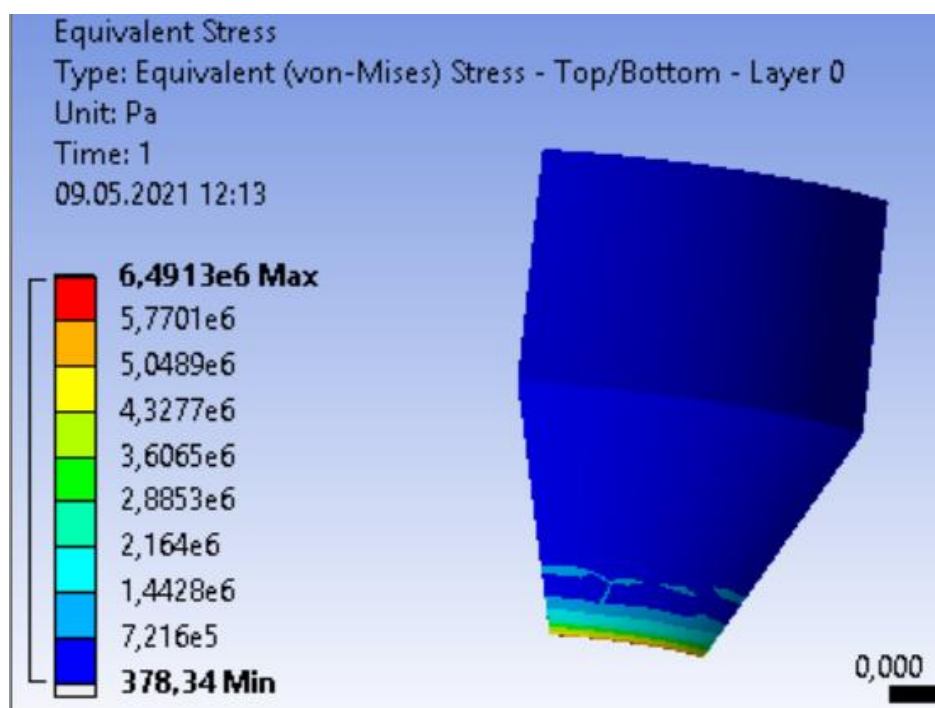


Рисунок 2.9 – Поле еквівалентних напружень за Мізесом воронки завантажувального пристрою модернізованої конструкції

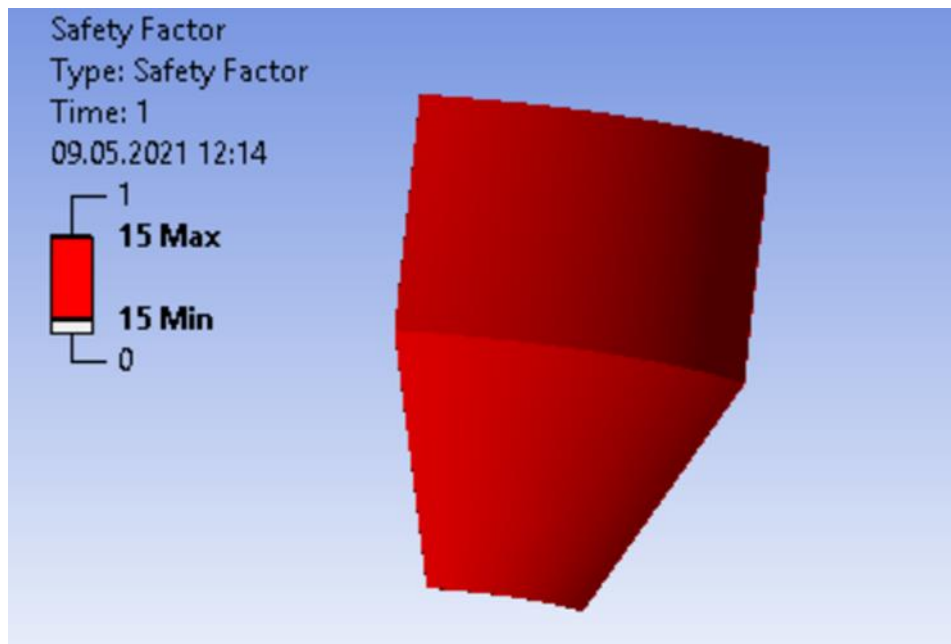


Рисунок 2.10 – Поле запасу міцності воронки завантажувального пристрою модернізованої конструкції

На підставі аналізу результатів розрахунків НДС встановлено, що умова міцності вирви завантажувального пристрою виконується як для базової, так і для модернізованої конструкцій.

					<i>ЛП71.047246.02-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Висновки

За результатами виконання розділу «Розрахунки» дипломного проекту можна зробити такі висновки.

1) Для визначення основних характеристик машини, що підтверджують її працездатність, проведено розрахунок геометричних параметрів та розрахунки на міцність черв'яка екструдера. Також виконано розрахунки на міцність корпусу екструдера та розрахунок продуктивності машини.



2) Виконано розрахунки НДС вирви завантажувального пристрою базової і модернізованої конструкцій. За результатами розрахунків встановлено, що умова міцності вирви завантажувального пристрою виконується для обох конструкцій.

					<i>ЛП71.04.7246.02-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Технологія машинобудування

ЗМІСТ

1. Технологія виготовлення деталі.....	2
1.1. Опис та призначення деталі	2
1.2. Вибір заготовки для виготовлення деталі.....	4
1.3. Технологічний процес виготовлення деталі	4
2. Вибір та розрахунок пристосування для певної опер.....	8
2.1. Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії.....	8
Висновки	11

					ЛП71.047246.03-70TE				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Одночерв'ячний екструдер з модернізацією завантажувального пристрою	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Глибовець						1	
Перевір.		Борщик							
Н. Контр.									
Затверд.		Гондляр							КПІ ім. Ігоря Сікорського

1 Технологія виготовлення деталі

1.1. Опис та призначення деталі

Деталь «вилка» призначена для передачі крутного моменту від валу через шпонкові з'єднанн. Поперечні розміри перерізів деталі вказують на те, що вона має витримувати при роботі значні згинальні та контактні навантаження.

Вилка відноситься до класу «диски», що визначає вибір заготовки, типового технологічного процесу, послідовності обробки поверхонь, вибір устаткування, ріжучого і вимірювального інструменту.

Вилка має точний центральний отвір $\varnothing 35H7$, на обробку якого слід звернути особливу увагу.

Вилка виготовляється зі сталі Ст35, що має такі характеристики і хімічний склад:

Хімічний склад у % матеріалу Ст30 ГОСТ 1050 - 88

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.32 - 0.4	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

Механічні властивості при $T = 20^{\circ}\text{C}$ матеріалу Ст30

Сортамент	Розміри	σ_b	σ_T	δ_5	ψ	Термообр.
-	мм	МПа	МПа	%	%	-
Труби холоднокатан.		580	320	17		Нормалізація
Труби горячекатан.		600	340	16		
Прутки каліброван., ГОСТ 10702-78		590			40	Відпал
Прокат, ГОСТ 1050-88	до 80	570	335	19	45	Нормалізація

									Арк.
									2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.047246.03-70TE				

Фізичні властивості матеріалу Ст30

T	E 10⁻⁵	α 10⁶	λ	ρ	C	R 10⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.13		51.5	7850	483	160
100	2.1	11.9	50.6		486	221
200	1.98	12.7	48.1		497	296
300	1.9	13.5	45.6		512	387
400	1.85	14.05	41.9		529	493
500	1.79	14.5	38.1		550	619
600	1.67	14.9	33.5		574	766
700	1.6	15.15	30		628	932
800		12.5	24.8		674	1110
900		13.5	25.7		657	1150
1000		14.5	26.9		653	1180
1100		15.2	28		649	1207
1200		15.8	29.5		649	1230

Позначення:

Механічні властивості :

- σ_в** - Межа короткочасної міцності, [МПа]
σ_т - Межа пропорційності (межа плинності для залишкової деформації), [МПа]
δ₅ - Відносне подовження при розриві, [%]
ψ - Відносне звуження, [%]
КСУ - Ударна в'язкість, [кДж / м²]
НВ - Твердість по Брінеллю, [МПа]

Фізичні властивості :

- T** - Температура, при якій отримані дані властивості, [Град]
E - Модуль пружності першого роду, [МПа]
α - Коефіцієнт температурного (лінійного) розширення (діапазон 20° - T), [1 / Град]
λ - Коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу), [Вт / (м · град)]
ρ - Щільність матеріалу, [кг / м³]
C - Питома теплоємність матеріалу (діапазон 20° - T), [Дж / (кг · град)]
R - Питомий електроопір, [Ом · м]

					ЛП71.047246.03-70TE	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

1.2. Вибір заготовки для виготовлення деталі

Відповідно до вимог креслення і в результаті аналізу конструкції вилки ведучої робимо висновок, що найбільш доцільно використовувати штамповану заготовку. Якість і вартість штампованих заготовок в основному залежать від способу їх виготовлення.

З усіх способів утворення штампованих заготовок у розглянутому випадку можна застосувати штамповку на кривошипно–шатунному гаряче–штампувальному пресі з виштовхувачем.

Для подальшої розробки технологічного процесу важливий правильний вибір площини роз'ємну штампованої форми. Штампована форма повинна мати, за можливістю, один плоский рознім. Для заготовки вилки ведучої такою єдиною площиною розніму може бути торець вилки ведучої. Перевага цієї площини розніму в тому, що в ній лежать найбільші габарити заготовки.

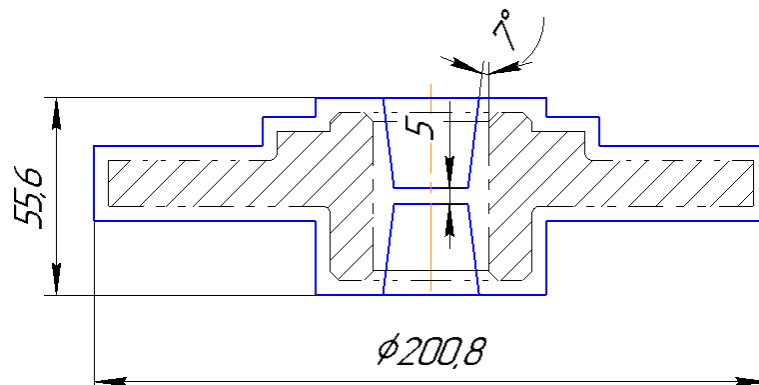


Рис. 2.1 Заготовка деталі

1.3. Технологічний процес виготовлення деталі

Деталь вилка віднесена до класу «диски». До цього класу відносяться деталі, що мають форму тіл обертання із співвідношенням висоти і найбільшого діаметра $h < 0,5D$, а також шестерні типу дисків. Характерні представники деталей даного класу – кришки, маховики, колеса, тормозні барабани, фланці, половинки муфт, зірочки, кільця підшипників і т. д.

									Арк.
									4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.047246.03-70TE				

Базування. Чорновими базами являються зовнішній діаметр деталі і один торець. Для усієї подальшої обробки базами являються оброблені на першій операції торець і циліндрична внутрішня або зовнішня поверхня.

Для обробки даного класу деталей необхідно притримуватись наступної послідовності:

- чорнова і чистова обробка торця і отвору, а також чорнова обробка вільної зовнішньої поверхні;
- чорнова і чистова токарна обробка другого торця, а також чорнова і чистова обробка зовнішньої поверхні при базуванні деталі по обробленим начисто внутрішній поверхні і торцю;
- кріплення деталі розтискними кулачками або на розтискній оправці;
- свердлення і розсвердлювання невеликих отворів і нарізання в них різьби, фрезерування невеликих поверхонь, протягання шпонкових канавок;
- чорнове і чистове нарізання зубців шестерні при базуванні на отворі і торці;
- невеликі операції – заокруглення і зрізання зубців, свердління отворів для змащення через впадину зуба, притуплення гострих кромок;
- термічна обробка (за необхідності);
- оброблення точних поверхонь шліфуванням і шовінгуванням – шліфування отворів і торців при базуванні по зовнішній поверхні циліндричній поверхні або по боковим поверхням зубців;
- протягування шпонкового паза.

Виходячи із заданих на кресленні вимог до якості (точності і шорсткості) оброблюваних поверхонь і типового технологічного процесу, підбирають типові схеми їх обробки.

					<i>ЛП71.04 7246.03-70TE</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

2. Вибір та розрахунок пристосування для певної операції

2.1. Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії

Вибір моделей устаткування, визначення частоти обертання і подачі здійснюють відповідно до рекомендацій. Для середньосерійного виробництва підбирають високопродуктивне універсальне та спеціалізоване устаткування, орієнтуючись на відповідність основних розмірів робочих органів верстата габаритним розмірам оброблюваної заготовки і досягнення необхідної точності, а також на використання мінімальної кількості різних моделей верстатів. Обробку виконують стандартним інструментом.

Матеріал різальної частини різців та фрез – сплав Т16К6, що рекомендується при обробці різних видів сталей. Для свердління отворів та протягування застосовують інструменти із швидкорізальної сталі Р6М5.

Операції 005, 010 Токарна

Виконують їх на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20 з такими характеристиками : найбільший діаметр обробки над станиною – 400 мм, відстань між центрами – 710; 1000; 1400; 2000 мм, найбільший розмір оброблюваної заготовки над супортом – 220 мм, найбільший діаметр оброблюваного прутка – 50 мм, кількість ступенів частоти обертання шпинделя – 24, частота обертання шпинделя – 12,5...1600 $xв^{-1}$, кінець шпинделя 1-6К по ГОСТ 12595-72, найбільший переріз різця різцетримача супорта 25*25 мм, число ступенів подачі: поздовжніх – 22, поперечних – 24, подача на один оберт шпинделя: поздовжніх – 0,05...2,8 мм/об, поперечних – 0,025...1,4 мм/об, потужність електродвигуна – 10 кВт, габарити станка – 2505×1190мм, категорія ремонтної складності – 19.

Операції 015. Вертикально-шлицепротяжна

Виконують на протяжному вертикальному станку для внутрішнього протягання мод. 7Б65 з такими характеристиками:

					ЛП71.047246.03-70TE	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Серія	
Межі частоти обертання шпинделя Min об/ хв	25
Межі частоти обертання шпинделя Max об/ хв	1250
Клас точності верстата по ГОСТ 8-82, (Н,П,В,А,С)	Н
Число інструментів у магазині	8
Номінальне тягове зусилля,кН	1000
Довжина ходу робочих полозок, мм	1250
Найбільший зовнішній діаметр встановлюваної заготовки, мм	450
Потужність двигуна, кВт	22
Габарити верстата (Довжина Ширини Висота) (мм)	3292, 1333,4540
Маса	8080

Операція 020. Вертикально-фрезерна

Виконують її на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6М12П з такими характеристиками: розмір стола 320x1250 мм, ширина Т-подібного паза стола - 18 мм; відстань між Т-подібними пазами - 70 мм; отвір шпинделя - конус 7:24 № 50 ГОСТ 836-72; число ступенів обертів шпинделя - 18, від 31,5 до 1600 об/хв; число поздовжніх подач стола - 18, від 25 до 1250 мм/хв.; потужність двигуна $N_{дв}=7,5$ кВт; ККД — 0,8; потужність на шпинделі верстата (ефективна потужність) $N_e = 7,5 \times 0,8 = 6$ кВт.

Операція 025. Вертикально-свердлильна

Свердління виконують на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н125 з наступними характеристиками: розмір столу 250x320 мм; отвір в шпинделі конус Морзе №4. Шпиндель станка має 21 ступінь швидкості обертання: : 25; 31.5; 40; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500 об/хв. Найбільше зусилля подачі $P = 1250$ кг; найбільший крутний момент $M = 35,5$ кг; потужність електродвигуна $N = 3$ кВт; ефективна потужність $N_e=0,8*3 = 2,4$ кВт. Використовують одномісний кондуктор з ручним затисканням заготовки.

Для свердління застосовують свердла спіральні із швидкорізальної сталі Р6М5 з нормальним конічним хвостовиком відповідно до ГОСТ 110903-77. Для отворів Ø20 мм використовують свердла Ø20 мм середньої серії довжиною 65 мм.

					<i>ЛП71.04 7246.03-70TE</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Операція 030. Термообробка

Використовуємо одну з індукційних гартівних установок, що призначені для поверхневого гарту зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей машинобудування і автомобілебудування типу: вал, шестерня, зубчасте колесо і т.д.

Тип установки	Потужність джерела живлення, кВт	Робоча частота, кГц	Джерело живлення	Температура нагріву, °С
ВТГ-10-66	10	40-70	ВТГ-10	1200
ВТГ-80-66	80	40-70	ВТГ-80	1200
ІНУ-50-8,0	50	8	ТПЧ-50	1200
ІНУ-100-8,0	100	8	ТПЧ-100	1200
ІНУ-250-8,0	250	8	ТПЧ-250	1200

Операція 035. Контрольна

Виконати перевірку правильності обробки найбільш відповідальних поверхонь деталі, виконується на контрольному столі.

					ЛП71.04 7246.03-70TE	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Висновки

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення вилки було виконано наступне:

- розглянуто службове призначення вилки і її конструктивні особливості;
- складено орієнтовний план обробки поверхонь вилки, визначено тип виробництва;
- вибрано спосіб виготовлення заготовки;
- розроблено маршрут виготовлення вилки;
- підібрано моделі металорізальних верстатів, пристрої та інструменти;
- розраховано припуски, режими різання та норми часу на виконання найбільш відповідальної операції;
- заповнені маршрутна карта (МК), операційна карта (ОК) та карта ескізів (КЕ).

					<i>ЛП71.04 7246.03-70TE</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Загальні висновки

Виконано дипломний проект на тему «Одночерв'ячний екструдер з модернізацією завантажувального пристрою», метою якого було вивчення конструкції, призначення та принципу роботи одночерв'ячного екструдера для застосування для нього модернізації.

Розглянуто принцип роботи одночерв'ячного екструдера на прикладі його застосування в технологічній схемі виготовлення листового вінілпласту з ПВХ. Визначено переваги та недоліки екструдера під час його експлуатації. Встановлено, що внаслідок того, що матеріал подається згори до низу він завантажується нерівномірно, що спричинює значне пилоутворення.

Для вирішення цієї проблеми проведено літературно-патентний огляд, на підставі якого обрано патент № 208645980 та запропоновано модернізацію завантажувального пристрою. Це технічне рішення дає можливість підвищити продуктивність виробництва шляхом забезпечення рівномірного завантаження вихідного матеріалу.

Розроблено розділ «Охорона праці та навколишнього середовища», де проаналізовано шкідливі фактори та небезпеки для життя та здоров'я працівників під час експлуатації екструдера та визначено методи їх вирішення.

Визначено механіко-економічні показники, що підтверджують ефективність та доцільність обраної модернізації, а саме підвищення продуктивності виробництва.

Проведено розрахунки одночерв'ячного екструдера, що підтверджують працездатність обраної модернізації вирви завантажувального пристрою. Користуючись програмним забезпеченням ANSYS виконано розрахунок НДС вирви під дією гідростатичного тиску базової та модернізованої конструкції. За результатами цих розрахунків встановлено, що умова міцності вирви завантажувального пристрою виконується для обох конструкцій.

					<i>ЛП71.047246.01-70ДП</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

У розділі «Технологія машинобудування» розроблено технологічний процес виготовлення втулки, під час якого розроблено операційні та маршрутні карти та карти ескізів процесу, де підібрано обладнання та металорізальні верстати для її виготовлення.

Розглянуто призначення втулки, її конструктивні особливості. Обрано пристосування для виконання однієї з операцій виготовлення втулки, а саме патрон з жорстким центруючим елементом і трьома прихватами для розточування внутрішньої поверхні втулки. Розраховано сили закріплення втулки у патроні.

За темою дипломного проекту підготовано та опубліковано тези на XIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки» кафедри ХПСМ, ІХФ.

					<i>ЛП71.04 7246.01-70ДП</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

20.Справочник технолога-машиностроителя В 2-х томах Т2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение. 1986г. – 496 с.


21.Глибовець С. В. Модернізація завантажувального пристрою екструдера // XIII Всеукраїнська науково-практична конференція : Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки, 7-8 червня 2021 р., Київ. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. С. 37.

					ЛП71.047246.01-70ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Замітки
				<u>Документація</u>		
A1			<u>ЛП71.047244.000-70В3</u>	Вид загальний	1	
				<u>Деталі</u>		
		1	ЛП71.047241.000.001	Основа	1	
		2	ЛП71.047241.000.002	Бункер	1	
		3	ЛП71.047241.000.003	Накінечник	1	
		4	ЛП71.047241.000.004	Черв'як	1	
		5	ЛП71.047241.000.005	Циліндр	1	
		6	ЛП71.047241.000.006	Втулка	1	
		7	ЛП71.047241.000.007	Кришка	1	
		8	ЛП71.047241.000.008	Прокладка	1	
		9	ЛП71.047241.000.009	Гайка	1	
		10	ЛП71.047241.000.010	Кришка	1	
		11	ЛП71.047241.000.011	Вкладиш	1	
		12	ЛП71.047241.000.012	Перехідник	1	
		20	ЛП71.047243.000.013	Мотор-редуктор	1	
				<u>Стандартній вироби</u>		
		13		Болт М12х50	6	
		14		Болт М8х80	8	
		15		Болт М5х10	1	
		16		Болт М6х30	6	
		17		Підшипник	1	
		18		Термопара	3	
ЛП71.047244.000-70СП						
Зм	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		
Розроб.	Глибовець				Літ	Аркуш
Перев.						Аркушів
Керів.	Карвацький					1
Н.конт						1
Затв.	Гондляр				КПІ ім. Ігоря Сікорського	
Одночерв'ячний екструдер з модернізацією завантажувального пристрою						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Замітки
				<u>Документація</u>		
A1			<u>ЛП71.047242.003-70СК</u>	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		2	ЛП71.047242.003.001	Кожух	1	
		3	ЛП71.047242.003.002	Кожух	1	
		4	ЛП71.047242.003.003	Кожух	1	
		5	ЛП71.047242.003.004	Кожух	1	
				<u>Деталі</u>		
		6	ЛП71.047241.003.005	Плита нижня	1	
		7	ЛП71.047241.003.006	Плита верхня	1	
		8	ЛП71.047241.003.007	Губка	1	
		9	ЛП71.047241.003.008	Боковина	1	
		10	ЛП71.047241.003.009	Боковина	1	
		11	ЛП71.047241.003.010	Упор	2	
		12	ЛП71.047241.003.011	Вкладиш	2	
		13	ЛП71.047241.003.012	Прокладка	2	
		14	ЛП71.047241.003.013	Кришка	2	
		15	ЛП71.047241.003.014	Опора	4	
		16	ЛП71.047241.003.015	Гвинт	24	
		17	ЛП71.047241.003.016	Плита	1	
		18	ЛП71.047241.003.017	Гвинт	21	
		19	ЛП71.047241.003.018	Вставка	21	
		20	ЛП71.047241.003.019	Гільза	5	

				ЛП71.047242.003-70СП			
Зм. Арк.	Недокум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Глибовець			Формуюча головка екструдера	Лім	Аркуш	Аркушів
Перев.						1	2
Керів.	Карвацький				КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н.конт							
Затв.	Гондляр						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Замітки
		19	ЛП71.047241.003.020	Вставка	21	
		20	ЛП71.047241.003.021	Гільза	5	
		21	ЛП71.047241.003.022	Шайба	24	
		22	ЛП71.047241.003.023	Шайба	7	
		23	ЛП71.047241.003.024	Губка	1	
		24	ЛП71.047241.003.025	Упор	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		25		Рим-болт М24.06 ГОСТ 4751-73	2	
		26		Гвинт М8-6дх20.66.06 ГОСТ 11738-84	42	
		27		Гвинт В М20-6дх40.14Н.06 ГОСТ 1481-84	7	
		28		Гвинт М20-6дх55.66.06 ГОСТ 11738-84	7	
		29		Шайба 8.65Г.029 ГОСТ 6402-70	42	
				<u>Інші вироби</u>		
		30		Перетворювач термо- Електричний ТХК-2488. 5Ц2.822.066-03 ТУ25-02.792289-89		
		31		Трубчатий електронагрівач ТЕНП 20.12.5063Н220-У1 ТУ16-681.039-84		
				ЛП71.047242.003-70СП		
Зм	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		

УДК 678.057.3

Модернізація завантажувального пристрою екструдера

Глибовець С. В., студ.

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

Запропоновано модернізацію завантажувального пристрою одночерв'ячного екструдера, що спрямована на підвищення продуктивності виробництва за рахунок забезпечення рівномірності подачі вихідного матеріалу шляхом використання додаткового бункера, змішувача та живильника.

У більшості технічних рішень для переробки полімерів використовують платформу для перемішування, після чого матеріал подається згори до низу в завантажувальний пристрій екструдера. У результаті цього виникає відкрита подача матеріалу між змішувачем та бункером екструдера, що може призводити до утворення значної кількості порошкової фракції та її втрати. Використання відкритої подачі також спричинює стрімке падіння сипкого матеріалу зверху вниз. Це може призводити до того, що сипкий матеріал значно ущільнюється, утворюючи арку у вирві завантажувального пристрою і спричинюючи нерівномірність подачі матеріалу в екструдера. Вказаний недолік у конструкції завантажувального пристрою екструдера зумовлює зниження продуктивності устаткування та відповідно і якості вихідної продукції. Тому з метою підвищення продуктивності виробництва запропоновано модернізацію завантажувального пристрою за патентом № CN208645980, технічні рішення якого дають змогу уникнути вищевказаних недоліків.

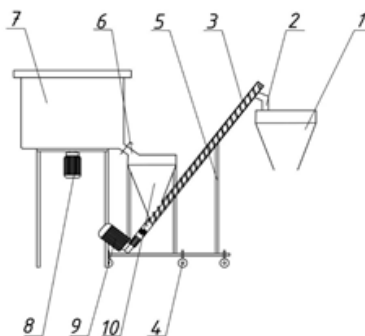


Рис. 1. Модернізований завантажувальний пристрій екструдера [1].

Запропоноване удосконалення передбачає інтегрований пристрій для змішування та подачі вихідного матеріалу. Матеріал зі змішувача 7 потрапляє в бункер через напірний отвір 6. За допомогою живильника матеріал подається в бункер екструдера 1. Живильник 3 має опорний стовп 5 та лопаті. Приводами змішувача та живильника слугують електродвигуни 8 і 9, відповідно. Наявність гвинтової подачі закритого типу мінімізує пилоутворення, а переміщення сипкого матеріалу знизу на гору забезпечує рівномірність його подачі.

Висновки

Використання запропонованої модернізації завантажувального пристрою екструдера дасть змогу зменшити інтенсивність пилоутворення та забезпечить можливість рівномірного завантаження сипкого матеріалу, і таким чином підвищити продуктивність обладнання та якість вихідної продукції.

Література

1. Pat. № CN208645980 China, IPC B29C 48/285 B29B 7/10. Integrated device for mixing and feeding plastic semi-finished products. Application Number 201821078660.1. Application Date 06.07.2018. Publication Date 26.03.2019.