

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО - ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

«На правах рукопису»
УДК _____

До захисту допущено:
Завідувач кафедри
_____ Олександр Сокольський
«___» _____ 2022 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг та
комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого
обладнання»

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

на тему: «Екструзійний агрегат листових виробів з модернізацією головки»

Виконав:

студент, групи ЛП-11мп

Іванніков Владислав Едуардович _____

Науковий керівник:

Старший викладач

Борщик Сергій Олександрович _____

Консультант з розділу «Монтаж і експлуатація обладнання»:

Старший викладач

Борщик Сергій Олександрович _____

Консультант з розділу «Стартап»:

Кандидат економічних наук, доцент кафедри промислового маркетингу

Юдіна Наталія Володимирівна _____

Консультант з загального розділу і перевірки на плагіат:

Доктор технічних наук, професор

Щербина Валерій Юрійович _____

Рецензент:

Кандидат технічних наук, доцент кафедри МАХНВ

Степанюк Андрій Романович _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань
Студент _____

Київ – 2022 року

5. Перелік завдань, які потрібно розробити пояснювальна записка включає в себе: вступ, призначення та галузь застосування екструзійного агрегату, літературно – патентний огляд варіантів модернізації екструзійного агрегату, обґрунтування вибору варіантів модернізації екструзійного агрегату, розрахунки, які підтверджують працездатність екструзійного агрегату, доцільність розробки та використання екструзійного агрегату, модернізація формуючої головки екструзійного агрегату.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Технологічна лінія для виготовлення виробів з пластмас та переробки (формат А1); Загальний вигляд екструзійного агрегату листових виробів (формат А1); Плоскощільова головка базова (формат А1); Плоскощільова головка з регулюванням вихідного отвору модернізована (формат А1); Плоскощільова головка зі змінним соплом модернізована (формат А1); Плакат 3D моделі деталі базового вузла (А1); Плакат 3D моделі деталі модернізованого вузла (формат А1).

7. Орієнтовний перелік публікацій: 2 тези на XVI Всеукраїнську науково-практичну конференцію ІХФ «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки», 13-14 грудня 2022 р.

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Монтаж і експлуатація обладнання	Борщик С.О., ст.викл. каф.ХПСМ		
Стартап	Юдіна Н.В., к.е.н.,проф. каф. ПМФММ		
Загальний	Щербина В.Ю., д.т.н., проф. каф. ХПСМ		
Перевірка	Щербина В.Ю., д.т.н., проф. каф. ХПСМ		

9. Дата видачі завдання 28.10.22р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Вступ. Опис лінії.	28.10 – 13.11.2022	
2	Літературно-патентний огляд.	13.11 – 20.11.2022	
3	Монтаж та експлуатація	20.11 – 23.11.2022	
4	Стартап	23.11 – 24.11.2022	
5	Охорона праці	24.11 – 25.11.2022	
6	Розрахунки	25.11 – 01.12.2022	
7	Креслення	01.12 – 12.12.2022	
8	Оформлення записки	13.12 – 14.12.2022	

Студент _____

В.Е.Іванніков

Керівник дисертації _____

С.О.Борщик

Реферат

Об'єкт розробки і проектування - екструзійний агрегат.

Мета проекту - розробка і проектування, згідно з технічним завданням, екструзійний агрегат, на основі існуючих промислових аналогів; визначення можливостей і здійснення модернізації плоскощільової формуючої головки.

Пояснювальна записка дипломного проекту складається з вступу, 6 розділів, висновків, літератури з 22 джерела і 7 додатків, 49 рис., 26 табл. Загальний обсяг записки складає 110 стор. Графічна частина містить 5 креслень формату А1 та 2 плакати з розрахунками формату А1.

Проект містить опис технологічного процесу, в якому використовується екструзійний агрегат, розглянуті його призначення і місце в технологічній схемі.

В роботі представлені технічні характеристики, розглянуті конструкція і принцип дії екструзійного агрегату, виконані параметричні, кінематичні, теплові і розрахунки на міцність черв'яка, що підтверджують працездатність і надійність конструкції машини.

У проекті був зроблений літературно-патентний пошук конструкцій екструзійних агрегатів з метою обрання варіанту модернізації формуючої.

Також в магістерській дисертації розглянуто відповідність екструзійного агрегату вимогам охорони праці та надано рекомендації щодо монтажу та експлуатації пристрою.

Ключові слова: АГРЕГАТ, МІЦНІСТЬ, ПЛОСКОЩІЛЬОВА ГОЛОВКА, ЕКСТРУДЕР, МАТЕРІАЛ.

Abstract

The object of development and design is an extrusion unit.

The purpose of the project is to develop and design, according to the technical task, an extrusion unit based on existing industrial analogues; determination of possibilities and implementation of modernization of the flat-slit forming head.

The explanatory note of the diploma project consists of an introduction, 6 chapters, conclusions, literature from 22 sources and 7 appendices, 49 figures, 26 tables. The total volume of the note is 110 pages. The graphic part contains 5 drawings in A1 format and 2 posters with calculations in A1 format.

The project contains a description of the technological process in which the extrusion unit is used, its purpose and place in the technological scheme are considered.

The paper presents technical characteristics, considered the design and principle of operation of the extrusion unit, carried out parametric, kinematic, thermal and worm strength calculations, which confirm the efficiency and reliability of the machine design.

In the project, a literature and patent search for the designs of extrusion units was made in order to choose an option for modernization of the forming unit.

The master's thesis also considered the compliance of the extrusion unit with labor protection requirements and provided recommendations for the installation and operation of the device.

Key words: UNIT, STRENGTH, FLAT HEAD, EXTRUDER, MATERIAL.

Перелік умовних позначень та скорочених термінів

Скорочені терміни:

ККД – коефіцієнт корисної дії.

ПЕНТ – поліетилен низького тиску.

Умовні позначення:

S – площа, m^2 ;

b – ширина, m ;

H, h – висота, m ;

D, d – діаметри, m ;

m – маса, kg ;

N – потужність, W ;

n – частота обертання, s^{-1} ;

G_p – продуктивністю, kg/s ;

t – температура, K ;

α_K – коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище,
 $W/m^2 \cdot \text{град}$;

K – коефіцієнт теплопередачі, $W/m^2 \cdot \text{град}$;

Критерії:

Nu – критерій Нуссельта;

Re – критерій Рейнольдса;

Gr – критерій Гросгофа.

Вступ

Неможливо уявити сучасне життя без будь-якого виробу з пластмаси. Антипригарне покриття (тефлонове покриття), каналізаційні труби, труби водопостачання, одяг, електричні, електронні вироби та багато чого іншого. Кожен з цих предметів має частку або повністю створено з полімерних матеріалів. Кількість нових полімерів збільшується з кожним роком, як і способи їх застосування.

Основними перевагами полімерних виробів є їх низька ціна та довговічність. Деякі полімери мають кращі показники міцності, витривалості та багато інших показників ніж традиційні матеріали (скло, кераміка, метал, деревина). У деякі механізми в яких раніше встановлювали металеві деталі зараз замінюють на деталі з полімерних матеріалів.

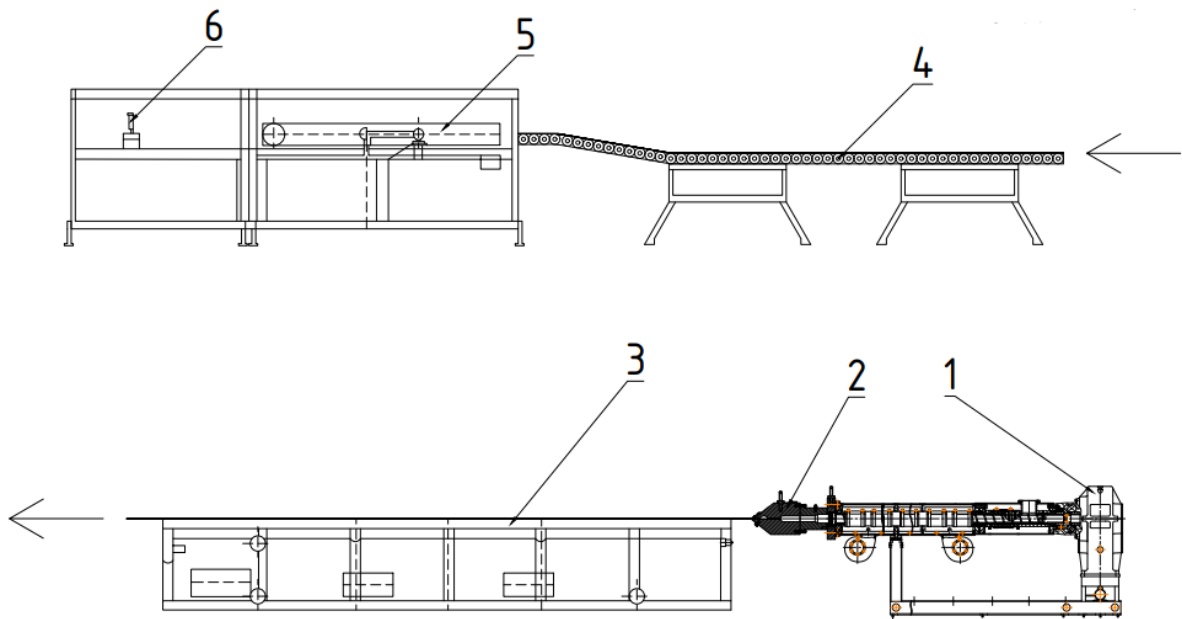
Одним з видів виробництва полімерів є **Екструзія** (лат. extrusio — «виштовхування») — процес отримання виробів шляхом продавлювання (екструдкування) матеріалу через формувальний отвір у матриці або серії матриць. **Екструдер** (екструзійний прес) — машина для формування пластичних матеріалів, шляхом надання їм форми, за допомогою продавлювання через профілювальний інструмент — екструзійну головку.

Метою магістерської дисертації є закріплення знань та аналіз конструкції черв'ячного пресу; пошук та обґрунтування варіанту удосконалення конструкції формуючої головки.

При виконанні магістерської дисертації було використано досвід набутий на протязі всього навчання, а саме з таких дисциплін: технологічні основи машинобудування, обладнання виробництва будівельних та полімерних виробів та інших предметів профільного спрямування.

1.Опис і призначення екструзійного агрегату.

1.1. Опис лінії по виготовленню листових виробів з полімерних матеріалів.



1 – Черв'ячний прес 45×25 , 2 – Формуюча головка, 3 – Вакуумний калібрувальний стіл, 4 – Охолоджуючий конвеєр, 5 – Тягнучий пристрій, 6 – Ріжучий пристрій.

Рис 1.1 – Лінія виробництва листових виробів з полімерних матеріалів.

Прес-черв'як ЧП 45x25 призначений для обробки зернистих термопластів в однорідному розплаві і рівномірно видавлюється через головку трубки. Преса складається з циліндричного товстостінного тіла, в якому черв'як обертається. У корпусі є електричні нагрівачі, які нагрівають циліндр. Черв'як має осьове отвір для подачі в охолоджуючу воду. Щоб уникнути перегріву корпусу екструдера, додатково встановлені вентилятори, які подають повітря в зони нагріву. Обертання черв'ячного приводу здійснюється за допомогою електродвигуна постійного струму, клиноременною трансмісії й планетарної коробки передач.

Вакуумний калібрувальний стіл призначений для охолодження та корегування розмірів виробу. Тіло столу має здатність рухатися вертикально і поперечно до центру своєї осі від голови. Вертикальне переміщення здійснюється шляхом регулювання положення осі коліс відносно рами.

Поперечне переміщення ванни здійснюється за рахунок поперечного зсуву осі коліс. Крім перерахованих вузлів, стіл обладнаний трубопроводами для нагнітання, зливу та вакууму, переливними соплами та вакуумними датчиками. Для управління електроприводом на тілі стола встановлений місцевий контрольний пункт

Охолоджуючий конвеєр призначений для переміщення виробу до наступного механізму. Охолодження відбувається за допомогою конвекції. Складається з двигуна який приводить в дію систему роликів які забезпечують переміщення виробу.

Тягова машина складається з підстави, верхнього ходу, нижнього ходу, тягового ланцюга, нижнього ходу обтікання, верхнього ходового гвинта, пульта керування і направляючих роликів. Привід тягового ланцюгового приводу складається з електродвигуна, муфти, черв'ячного редуктора, вертикального валу і конічної зубчастої пари, що передають обертальний рух на ланцюгових коліях.

Ріжучий пристрій призначений для різання труб з полімерних матеріалів на сегменти заданої довжини і встановлюється в лінію після витягування машини.

1.2. Опис конструкції екструдера.

Найчастіше при виробництві поліетиленових виробів низького тиску використовуються гвинтові екструдери різних конструкцій. Принцип таких екструдерів нагадує звичайну гвинтову м'ясорубку. Екструдери такого типу можуть мати один або кілька гвинтів, що працюють зі спільною спрямованою або протинаправленою обертанням.

Технологічною основою процесу виробництва листових виробів ПЕНТ є екструзія, тобто виштовхування розплавленого матеріалу під дією тиску через отвір для формування продукту.

Технологія виробництва складається з гомогенізації, контрольованого плавлення і пом'якшення (пластифікація) полімерної сировини в екструдері. Далі йде формування готового виробу за допомогою робочої головки екструдера подальше охолодження і остаточне калібрування.

Виробництво листових виробів з ПЕНТ починається з завантаження гранульованої сировини в бункер приймача, звідки вона потрапляє в робочий циліндр, оснащений нагріваними елементами. Переходячи від площі завантаження, сировина послідовно переходить на більш гарячі секції циліндра.

До нашого завдання обираємо прес з діаметром шнека 45 мм і відношенням робочої довжини до діаметру 25. Екструдер працює таким чином. Перероблюваний термопластичний матеріал просувається черв'яком вздовж порожнини корпуса до ущільнювального елемента і поступово нагрівається та ущільнюється. Враховуючи, що ущільнювальний елемент не дає можливості матеріалу рухатися далі вздовж черв'яка по порожнині корпуса, то матеріал під надлишковим тиском виштовхується з частини корпуса крізь вхідний канал до маслопроводу, яким прямує до вихідного каналу, крізь який потрапляє до частини порожнини корпуса. На ділянці розташування дегазаційного отвору завдяки зменшенню тиску розплавленого термопластичного матеріалу газоподібні речовини, які виділилися з матеріалу, видаляються крізь цей отвір.

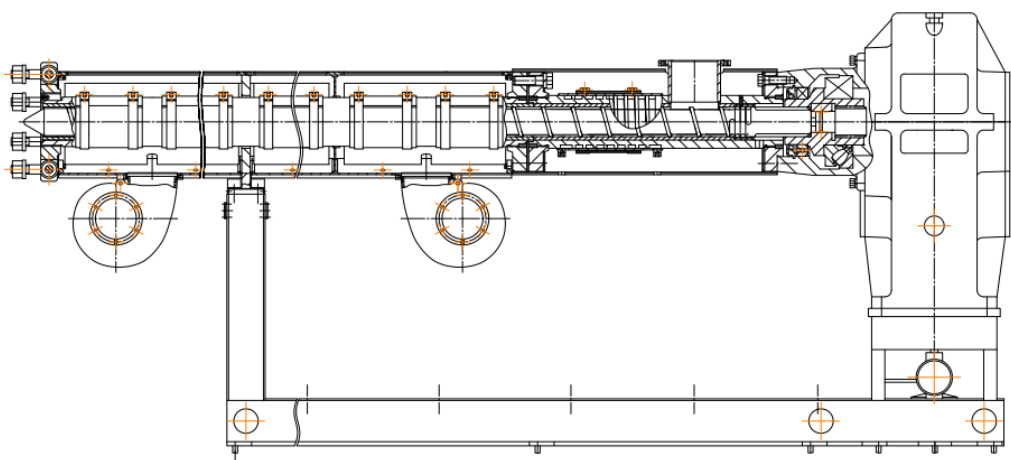


Рис 1.2 – Креслення екструдера.

1.3. Технічна характеристика базової машини

Технічна характеристика будь-якого виробу – це стисла технічна інформація, за якою проводиться порівняння зразка з аналогами та для наступного вибору і обґрунтування обраного варіанту. Основні показники екструдера 45×25 наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика преса ЧП45×25

Найменування параметру	Значення параметру
Продуктивність, кг/год.	20...30
Встановлена потужність електрообладнання, кВт: електродвигуна Вентиляторів	 7,5 6
Енергозабезпечення: Електрозабезпечення напруга, В частота, Гц стиснене повітря, згідно з ГОСТ 17433-80 тиск, МПа об'ємна витрата стисненого повітря за температури $t=293\text{ K}$, м ³ /с	 мережа трифазного струму 380-220 50 7-9 клас забруднення 0,3-0,6 0,0017
Частота обертання черв'яка, об/хв.	120

Продовження таблиці 1.1

Найменування параметру	Значення параметру
Габаритні розміри,мм :	
Довжина	1850
Ширина	1200
висота	1600
Маса,кг, не більше	2500

2. Літературний та патентний огляд стану питання, формулювання мети роботи

2.1 Патентно-літературний огляд конструкцій черв'ячного пресу

В [1,2] наведено типові конструкції формуючих головок для екструзійного агрегату. Недоліком цих конструкцій є те що вони мало ефективні, не мають стабільного дозування та потребують додаткові джерела живлення. З метою покращення базової конструкції пристрою розглянемо ідеї [3-13] та на їх базі будемо наступну конструкцію.

У патенті [3] розглядається модернізація формуючої головки екструдера, а саме поставлено задачу стабілізації перепаду тиску головки при зміні технологічних параметрів за рахунок автоматичного регулювання прохідних перерізів дроселюючих формуючих каналів.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що формуюча головка екструдера з регульованим перепадом тиску містить корпус, закріплену в ньому за допомогою пустотілих утримувачів фільтру, яка має сегментні сектори, що охоплюють пружний елемент, пружний елемент фільтри при деформації сегментних секторів автоматично регулює прохідний переріз дроселюючих каналів фільтри, а конусна поверхня фільтри утворює з корпусом головки кільцевий канал, гідравлічний опір якого змінюється гнучкою хвильовою оболонкою при деформації мембрани. Формуюча головка складається з корпусу 1 з розміщеною в ньому за допомогою пустотілих утримувачів 2 фільтри 3. У корпусі фільтри розміщений пружний елемент 4, який має дроселюючі канали 5 змінної довжини. Сегментні сектори 6, що охоплюють пружний елемент 4, мають можливість деформуватися при радіальному переміщенні штока 7 в пустотілому тримачі від зусилля створюваного гідроциліндром системи регулювання. Конічна поверхня фільтри 8 утворює з гнучкою хвильовою оболонкою 10, закріпленою в корпусі головки, конічний кільцевий дроселюючий канал. Внутрішня замкнута

порожнина 9 між гнучкою оболонкою і мембраною 11, що сприймає зусилля від штока гідроциліндра. Датчики тиску показані стрілками Д1 і Д2.

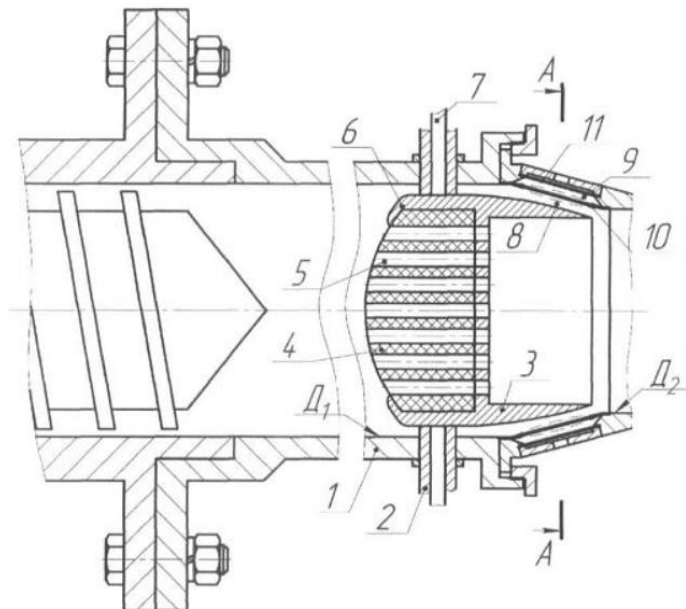


Рис.2.1 – Поздовжній розріз каналу формуючої головки з регульованим опором.

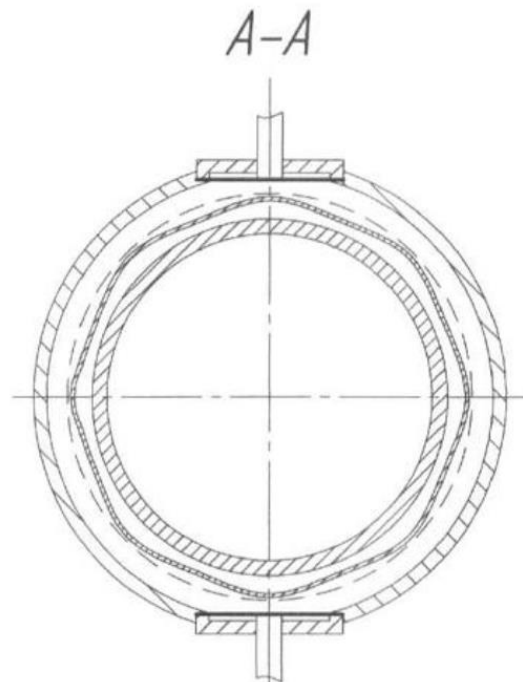


Рис.2.2 – Розріз А-А головки з регульованим опором.

Автор патенту [4] ставить за мету створення формуючої головки, яка дає можливість сформувати якісні вироби зі спіненого поліетилену без

внутрішньої порожнини. Дана задача вирішується тим що дорн виконано з центральним отвором та перфорацією. Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображено формуючу головку екструдера, яка містить корпус 1, проміжну матрицю 2, матрицю 3, решітку 4, дорн 5. Дорн встановлено всередині матриці, що дозволяє розділяти потік розплаву на два потоки, перший з яких є зовнішнім та рухається між матрицею та дорном, а другий є внутрішнім та рухається у центральному отворі дорна. На виході з матриці потоки змикаються безпосередньо на виході з головки.

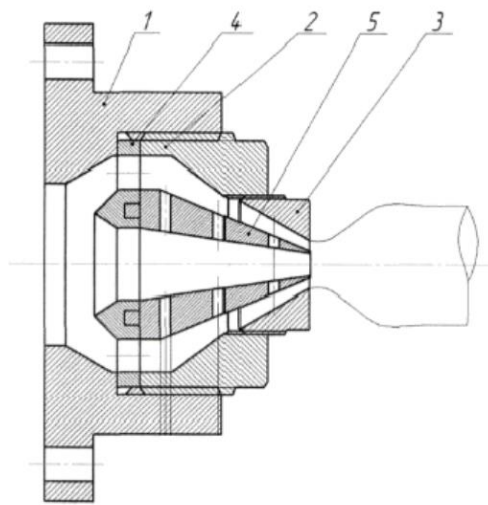


Рис.2.3 – Формуюча головка екструдера.

Авторське свідоцтво [5] вирішує задачу підвищення якості виробу за рахунок зменшення зсувних деформацій. Екструзійна плоскощільова головка складається з роз'ємного корпусу з вихідним 1 і вхідним 2 отворами, виконана у вигляді зв'язаних боковинами 3 верхній 5 та нижній 4 плит, змонтованих з утворенням розподільчого каналу 6 і компенсуючої ділянки 7, при цьому у розподільчому каналі 6 на верхній плиті 5 виконані виступи 8, а на поверхні нижньої плити 4 виконані впадини 9 для розміщення з утворенням робочих каналів 10. При цьому виступи 8 і впадини 9 виконані у аркообразній формі з довжиною і висотою , яка поступово збільшується у напрямі вихідного отвору 2 корпусу і розміщені перпендикулярно до осі головки. На компенсуючій ділянці 7 головка вкомплектована пружно-деформованою планкою 11. Для її переміщення у головці встановлено винти 12. Головка має також формуючі губи 13, які змонтовані перед вихідним отвором 2 корпусу і утворює формуючу щілину 14.

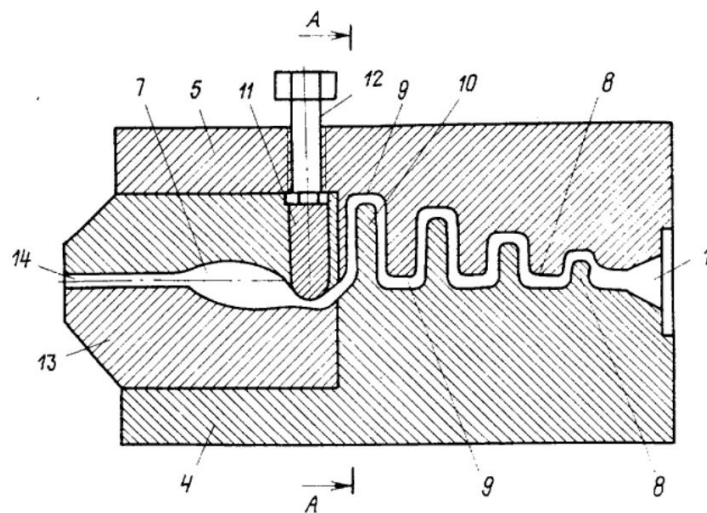


Рис.2.4 – Екструзійна плоскощільова головка у розрізі .

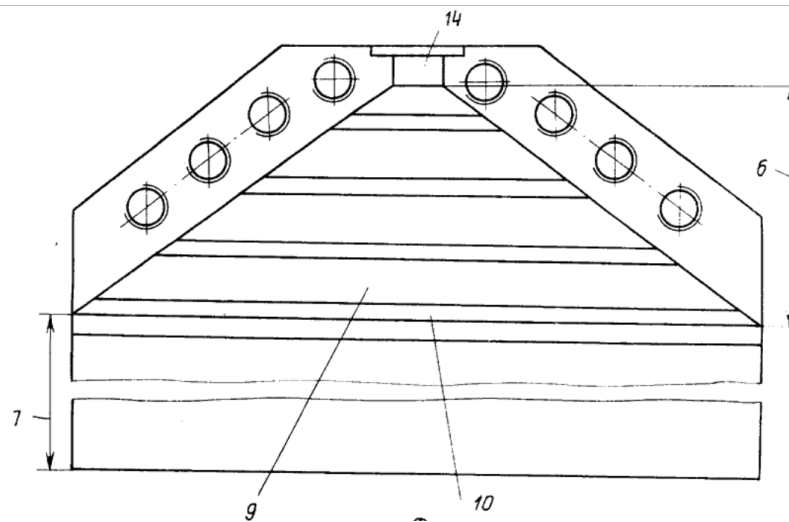


Рис.2.5 – Нижня плита плоскощільової головки.

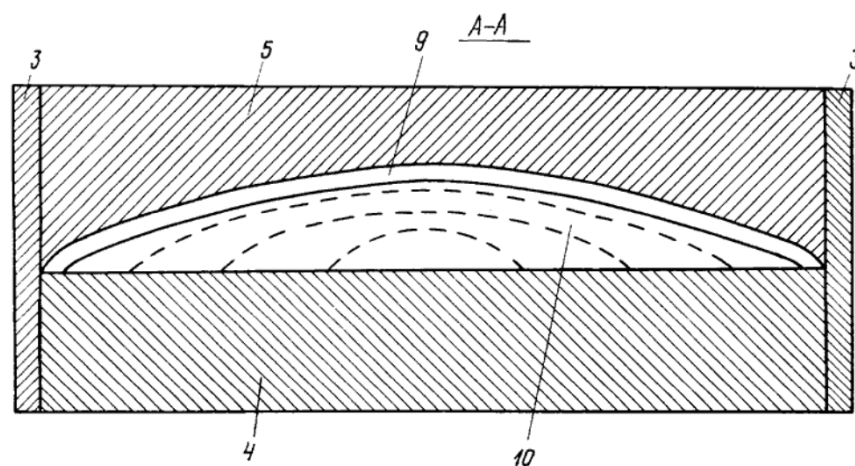


Рис.2.6 – Розріз А-А екструзійної плоскощільової головки.

Авторське свідоцтво [6] ставить за мету розширити технологічні можливості головки та підвищити якість отримуваної плівки при зміні в'язкості і концентрації розчину та розплаву полімеру і реалізують свою ідею наступним

чином.Екструзійна плоскощільова головка , змонтована з утворенням розподільчого каналу та з'єднаній з ним формуючої щілині основну і додаткову пластину з опірними поверхнями.Головка механізмом для регулювання положення пластин відносно одна одної, виконаним у жорсткому вигляді на опорній плиті кронштейн з отвором для встановлення регулюючого винта і жорстко на додатковій плиті П- подібним прихватом з пазом для використання з регулюючим винтом,а поверхні основної і додаткової поверхні виконані під нахилом до опорних поверхонь.

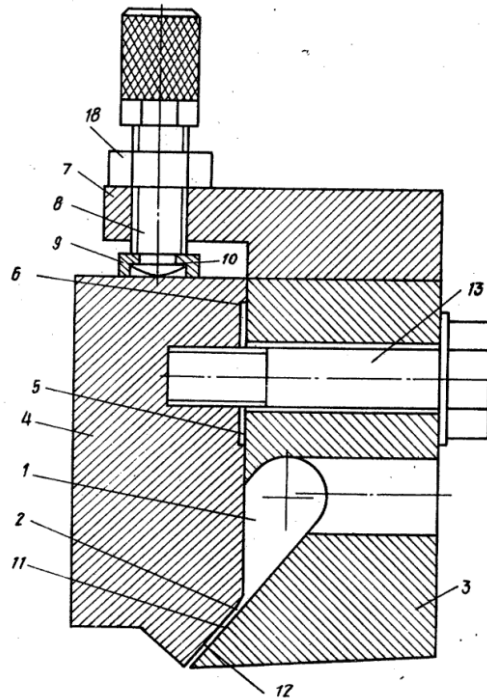


Рис.2.7 – Екструзійної плоскощільової головки у розрізі.

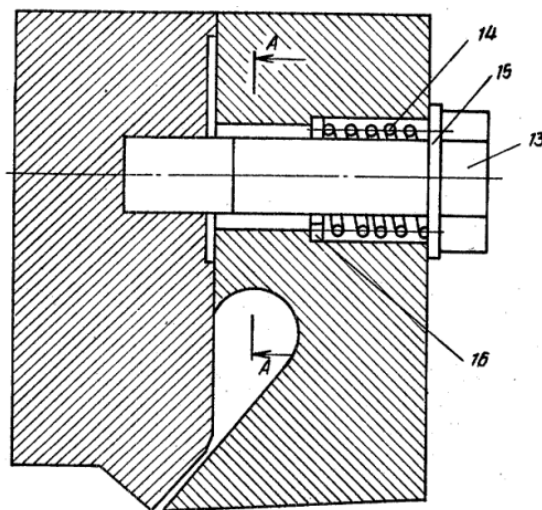


Рис.2.8 – Екструзійної плоскощільової головки у поперечному розрізі.

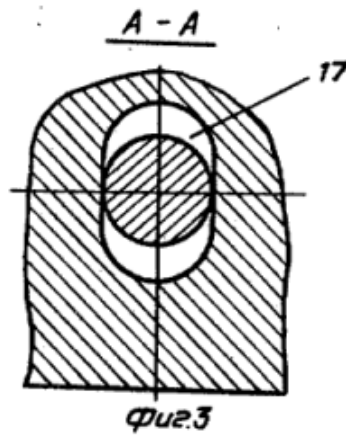


Рис.2.9 – Розріз А-А екструзійної плоскощільової головки.

У авторському свідоцтві [7] поставлено ціль підвищити продуктивність та надійність роботи головки за рахунок зменшення часу на складання і розкладання та запобігання витoku розплаву. Автори вирішують поставлену задачу наступним чином: головка забезпечена циліндричними базуючими виступами, розміщені по поверхні розділа на одному полукорпусі і входними у отвір, які виконані у другому полукорпусі, а кожен кронштейн забезпечен шарніром з упорним стаканом і виконан з осьовим гніздом, при цьому осьове гніздо кронштейна нерухомого полукорпусу виконано у вигляді паза, повздовжня вісь якого нормальна до поверхні розділу, а упорні стакани кронштейнів з'єднані між собою тягою забезпеченою механізмом її осьового переміщення.

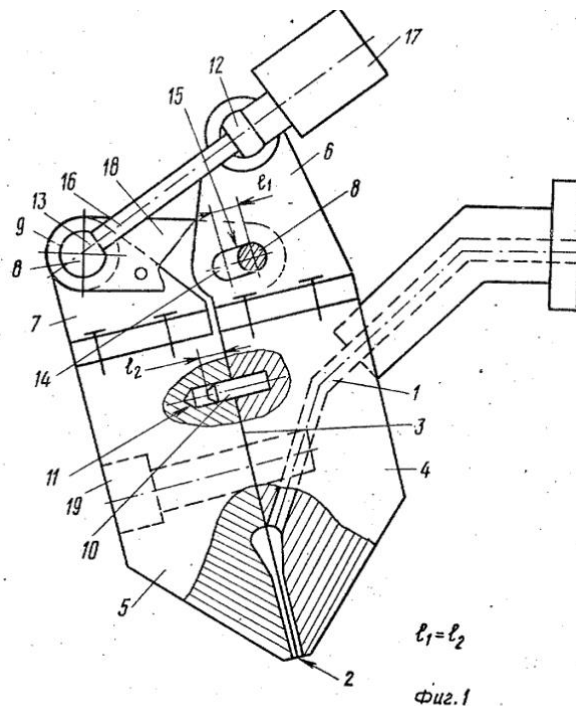
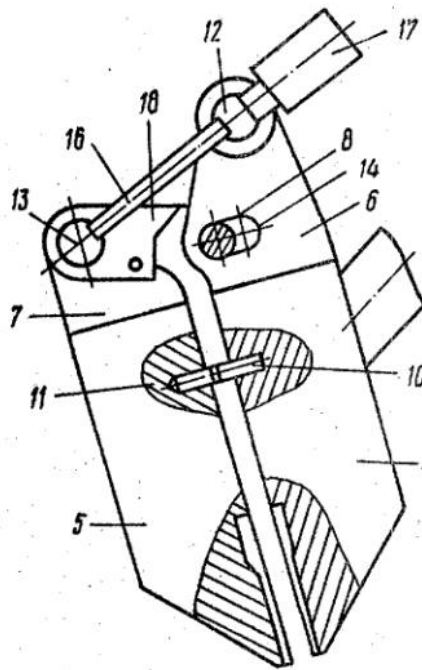


Рис.2.10 – Головка екструдера для переробки пластмас.



Фиг. 2

Рис.2.11 – Головка экструдера для переробки пластмас

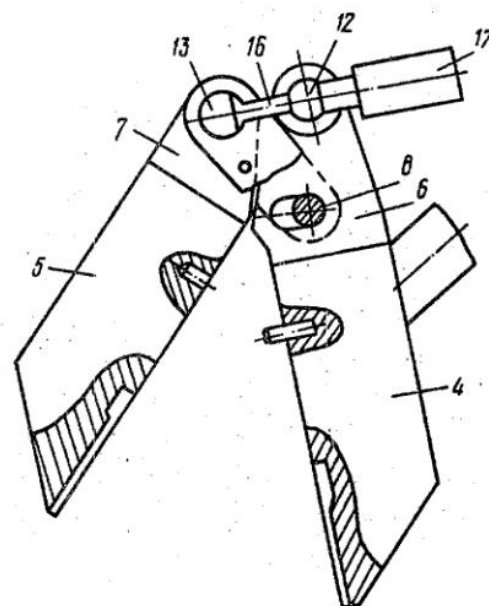
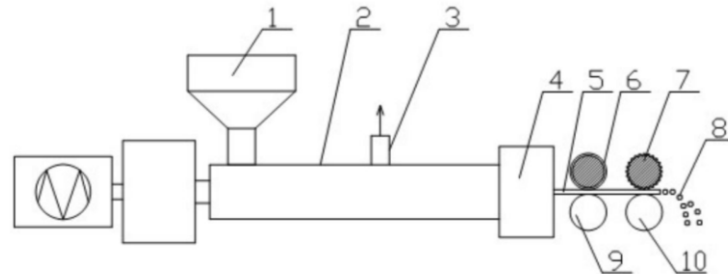


Рис.2.12 – Головка экструдера для переробки пластмас.

У патенті [8] автори ставлять ціль підвищити стабільність та ефективність двухвалкового екструзійного гранулятора. Задача вирішується тим що ліва сторона шнекового екструдера підключена до двигуна, а права сторона з'єднана з листовою матрицею. Гвинтовий екструдер оснащений бункером і вакуумним випускним отвором посередині. Встановлені горизонтальні опорні ролики та

вертикальні опорні ролики. У результаті чого винахід дозволяє отримати високонаповнені гранули деревинно-пластикового матеріалу шляхом подвійного пресування горизонтальних та вертикальних прижимних валків на основі екструзійного формування листів деревинно-пластикового композиційного матеріалу



1-Бункер; 2- Шнековий екструдер; 3- Вакуумний вентеляційний отвір; 4- Листорізні головки; 5- Лист матеріалу; 6- Поперечні прижимні ролики; 7- Повздовжній прес ролик; 8- Деревесно-пластикові гранули; 9- Горизонтальний опорний ролик; 10 - Повздовжній опорний ролик.

Рис.2.13 – Структурна схема двухвалкового екструзійного гранулятора.

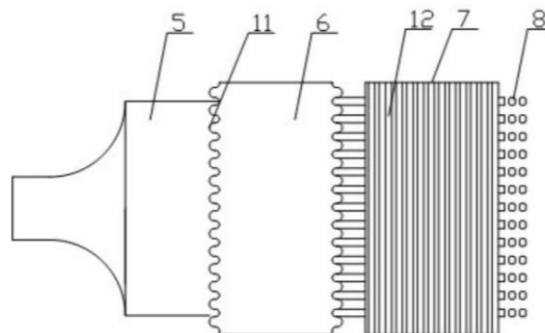


Рис.2.14 – Структурна схема прижимного ролика.

Автор патенту [9] має за мету покращити лінію для формування листового пластику. Екструдер для пластикових листів включає пристрій зміни екрана з двома станціями, насос-дозатор розплаву, Т-подібну головку і механізм каландрування. Також включає обробну машину для укладання готової продукції, подрібнювач листового матеріалу і пристрій транспортування пилоподібного матеріалу, машину для обробки укладання готової продукції. Він встановлений за машиною для формування пластикових виробів, а конвеєр для відходів встановлений між подрібнювачем відходів та машиною для формування пластикових виробів. Пристрій подачі пилоподібного матеріалу розташований між подрібнювачем відходів і екструдером пластикових листів. бункер для подрібнення з'єднаний зі змішувачем відповідно, випускний отвір змішувача з'єднаний із завантажувальним портом екструдера пластикових листів.

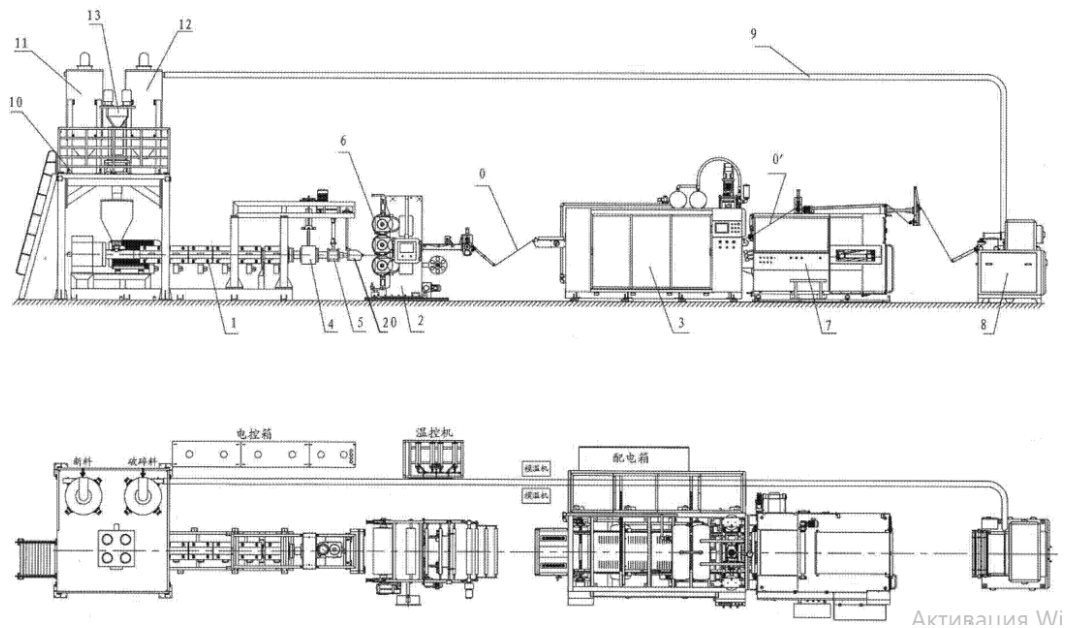


Рис.2.15 – Схема лінії формування листового пластику.

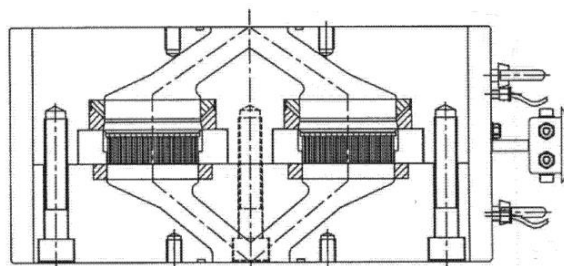


Рис.2.16 – Розріз пристрою зміни дуплексного режиму.

У патенту [10] автор зменшити виробничі витрати та підвищити ефективність виробництва. Поставлену задача вирушується тим що головку щілинного типу, що містить: верхню частину головки та знімну верхню частина головки, корпус верхнього краю головки на передньому кінці; і нижній корпус головки штапу та корпус нижньої губки штапу встановлені з можливістю знімання на передньому кінці корпусу нижньої голівки штапу; передній кінець корпусу верхньої губки штапу забезпечений виступом верхньої губки штапу, що виступає у напрямку його ширини, передній кінець Корпус нижньої кромки матриці забезпечений виступом нижньої кромки матриці, що виступає у напрямку його ширини; становище виступу верхньої кромки матриці відповідає виступу нижньої кромки матриці, і довжина однакова; корпус верхньої головки матриці після того, як прикріплені до нижнього корпусу матриці, утворюється порожнину для зберігання суспензії, а виступ верхньої кромки матриці та виступ нижньої кромки матриці формуються після того, як верхній корпус матриці та нижній корпус матриці щільно з'єднані. для розвантажувального отвору для розвантаження матеріалу, випускний порт повідомляється з камерою зберігання.

Змінюючи довжину виступу верхньої кромки екструзійної головки та виступаючої частини нижній край екструзійної головки, можна задовольнити виробничі вимоги різної ширини покриття без заміни головки екструзійної головки, що дозволяє знизити виробничі витрати та підвищити ефективність виробництва.

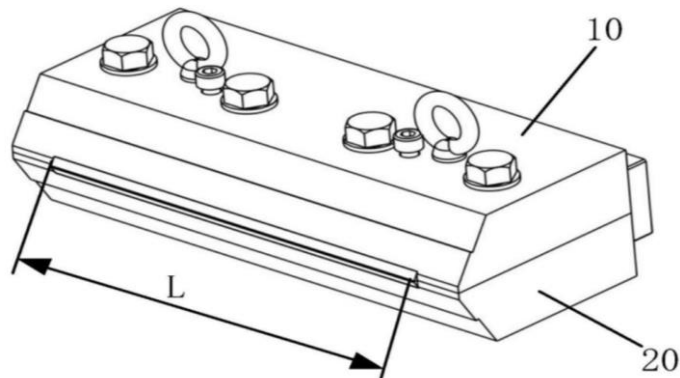


Рис.2.17 – Схематичне зображення конструкції екструзійної головки.

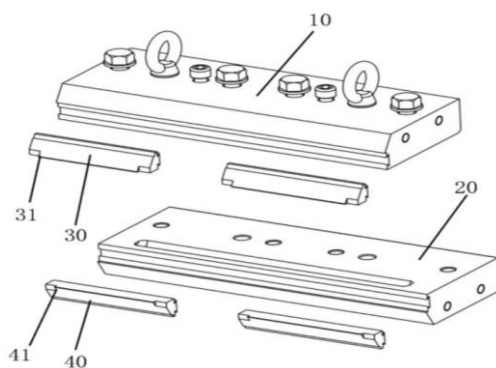


Рис.2.18 – Покомпонентне зображення конструкції екструзійної головки.

Автор патенту [11] ставить перед собою задачу підвищити ефективність виробництва екструдера.

екструдер для виробництва поліетиленових композитних труб з регульованими головками, що включає основу, ліву та праву сторони верхній поверхні основа нерухомо з'єднана з нерухомими стрижнями, верхній кінець нерухомого стрижня нерухомо встановлений з основною екструзійною коробкою, зовнішня поверхня основної екструзійної коробки нерухомо встановлена з основним нагрівальним листом, а внутрішня стінка праворуч основна екструзійна коробка жорстко з'єднана з втулкою валу, інша сторона втулки валу внутрішньо з'єднана з екструзійним стрижнем, інший кінець екструзійного стрижня проходить через ліву сторону основної екструзійної коробки і жорстко з'єднаний з екструзійним двигуном, а зовнішня поверхня екструзійного стрижня жорстко з'єднана зі спіральним лезом, тому права сторона основний екструзійний блок жорстко з'єднаний з допоміжним екструзійним блоком. один з одним. Блок нерухомо з'єднаний із сполучним циліндром. Корисна модель дозволяє виробляти

різні типи труб з поліетиленового композиту, що усуває недоліки, пов'язані із заміною машинних головок у відомому рівні техніки, значно підвищує ефективність виробництва поліетиленових композитних труб і має високу практичність.

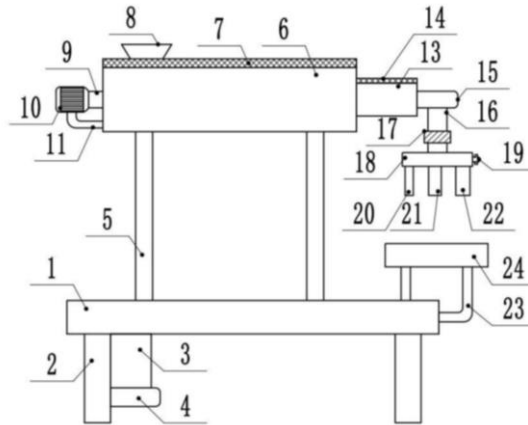


Рис.2.19 – Структурна схема екструдера для виробництва композиційних труб з регульованої головки .

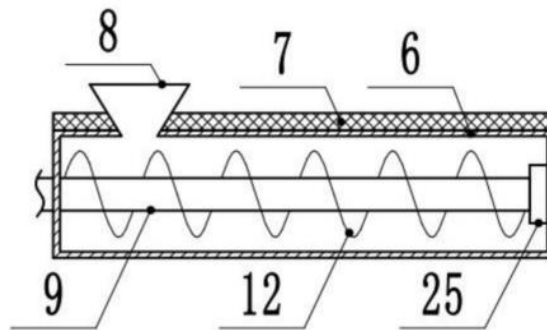


Рис.2.20 – Схематичне зображення внутрішньої конструкції екструдера .

Патент [12] ставить ціль стабілізації тиску у передматричній зоні та регулювання розміру формуючого каналу. Дану задачу автор вирішує тим що пристрій регулювання включає в себе пружину, шток та болт, дозволяючи змінювати степінь стиснення пружини, пружина однією частиною впирається у боть, а іншим у буртик штока, при цьому з зворотньої сторони штока закріплен в упор, контактуюча з формуючої пластиною через обойму роликів, вставлену в прорізі на зовнішній стороні формуючої пластини, внутрішня частина формуючого каналу покрита еластичним термостійким матеріалом.

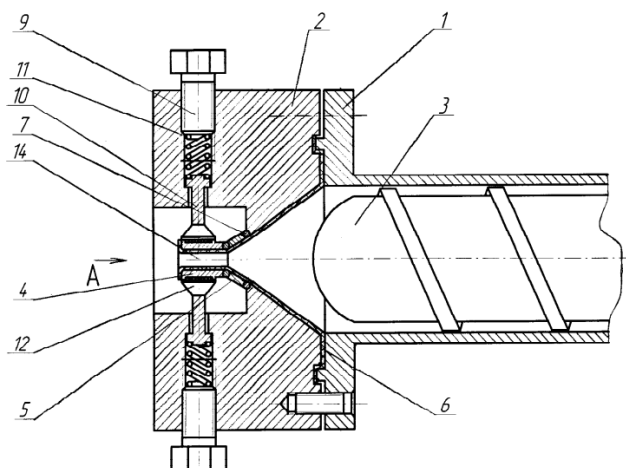


Рис.2.21 – Розріз плоскощільової головки екструдера з регульованим профілем формуючого каналу.

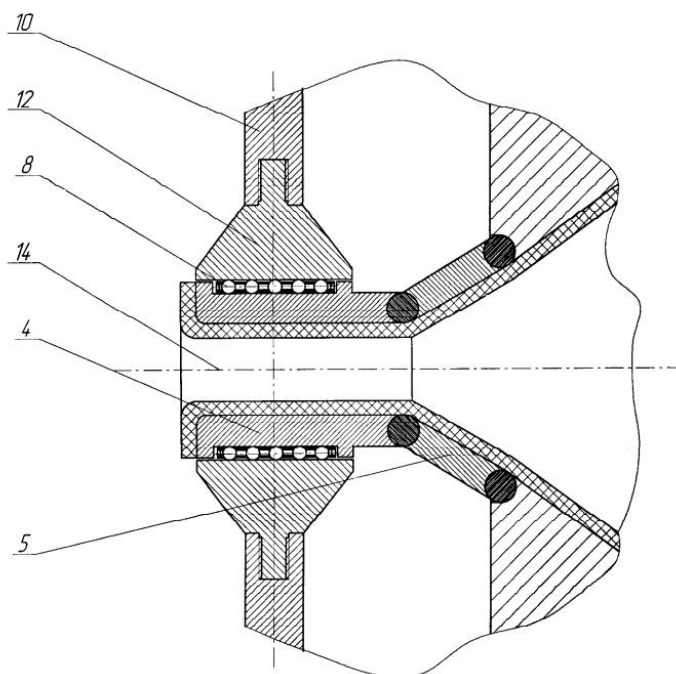


Рис.2.22 – Формуючий канал головки.

2.2. Мета роботи

На даний час основними вимогами від споживачів до виробника є якість продукту, що виготовляють; термін за який виконається замовлення та його ціна. Великі підприємства які можуть собі дозволити встановити нову лінію або швидко переобладнати стару можуть вплинути на фактор часу виготовлення, але малі підприємства які мають не такі великі потужності можуть вплинути тільки на фактори якості або ціни. Через те що питання часу для таких підприємств є нагальним розглянемо його більш детально.

До основних недоліків базової конструкції плоскощільової формуючої головки можна віднести:

- Мала функціональність;
- Забивання головки матеріалом, що призводить до зупинки лінії;
- Велика маса конструкції, що призводить до збільшенню людської праці та втраті часу на заміну.

Для усунення деяких з цих недоліків пропонується провести модернізацію формуючої головки, які збільшать функціональні можливості та зменшать втрату часу на її обслуговування.

3. Вибір та обґрунтування напрямку модернізації

На основі розглянутих вище патентів можна зробити висновок, що найбільш актуальним питанням вдосконалення екструдення є саме модернізація головних механізмів і вузлів машини, які будуть надавати нові можливості машині та покращувати якість вихідного виробу. Запропоновані рішення розширюють технологічні можливості екструдера та якість одержуваної продукції, але кожне із них має свої недоліки. Тому прийнявши до уваги результати літературно-патентних досліджень в основу модернізації магістерської дисертації покладено задачу вдосконалення формуючої головки екструдера з розширенням її технологічних можливостей.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити формуючу головку екструдера, що дасть можливість розширити функціональні можливості за рахунок змінного вихідного сопла з різними вихідними отворами.

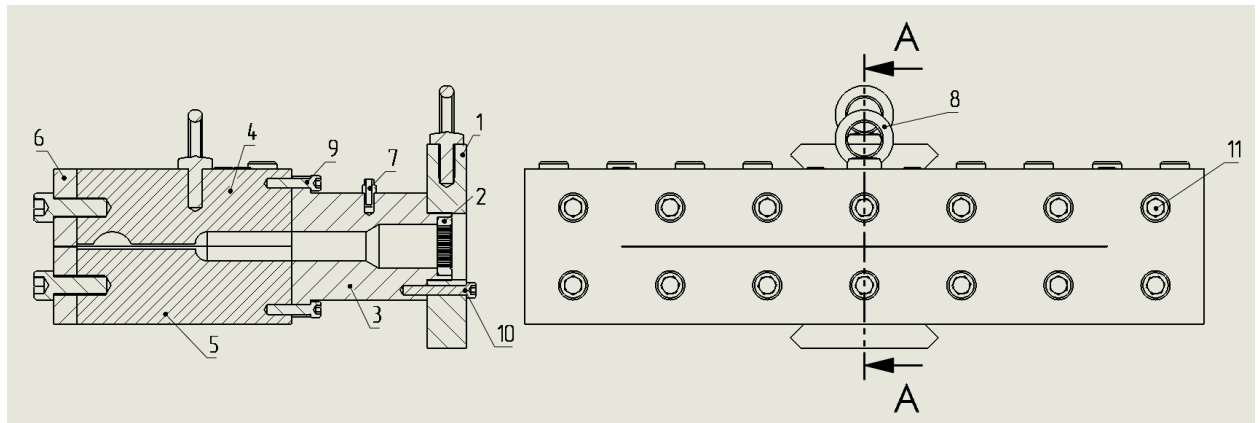


Рис.3.1 – Ескіз модернізованої головки екструдера.

Формуюча головка працює наступним чином матеріал з екструдера проходить через решітку 2, яка закріплена у адаптері 3. Далі він потрапляє у головку, яка складається з корпусу 5, кришки 4 та з'єднується з адаптером болтами 9. Формуюча головка закріплена фланцем 1 до екструдера болтами 10. Фланець 1 встановлено на адаптер 3 за допомогою різьби. Регулювання вихідного отвору головки відбувається за рахунок плити 6, яка закріплена до кришки 4 та корпусу 5 гвинтами 11. Так як плита 6 закріплена гвинтами 11, вона легко змінюється в залежності від потрібної товщини. Рим болти 8 встановлені для полегшення встановлення та демонтажу формуючої головки.

Пропонована корисна модель дозволить розширити асортимент вихідних виробів. Також дана модель відрізняється зручністю і простотою у виготовленні та експлуатації, дає можливість розширити функціонал головки.

4. Розрахунки елементів базової конструкції, що підтверджують працездатність

4.1. Параметричні розрахунки

4.1.1. Розрахунок геометрії черв'яка

Довжина торпеди:

$$L_{торп} = (0,6 \div 0,8) \cdot D = 0,8 \cdot 45 = 36 \text{ мм.}$$

Довжина робочої частини шнека:

$$L_{роб} = 25 \cdot D = 25 \cdot 45 = 1125 \text{ мм.}$$

Довжина зони завантаження :

$$L_{зав} = (1,5 \div 3) \cdot D = 3 \cdot 45 = 135 \text{ мм.}$$

Довжина зони дозування :

$$L_{доз} = (10 \div 17) \cdot D = 15 \cdot 45 = 675 \text{ мм.}$$

Довжина зони стискання(пластикації) :

$$L_{ст} = L_{роб} - L_{доз} - L_{зав} = 1125 - 675 - 135 = 315 \text{ мм.}$$

Довжина шліцьового зачеплення приймається: $L_{шл} = 85 \text{ мм.}$

Довжина циліндричної частини шнека:

$$L_{цил} = (2 \div 3) \cdot D = 2,4 \cdot 45 = 108 \text{ мм.}$$

Довжина відбійної ділянки шнека:

$$L_{відб} = (0,1 \div 0,7) \cdot D = 0,6 \cdot 45 = 27 \text{ мм.}$$

Загальна довжина черв'яка:

$$L_{заг} = L_{роб} + L_{відб} + L_{цил} + L_{торп} = 1125 + 27 + 108 + 36 = 1296 \text{ мм.}$$

Крок нарізки витків t (в середньому $t = D$):

$$t = (0,8 \div 1,2) \cdot D = 1 \cdot 45 = 45 \text{ мм.}$$

Ширина витка e :

$$e = (0,08 \div 0,12) \cdot D = 0,1 \cdot 45 = 4,5 \text{ мм.}$$

Найбільш часто застосовують профіль нарізки, що характеризується наявністю радіуса закруглення:

$$R = (0,12 \div 0,18) \cdot D = 0,18 \cdot 45 = 8,1 \text{ мм.}$$

$$r = (0,06 \div 0,16) \cdot D = 0,1 \cdot 45 = 4,5 \text{ мм.}$$

Глибина нарізки в зоні завантаження h_1 :

$$h_1 = (0,1 \div 0,14) \cdot D = 0,1 \cdot 45 = 4,5 \text{ мм.}$$

Глибина нарізки в зоні дозування h_2 :

$$h_2 = 0,5 \cdot \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot h_1}{i} (D - h_1)} \right] = 0,5 \cdot \left[45 - \sqrt{45^2 - \frac{4 \cdot 4,5}{3,77} (45 - 4,5)} \right] \\ = 1,1 \text{ мм.}$$

$i = 3,77$ –ступінь стиснення ПЄНТ;

Діаметр стержня в зоні завантаження:

$$d_1 = D - 2 \times h_1 = 45 - (2 \times 4,5) = 36 \text{ мм;}$$

Діаметр стержня в зоні дозування:

$$d_2 = D - 2 \times h_2 = 45 - (2 \times 1,1) = 42,8 \text{ мм ;}$$

Зазор між гребнем черв'яка і корпусом

$$\delta = (0,002 \dots 0,003) \cdot D = 0,002 \cdot 45 = 0,09 \text{ мм.};$$

Кут нахилу лінії нарізки:

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{t}{\pi D} = \operatorname{arctg} \frac{45}{3,14 \cdot 45} = 0,318 \text{ рад} = 17^\circ 65'.$$

Критична частота обертання шнека в зоні завантаження шнекової машини може бути визначена за наступним співвідношенням (с^{-1}):

$$n_{\text{кр}} = \frac{42,2}{60 \cdot \sqrt{D}} = \frac{42,2}{60 \cdot \sqrt{0,045}} = 3,32$$

де D – діаметр шнека, м.

Робоча частота обертання шнека дорівнює

$$n = (0,2 \div 0,7) \cdot n_{\text{кр}} = 0,6 \cdot 3,32 \approx 2$$

4.1.2. Розрахунок продуктивності черв'ячної машини

Коефіцієнт прямого потоку:

$$\alpha = \frac{\pi D h_2 (t - e) \cos^2 \varphi}{2} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 1,1 \cdot (45 - 4,5) \cdot \cos^2(0,318)}{2} = 3147,4 \text{ мм}^3.$$

Коефіцієнт зворотного потоку:

$$\beta = \frac{h_2^3(t - e) \sin 2\varphi}{24l_d} = \frac{1,1^3 \cdot (45 - 4,5) \cdot \sin(2 \cdot 0,318)}{24 \cdot 675} = 37 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^3.$$

Коефіцієнт потоку витоків:

$$\gamma = \frac{\pi^2 D^2 \delta^3 \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \varphi}{10e \cdot l_d} = \frac{3,14^2 \cdot 45^2 \cdot 0,09^3 \cdot \operatorname{tg}(0,318) \cdot \sin(0,318)}{10 \cdot 4,5 \cdot 675} \\ = 0,015 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^3.$$

Об'ємна секундна продуктивність:

$$Q = \frac{\alpha K n}{K + \beta + \gamma} = \frac{3147,4 \cdot 0,741 \cdot 2}{0,741 + 37 \cdot 10^{-6} + 0,015 \cdot 10^{-6}} = 6294,5 \text{ мм}^3/\text{с}.$$

Вагова продуктивність

$$\Pi = 3600 \cdot Q \cdot \rho \cdot 10^{-9} = 3600 \cdot 6294,5 \cdot 940 \cdot 10^{-9} = 21,98 \approx 22 \text{ кг/год}.$$

4.1.3. Розрахунок потужності приводу екструдера

Визначити потужність, що витрачається на переробку поліетилену.

Вихідні дані:

Крок гвинтової нарізки черв'яка	$t = 45 \text{ мм}$
Зовнішній діаметр черв'яка	$D = 45 \text{ мм}$
Перепад тиску в головці	$\Delta P = 10,82 \text{ Па}$
Діаметр черв'яка в зоні дозування	$d_1 = 42,8 \text{ мм}$
Діаметр черв'яка в зоні завантаження	$d_2 = 36 \text{ мм}$
Глибина нарізки на початку зони дозування	$h_2 = 4,5 \text{ мм}$
Глибина нарізки в зоні завантаження	$h_1 = 1,1 \text{ мм}$
Довжина зони дозування	$L = 675 \text{ мм}$
Ширина гребня витка черв'яка	$e = 4,5 \text{ мм}$
Радіальний зазор	$\delta = 0,09 \text{ мм}$

Потужність, що витрачається черв'ячною машиною для переробки пластичних мас, йде на переміщення матеріалу в гвинтовому каналі черв'яка і на зсув матеріалу в зазорі між гребенем і внутрішньою стінкою гільзи.[2]

Потужність черв'ячної машини:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta},$$

де N_1 – потужність що витрачається на примусове проходження маси по гвинтовому каналу черв'яка:

$$N_1 = 9.8 \cdot 10^{-7} \left[\frac{\pi^3(t-e)LJ\mu_{\text{еф}}}{t} n^2 + A_1 \Delta P n \right];$$

N_2 – потужність, що витрачається на зріз матеріалу у зазорі між вершиною витка і стінкою циліндра:

$$N_2 = 9.8 \cdot 10^{-7} \frac{\pi^3 D^3 e L \mu_{\text{еф}}}{\delta t} n^2;$$

η – коефіцієнт корисної дії і неврахованих втрат; $\eta = 0,9$;

де J – коефіцієнт, що визначається по формулі:

$$J = \frac{\pi^2 D^2 - 4t}{\pi^2} + \frac{(D + d_2)^3 - (D + d_1)^3}{3(d_2 - d_1)} + \frac{2.3\pi^2 D^5 \ln \frac{h_2}{h_1}}{(t^2 + \pi^2 + D^2)(h_2 - h_1)};$$

$$J = \frac{3.14^2 \cdot 45^2 - 4 \cdot 45^2}{3.14^2} + \frac{(45+42,8)^3 - (45+36)^3}{3 \cdot (42,8-36)} + \frac{2.3 \cdot 3.14^2 \cdot 45^5}{(45^2 + 3.14^2 + 45^2) \cdot (1,1-4,5)} \cdot \lg \frac{1,1}{4,5} = 4,362 \cdot 10^5.$$

Швидкість зсуву в гвинтовому каналі черв'яка можна визначити по формулі:

$$\gamma_{ck} = \frac{\pi^2(D-h_{cp})(D-2h_{cp})n}{h_{cp}\sqrt{\pi^2(D-2h_{cp})^2+t^2}} = \frac{3,14^2(45-2,8)(45-5,6)2}{2,8\sqrt{3,14^2(45-5,6)^2+45^2}} = 88.99 \text{сек}^{-1}$$

де h_{cp} – середня глибина гвинтового каналу черв'яка:

$$h_{cp} = \frac{(h_2 + h_1)}{2} = \frac{1,11 + 4,5}{2} = 2,8 \text{ мм}$$

Ефективна в'язкість при температурі розплаву 150°C і швидкості зсуву 88.99 сек^{-1} ;

$$\mu_{\text{эф}} = 1607 \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$N_1 = 9.8 \cdot 10^{-13} \left[\frac{\pi^3(t-e)LJ\mu_{\text{еф}}}{t} n^2 + A_1 \Delta P n \right] =$$

$$= 9,8 \cdot 10^{-13} \left[\frac{3,14^3 (45-4,5) \cdot 675 \cdot 4,362 \cdot 10^5 \cdot 1607}{45} \cdot 2^2 + 3147,4 \cdot 10,82 \cdot 2 \right] = 5,2 \text{ кВт.}$$

Швидкість зсуву в зазорі між гребнем черв'яка і стінкою циліндра можна визначити по формулі:

$$\gamma_6 = \frac{\pi^2 D^2 n}{\delta \sqrt{\pi^2 D^2 + t^2}} = \frac{3,14^2 \cdot 45^2 \cdot 2}{0,09 \sqrt{3,14^2 \cdot 45^2 + 45^2}} = 3 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$$

Ефективна в'язкість при температурі розплаву 150°C і швидкості зсуву 1990 с⁻¹;

$$\mu_{\text{эф}} = 0,95261 \times 10^2 \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$N_2 = 9,8 \cdot 10^{-7} \frac{\pi^3 D^3 e L \mu_{\text{эф}}}{\delta t} n^2 =$$

$$= 9,8 \cdot 10^{-13} \cdot \frac{3,14^3 \cdot 45^3 \cdot 4,5 \cdot 675 \cdot 952,61}{0,09 \cdot 45} \cdot 2^2 = 7,9 \text{ кВт}$$

Загальна потужність буде дорівнює:

$$N = N_1 + N_2 = 5,2 + 7,9 = 13,1 \text{ кВт}$$

З огляду на ККД машини, потужність споживана нею буде складати:

$$N = \frac{N}{\eta} = \frac{13,1}{0,9} = 14,5 \text{ кВт}$$

Обираємо двигун AIP 160 S2 IM 1081 з наступними характеристиками

Таблиця 4.1. Характеристика електродвигуна

Потужність N _{дв} , кВт	Типорозмір двигуна	Частота обертання, n _{дв} , хв ⁻¹	$\frac{T_{\text{пуск}}}{T_{\text{ном}}}$	$\frac{T_{\text{max}}}{T_{\text{ном}}}$	ККД, %
15	AIP160S2	2930	2,2	2,3	89,4

4.2. КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ГОЛОВКИ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ЕКСТРУДЕРА

4.2.1. Розрахунок коефіцієнта геометричної форми головки

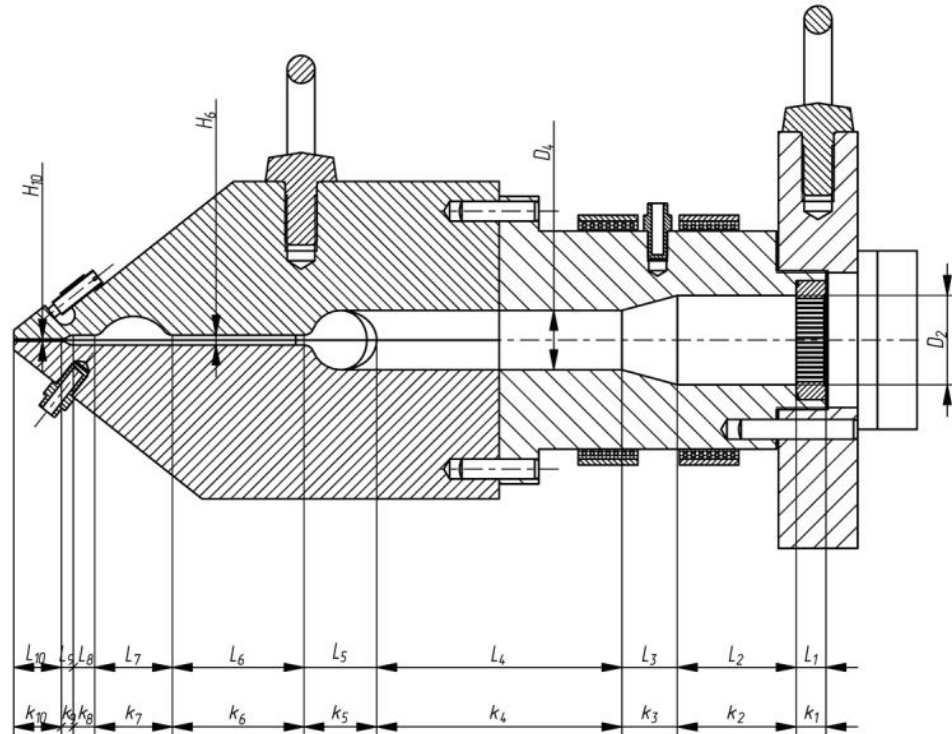
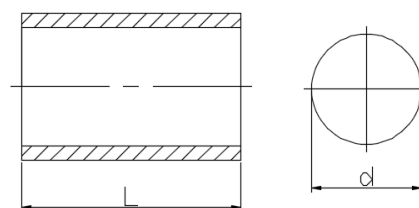


Рис. 4.1 – Розрахункова схема формуючої головки.

1. 241 круглих циліндричних отворів

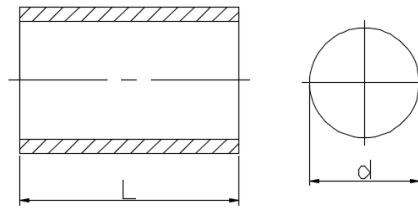
$L = 15$ мм; $d = 2$ мм.



$$K_1 = \frac{\pi d^4}{128L} \cdot 241 = \frac{3.14 \cdot 2^4}{128 \cdot 15} \cdot 241 = 6,306 \text{ мм}^3$$

2. Циліндричний круглий

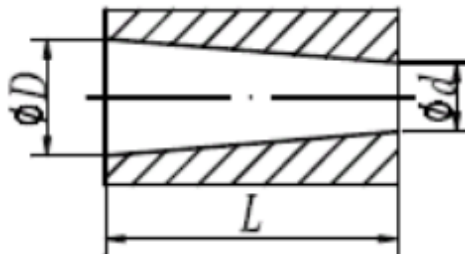
L=60 мм; D=45 мм;



$$K_2 = \frac{\pi d^4}{128L} = \frac{3.14 \cdot 45^4}{128 \cdot 60} = 1676,5 \text{ мм}^3$$

3. Конічний круглий

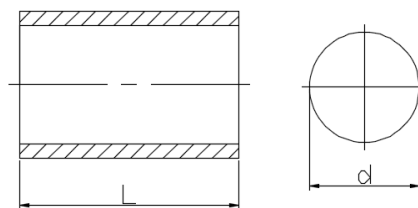
L= 28 мм; D=45 мм; d=30 мм.



$$K_3 = \frac{3\pi D^3 d^3}{12 \cdot L \cdot (D^2 + Dd + d^2)} = \frac{3 \cdot 3.14 \cdot 45^3 \cdot 30^3}{128 \cdot 28 \cdot (45^2 + 45 \cdot 30 + 30^2)} = 1512,7 \text{ мм}^3$$

4. Циліндричний круглий

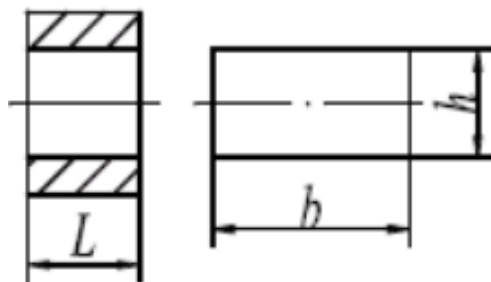
L=124 мм; D=30 мм;



$$K_4 = \frac{\pi d^4}{128L} = \frac{3.14 \cdot 30^4}{128 \cdot 124} = 160,25 \text{ мм}^3$$

5. Прямокутний щільовий

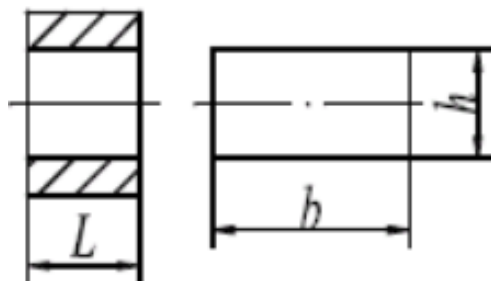
$L=37$ мм; $h=30$ мм; $b=600$ мм.



$$K_5 = \frac{bh^3}{12 \cdot L} = \frac{600 \cdot 30^3}{12 \cdot 37} = 36486,5 \text{ мм}^3$$

6. Прямокутний щільовий

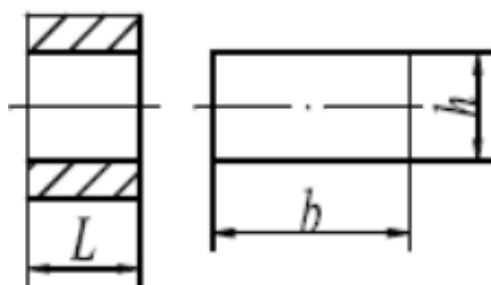
$L=66$ мм; $h=5$ мм; $b=600$ мм.



$$K_6 = \frac{bh^3}{12 \cdot L} = \frac{600 \cdot 5^3}{12 \cdot 66} = 94,7 \text{ мм}^3$$

7. Прямокутний щільовий

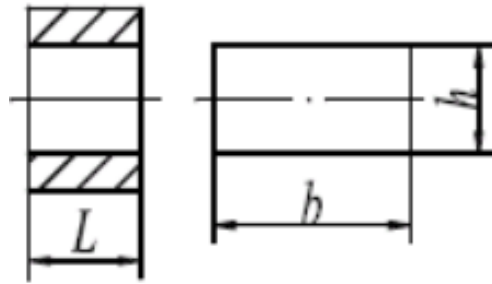
$L=39$ мм; $h=20$ мм; $b=600$ мм.



$$K_7 = \frac{bh^3}{12 \cdot L} = \frac{600 \cdot 20^3}{12 \cdot 39} = 10256,4 \text{ мм}^3$$

8. Прямокутний щільовий

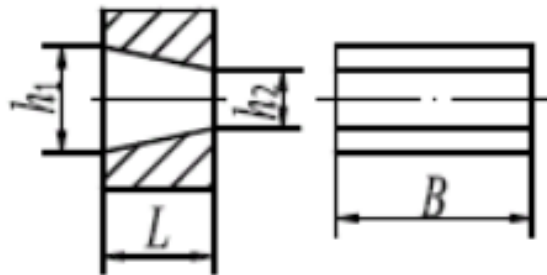
$L=11$ мм; $h=5$ мм; $b=600$ мм.



$$K_8 = \frac{bh^3}{12 \cdot L} = \frac{600 \cdot 5^3}{12 \cdot 11} = 568,2 \text{ мм}^3$$

9. Клиновидний щільовий

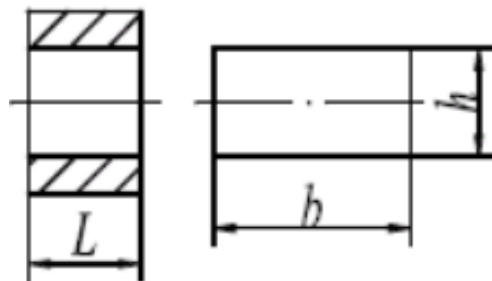
$L=6$ мм; $h_1=5$ мм; $h_2=1$ мм; $b=600$ мм.



$$K_9 = \frac{bh_1^2 h_2^2}{12L(h_1 + h_2)} = \frac{600 \cdot 5^2 \cdot 1^2}{6 \cdot 6 \cdot (5 + 1)} = 69,4 \text{ мм}^3$$

10. Прямокутний щільовий

$L=24$ мм; $h=1$ мм; $b=600$ мм.



$$K_{10} = \frac{bh^3}{12 \cdot L} = \frac{600 \cdot 1^3}{12 \cdot 24} = 2,08 \text{ мм}^3$$

11. Розраховуємо коефіцієнт геометричної форми головки

$$\begin{aligned} K_{\text{зар}} &= \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \frac{1}{K_4} + \frac{1}{K_5} + \frac{1}{K_6} + \frac{1}{K_7} + \frac{1}{K_8} + \frac{1}{K_9} + \frac{1}{K_{10}}} \\ &= \frac{1}{\frac{1}{6,306} + \frac{1}{1676,5} + \frac{1}{1512,7} + \frac{1}{160,25} + \frac{1}{36485,5} + \frac{1}{94,7} + \frac{1}{10256,4} + \frac{1}{568,2} + \frac{1}{69,4} + \frac{1}{2,08}} \\ &= 1,486 \text{ мм}^3 \end{aligned}$$

4.2.2. Розрахунок перепаду тиску в екструзійній головці

Для кожної ділянки постійної геометрії визначають швидкість зсуву γ , після якої з графіка, формули або табличних даних визначають в'язкість μ .

$$\Delta P = \frac{Q \cdot \mu}{K}$$

Матеріал: ПЕНТ; $t = 150^\circ$.

1. 241 круглих циліндричних отворів:

$d = 2 \text{ мм}$, $K_1 = 6,309 \text{ мм}^3$.

$$\gamma_1 = \frac{32Q}{\pi d^3} \cdot \frac{1}{241} = \frac{32 \cdot 6294,5}{3,14 \cdot 2^3} \cdot \frac{1}{241} = 33,27 \text{ с}^{-1}$$

$\mu = 2853 \text{ Па}\cdot\text{с}$

$$\Delta P_1 = \frac{Q \cdot \mu}{K_1} = \frac{6294,5 \cdot 2853}{6,306} = 2,84 \text{ МПа}$$

2. Циліндричний круглий:

$d = 45 \text{ мм}$, $K_2 = 1676,5 \text{ мм}^3$.

$$\gamma_2 = \frac{32Q}{\pi d^3} = \frac{32 \cdot 6294,5}{3,14 \cdot 45^3} = 0,704 \text{ с}^{-1}$$

$\mu = 9648 \text{ Па}\cdot\text{с}$

$$\Delta P_2 = \frac{Q \cdot \mu}{K_2} = \frac{6294,5 \cdot 9648}{1676,5} = 0,03 \text{ МПа}$$

3. Конічний круглий :

$$D = 45 \text{ мм}; d = 30 \text{ мм}; K_3 = 1512.7 \text{ мм}^3$$

$$\gamma_3 = \frac{256 \cdot Q}{\pi(D + d)^3} = \frac{256 \cdot 6294.5}{3,14 \cdot (45 + 30)^3} = 1,22 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 9392 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_3 = \frac{Q \cdot \mu}{K_3} = \frac{6294.5 \cdot 9392}{1512.7} = 0,04 \text{ МПа}$$

4. Циліндричний круглий:

$$d = 30 \text{ мм}, K_4 = 160,25 \text{ мм}^3.$$

$$\gamma_4 = \frac{32Q}{\pi d^3} = \frac{32 \cdot 6294.5}{3,14 \cdot 30^3} = 2,376 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 8812 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_4 = \frac{Q \cdot \mu}{K_4} = \frac{6294.5 \cdot 8812}{160,25} = 0,35 \text{ МПа}$$

5. Прямокутний щільовий:

$$b = 600 \text{ мм}; h = 30 \text{ мм}; K_5 = 36485.5 \text{ мм}^3$$

$$\gamma_5 = \frac{5,58Q}{bh^2} = \frac{5,58 \cdot 6294.5}{600 \cdot 30^2} = 0,065 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 9967 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_5 = \frac{Q \cdot \mu}{K_5} = \frac{6294.5 \cdot 9967}{36485.5} = 1,719 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}$$

6. Прямокутний щільовий:

$$b = 600 \text{ мм}; h = 5 \text{ мм}; K_6 = 94.7 \text{ мм}^3$$

$$\gamma_6 = \frac{5,58Q}{bh^2} = \frac{5,58 \cdot 6294.5}{600 \cdot 5^2} = 2,342 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 8828 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_6 = \frac{Q \cdot \mu}{K_6} = \frac{6294.5 \cdot 8828}{94.7} = 0,58 \text{ МПа}$$

7. Прямокутний щільовий:

$$b = 600 \text{ мм}; h = 20 \text{ мм}; K_7 = 10256.4 \text{ мм}^3$$

$$\gamma_7 = \frac{5,58Q}{bh^2} = \frac{5,58 \cdot 6294.5}{600 \cdot 20^2} = 0,146 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 9927 \text{ Па}\cdot\text{с}$$

$$\Delta P_7 = \frac{Q \cdot \mu}{K_7} = \frac{6294.5 \cdot 9927}{10256.4} = 6,092 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}$$

8. Прямокутний щільовий:

$$b = 600 \text{ мм}; h = 5 \text{ мм}; K_8 = 568.2 \text{ мм}^3$$

$$\gamma_8 = \frac{5,58Q}{bh^2} = \frac{5,58 \cdot 6294.5}{600 \cdot 5^2} = 2,342 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 8828 \text{ Па}\cdot\text{с}$$

$$\Delta P_8 = \frac{Q \cdot \mu}{K_8} = \frac{6294.5 \cdot 8828}{568.2} = 0,098 \text{ МПа}$$

9. Клиновидний щільовий:

$$b = 600 \text{ мм}; ; h_1 = 5 \text{ мм}; h_2 = 1 \text{ мм}; K_9 = 69.4 \text{ мм}^3$$

$$\gamma_9 = \frac{5,58Q}{bh^2} = \frac{5,58 \cdot 6294.5}{600 \cdot 30^2} = 3,264 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 8367 \text{ Па}\cdot\text{с}$$

$$\Delta P_9 = \frac{Q \cdot \mu}{K_9} = \frac{6294.5 \cdot 8367}{69.4} = 0,76 \text{ МПа}$$

10. Прямокутний щільовий:

$$b = 600 \text{ мм}; h = 30 \text{ мм}; K_{10} = 2.08 \text{ мм}^3$$

$$\gamma_{10} = \frac{5,58Q}{bh^2} = \frac{5,58 \cdot 6294.5}{600 \cdot 30^2} = 58,539 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 2026 \text{ Па}\cdot\text{с}$$

$$\Delta P_{10} = \frac{Q \cdot \mu}{K_{10}} = \frac{6294.5 \cdot 2026}{2.08} = 6,121 \text{ МПа}$$

Загальний перепад тиску в головці розраховується за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta P = \sum \Delta P_i &= 2,84 + 0,03 + 0,04 + 0,35 + 1,719 \cdot 10^{-3} + 0,58 + 6,092 \cdot 10^{-3} \\ &+ 0,098 + 0,76 + 6,121 = 10,82 \text{ МПа} \end{aligned}$$

4.3. ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК

Визначаємо кількість тепла, яку необхідно підвести електронагрівачами.

Вихідні дані:

Потужність, встановлена електродвигуном	$N = 15$ кВт,
Продуктивність до пластифікованого ПЕНТ	$G_M = 22$ кг/год,
Початкова температура матеріалу	$T_{II} = 20$ °С,
Кінцева температура матеріалу	$T_K = 150$ °С,
Температура поверхні кожуха	$T_{кож} = 45$ °С
Температура повітря	$T_B = 20$ °С,
Ширина теплообмінної поверхні	$B = 0,16$ м,
Довжина теплообмінної поверхні	$L = 1,002$ м,
К.К.Д. приводу преса	$\eta_1 = 0,6$
К.К.Д. електродвигуна	$\eta_2 = 0,9$

1) Тепловий баланс преса:

$$Q_N + Q_{Q1} = G_M \cdot C_M \cdot (T_K - T_{II}) + Q_{втр}$$

де Q_N - кількість тепла, яке виділяється при використанні потужності і визначене:

$$Q_N = N \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = 15 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 8,1 \text{ Вт}$$

2) $Q_{втр}$ - втрати тепла в оточуюче середовище:

$$Q_{втр} = Q_K + Q_{випр}$$

де Q_K - втрати тепла в оточуюче середовище конвекцією:

$$Q_K = \alpha_K \cdot F \cdot (T_{кож} - T_B)$$

де F – площа теплообмінної поверхні кожуха:

$$F = B \cdot L = 0,16 \cdot 1,002 = 0,16 \text{ м}^2$$

α_K - коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище, визначений за формулою:

$$\alpha_K = \frac{Nu \cdot \lambda_M}{B}$$

де Nu - критерій Нуссельта,

λ_M - коефіцієнт теплопровідності при середній температурі,

Критерій Нуссельта визначається за формулою:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n$$

де Gr - критерій Грасгофа, визначений за формулою:

$$Gr = \frac{\beta \cdot B^3 \cdot g \cdot \Delta T}{\nu^2}$$

Розрахункова температура:

$$T_P = \frac{T_{\text{кож}} + T_B}{2} = \frac{45 + 20}{2} = 32,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Знаходимо значення теплофізичних параметрів та критеріїв подібності при розрахунковій температурі:

$$\lambda_M = 2,69 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} - \text{коефіцієнт теплопровідності}$$

$$\nu_M = 18,95 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}} - \text{коефіцієнт кінематичної в'язкості}$$

$$Pr = 0,7 - \text{критерій Прандля}$$

За формулою знаходимо критерій Грасгофа:

$$Gr = \frac{\beta \cdot B^3 \cdot g \cdot \Delta T}{\nu_M^2} = \frac{1}{273 + 32,5} \cdot \frac{0,16^3 \cdot 9,81}{(18,95 \cdot 10^{-6})^2} \cdot (45 - 20) = 9,16 \cdot 10^6$$

Добуток $Gr \cdot Pr$:

$$Gr \cdot Pr = (9,16 \cdot 10^6 \cdot 0,7) = 6,412 \cdot 10^6$$

Критерій Нуссельта знаходимо за формулою:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n = 0,54 \cdot (6,412 \cdot 10^6)^{\frac{1}{4}} = 27,17$$

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище, визначається за формулою:

$$\alpha_K = \frac{Nu \cdot \lambda_M}{B} = \frac{27,17 \cdot 2,69 \cdot 10^{-2}}{0,16} = 4,57 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Втрати тепла в оточуюче середовище конвекцією за формулою:

$$Q_K = \alpha_K \cdot F \cdot (T_{\text{кож}} - T_B) = 4,57 \cdot 0,16 \cdot (45 - 20) = 18,28 \text{ Вт}$$

Втрати тепла в оточуюче середовище випромінюванням:

$$Q_{\text{випр}} = 5,67 \cdot \varepsilon \cdot F \cdot \left(\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right) = 5,67 \cdot 0,6 \cdot 0,16 \cdot \\ \cdot \left(\left(\frac{305,5}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right) = 7,3 \text{ Вт}$$

де $E = 0,6$ - степінь чорноти матеріала кожуха,

$T_1 = 305,5 \text{ К}$ - абсолютна температура кожуха,

$T_2 = 293 \text{ К}$ - абсолютна температура оточуючого середовища.

Втрати тепла в оточуюче середовище визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{втр}} = Q_K + Q_{\text{випр}} = 18,28 + 7,3 = 25,58 \text{ Вт}$$

Кількість тепла, яке підводиться до корпусу електронагрівачами:

$$Q_{Q1} = G_M \cdot C_M \cdot (T_K - T_{II}) + Q_{\text{втр}} - Q_N = (22 \cdot 2,46 \cdot (130 - 20)) + \\ + 25,58 - 8,1 = 5,97 \text{ кВт}$$

Для забезпечення нагрівання матеріалу до заданої температури і компенсації втрати тепла в оточуюче середовище в пресі встановлено 3 індукційних нагрівників типу ІОТ – 20 потужністю 2 кВт.

4.4. Розрахунок корпусу

Мета: визначити мінімальну товщину стінки корпусу, яка задовольняє умову міцності.

Вихідні дані:

- Внутрішній тиск преса P , МПа	10,82
- Допустиме напруження для Сталі 38Х2МЮА $[\sigma]$, Мпа	580
- Внутрішній діаметр корпусу D , м	0,04518
- Технологічна прибавка C_3 , м	0,0003
- Швидкість корозії ϑ , м/рік	0,0001
- Термін використання τ , років	13,5

Корпус машини черв'ячної – циліндр, який навантажений внутрішнім тиском P . [1]

Розрахункова товщина стінки:

$$S_r = \frac{P_r D}{2[\sigma] - P_r} = \frac{10,82 \cdot 10^6 \cdot 0,04518}{2 \cdot 580 \cdot 10^6 - 10,82 \cdot 10^6} = 0,0004 \text{ м},$$

$$S = S_r + C_1 + C_2 + C_3 = 0,0004 + 0,00135 + 0,00005 + 0,0003 = 0,0021 \text{ м}$$

$$S = S_r + C_1 + C_2 + C_3 = 0,0021 + 0,00135 + 0,00005 + 0,0003 = 0,0038 \text{ м}.$$

Приймаємо товщину стінки $S=0,004$ м.

де C_1 - прибавка на компенсацію корозії; C_2 -прибавка на компенсацію мінусового допуску до товщини листа:

$$C_1 = \vartheta \tau = 0,0001 \cdot 13,5 = 0,00135 \text{ м},$$

$$C_2 = 0,05S = 0,05 \cdot 0,001 = 0,00005.$$

Допустимий внутрішній надлишковий тиск, МПа:

$$[P] = \frac{2[\sigma]\varphi(S-C)}{D+S-C} = \frac{2 \cdot 580 \cdot 10^6 \cdot 0,318 \cdot (0,004 - 0,0017)}{0,045 + 0,004 - 0,0017} = 17,8 \cdot 10^6 \text{ Па} = 17,8 \text{ МПа}$$

де:

$$\varphi = \arctg \frac{t}{\pi D} = \arctg \frac{45}{3,14 \cdot 45} = 0,318 \text{ рад};$$

Умова міцності корпусу виконується:

$$P < [P], 10,82 \text{ МПа} < 17,8 \text{ МПа}.$$

4.5. Розрахунок черв'яка на стиск

Метою розрахунку є визначення працездатності черв'яка.

На черв'як діють такі силові фактори:

- осьове зусилля $P_{ос.}$;
- рівномірно розподілене навантаження від власної ваги q ;
- обертальний момент $M_{об.}$

Схема навантаження черв'яка та епюри напружень зображені на рисунку 4.2.

Розраховуємо крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{30 \cdot N}{\pi \cdot n} = \frac{30 \cdot 15 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 120} = 1,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

де N –потужність, яка споживається черв'яком, Вт;

n - швидкість обертання черв'яка, об/хв.

Осьове зусилля:

$$P_{ос} = \frac{2 \cdot M_{кр}}{D} \cdot \operatorname{tg} \varphi = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 10^3}{0,045} \cdot \operatorname{tg}(0.318) = 17,5 \text{ кН}$$

де $D=0,045$ - зовнішній діаметр черв'яка,м;

$\varphi = \arctg \frac{t}{\pi \cdot D} = 0.318$ рад - кут підйому нарізки.

Розподілене навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{9,81 \cdot G}{l_p} = \frac{9,81 \cdot 16}{1,296} = 121,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

l_p - довжина робочої частини, м.

$$G = \frac{\pi \cdot (D)^2}{4} \cdot \rho \cdot l_p = \frac{3,14 \cdot (0,045)^2 \cdot 7710 \cdot 1,296}{4} \cong 16 \text{ кг}$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l_{\delta}^2 = \frac{1}{2} \cdot 121,1 \cdot 1,296^2 = 101,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

W_x - осьовий момент опору:

$$W_x = \frac{\pi \cdot d_1^3 \cdot (1 - \alpha^4)}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,045^3 \cdot (1 - 0^4)}{32} = 8,94 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

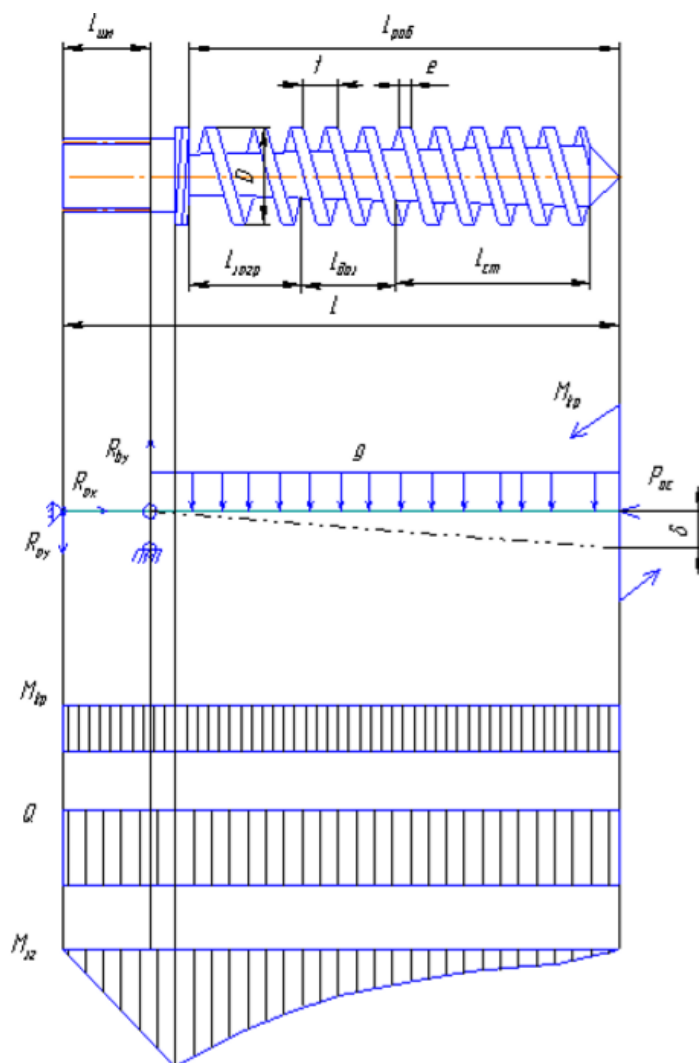


Рис. 4.2 – Розрахункова схема шнека та епюри напружень.

Стискне напруження:

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{P_{\text{ос}}}{F} + \frac{M_{\text{max}}}{W_x} = \frac{17,5 \cdot 10^3}{0,002} + \frac{101,7}{8,94 \cdot 10^{-6}} = 20,12 \text{ МПа}$$

де F- площа небезпечного перерізу (під завантажувальною воронкою в місці початку нарізки, де найбільші навантаження і найменша площа, без урахування площі перерізу витків):

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} (1 - \alpha^2) = \frac{3,14 \cdot 0,045^2}{4} (1 - 0^2) = 0,002 \text{ м}^2$$

$$\alpha = \frac{d_0}{d_1} = 0$$

d_0 -діаметр осердя в зоні завантаження;

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W_p} = \frac{1,2 \cdot 10^3}{9,15 \cdot 10^{-6}} = 131,15 \text{ МПа}$$

де W_p - полярний момент опору:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_1^3 (1 - \alpha^4)}{16} = \frac{3,14 \cdot 0,036^3 (1 - 0^4)}{16} = 9,15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності:

$$\sigma_{\text{ст}} = \sqrt{\sigma_{\text{ст}}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{(20,12 \cdot 10^6)^2 + 4 \cdot (131,15 \cdot 10^6)^2} = 263,1 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу повинен перевищувати допустиме значення:

$$n = \frac{\sigma_t}{\sigma_{\text{екв}}} \geq [n]$$

Матеріал черв'яка сталь 38Х2МЮА для якої $\sigma_t=580 \text{ МПа}$

Значення допустимого коефіцієнта запасу зазвичай 1,6...2:

$$n = \frac{665}{265,1} = 2.5$$

Умова міцності черв'яка виконується.

4.6. РОЗРАХУНОК ЧЕРВ'ЯКА НА ВИТРИВАЛІСТЬ

Оскільки черв'як витримує згинальний момент навантаження від циклічної дії власної ваги, доцільна його перевірка на витривалість.

Розраховуємо коефіцієнт запасу міцності під час циклічного навантаження

$$n_{\text{ц}} = \frac{\sigma_{-1}}{(k_6)_d \cdot \sigma_{\text{max}} + \psi_{\sigma} + \sigma_{\text{с}}} = \frac{0,4 \cdot 900}{4,643 \cdot 22,6 + 0,25 + 0} = 3,42$$

де $\sigma_{-1} = 0,4 \cdot \sigma_{\text{в}}$ – допустиме напруження під час циклічного навантаження ($\sigma_{\text{в}}=800...1200$ МПа);

σ_a -амплітуда змінювання напружень, у цьому випадку вони змінюються від $+\sigma_{\text{max}} \leq \sigma_a \leq -\sigma_{\text{max}}$

де σ_{max} -найбільші напруження від дії згинального моменту.

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_x} = \frac{101,7}{0,45 \cdot 10^{-5}} = 22,6 \text{ МПа}$$

$\sigma_{\text{с}} = 0$ – середнє напруження циклу, оскільки цикл симетричний;

$\psi_{\sigma} = 0,25$; $(k_6)_d$ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень, який можна знайти за формулою:

$$(k_6)_d = \frac{k_6}{(\beta \cdot \epsilon)} = \frac{1,95}{1 \cdot 0,42} = 4,643$$

де $k_6 = 1,9..2$ – коефіцієнт концентрації напружень;

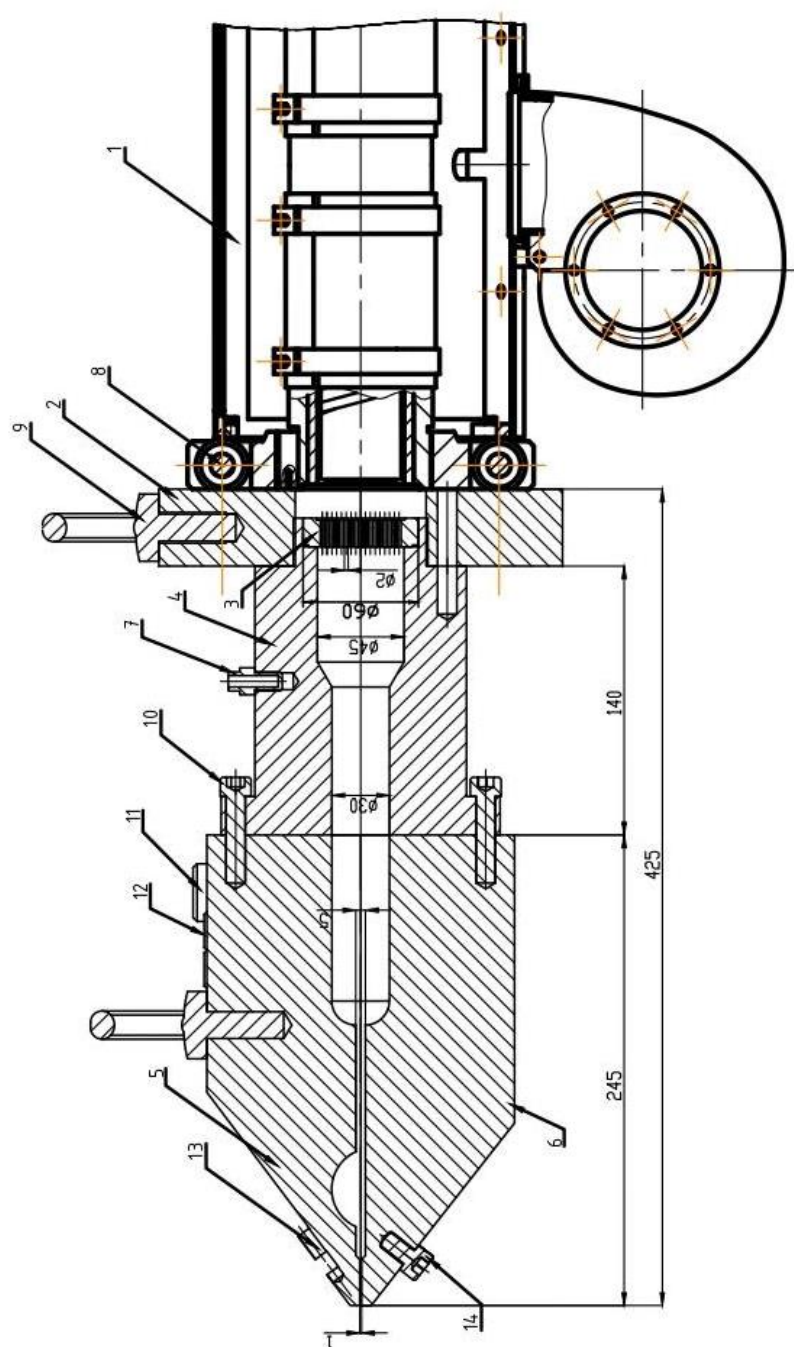
β – коефіцієнт, який враховує якість поверхні деталі (для полірованої поверхні черв'яка $\beta = 1$), $\epsilon = 0,42$ - коефіцієнт, який враховує розмір перерізу деталі і обирається в залежності від діаметра з таблиць.

Всі умови розрахунку черв'яка на витривалість виконуються.

5.1.2. Специфікація загального виду машини.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				<u>Документація</u>		
	A1		ЛП11мп.037243.000-70B3	Загальний вигляд	1	
				Складальні одиниці		
		1		Рама	1	
		2		Кожух корпусу	1	
		3		Корпус	1	
Справ. №		4		Воронка	1	
				завантажувальна		
		5		Черв'як	1	
	A1	6	ЛП11мп.037242.002-70СК	Формуюча головка	1	
				Деталі		
		6		Втулка	1	
Погр. и дата		7		Станина	1	
				Стандартні вироби		
		8		Болт М14х60	4	
		9		Болт М12х60	2	
		10		Болт М12х40	4	
		11		Болт М12х50	1	
Взам. инв. №		12		Болт М8х20	12	
		13		Гайка Ø20	4	
Погр. и дата						
Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
	Разроб.	Иванніков В.Е				Экструзийный агрегат для листовых виробів з модернізацією екстрзійної головки
	Пров.	Борщик С.О				
	Н.контр.					
	Утвердил	Борщик С.О				
				Лит.	Лист	Листов
					1	2
				НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІХФ		
				Копирова Формат А4		

5.1.3. Креслення вузла.



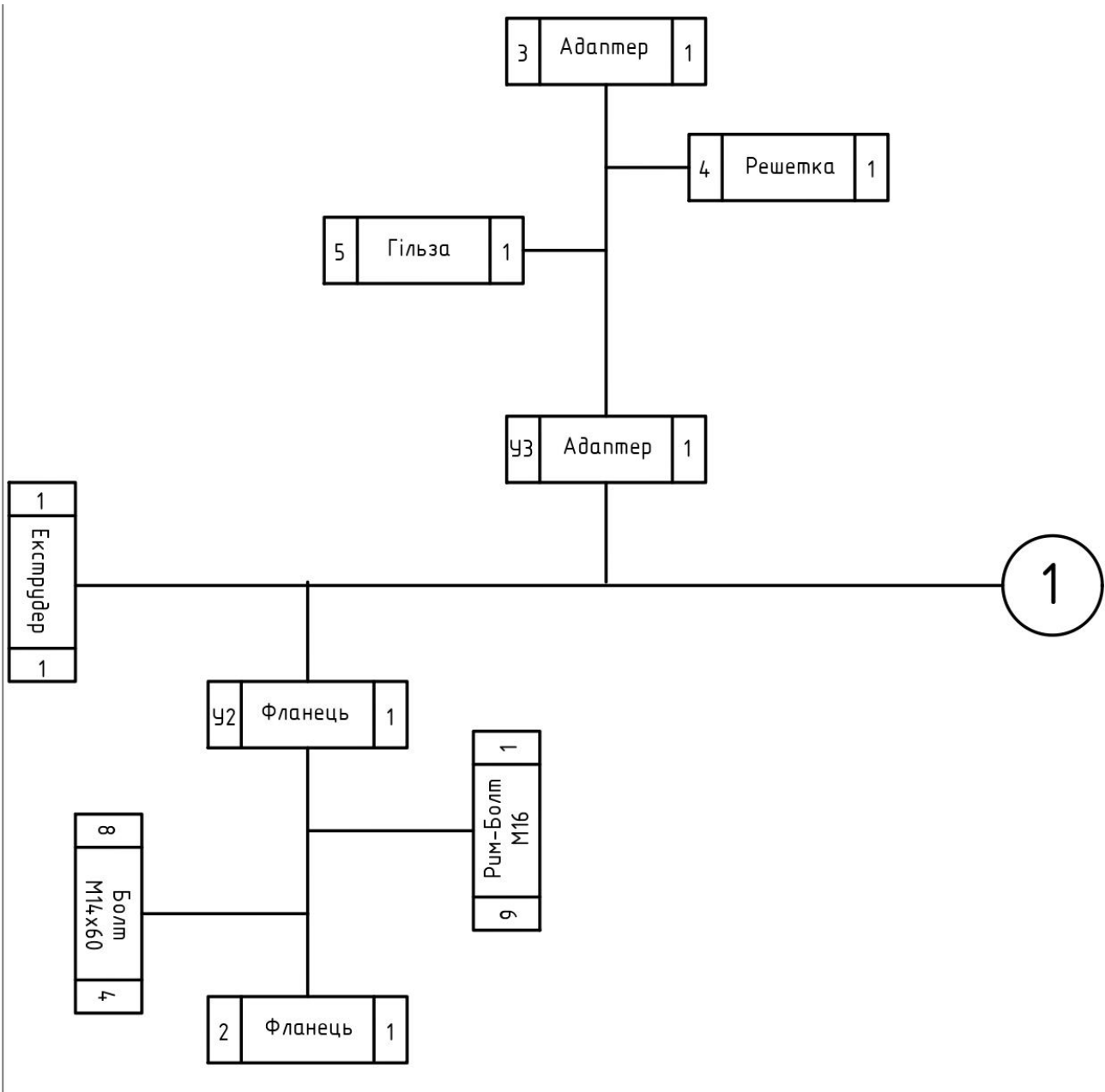
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

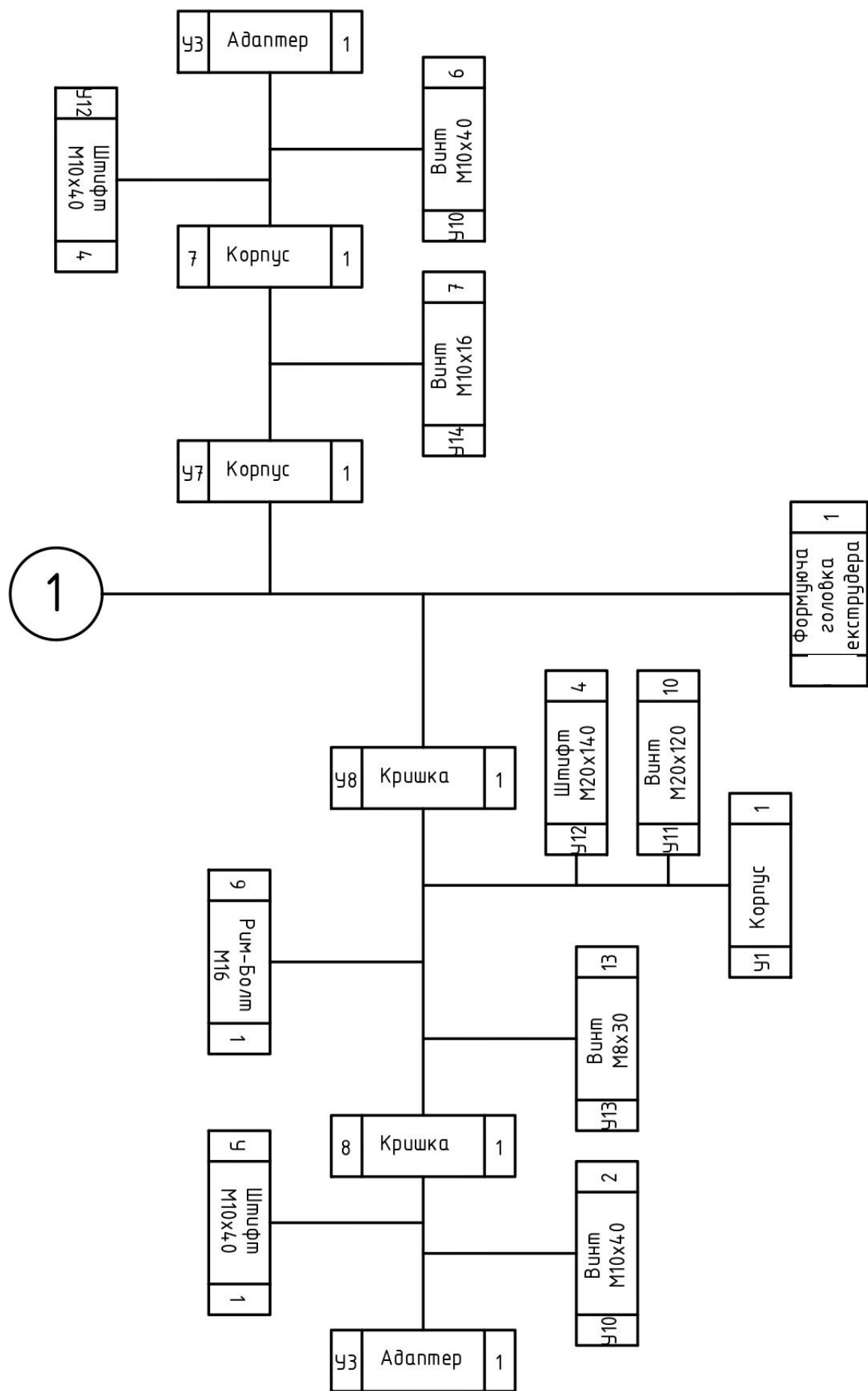
Арк.

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Справ. №					<u>Документація</u>					
	A1			ЛП11мп.037242.002-70СК	Сборочне креслення	1				
					Деталі					
			1		Екструдер	1				
			2		Фланець	1				
			3		Решітка	1				
			4		Адаптер	1				
			5		Кришка	1				
			6		Корпус	1				
			7		Гільза	1				
					Стандартні вироби					
	Погр. и дата			8		Болт М14х60	4			
			9		Рим-Болт М16	2				
			10		Винт М10х40	4				
			11		Винт М20х120	10				
			12		Винт М16х20	7				
			13		Винт М8х30	13				
			14		Штифт М20х140	4				
Погр. и дата										
Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Формуюча головка екструдера		Лит.	Лист	Листов
	Разраб.		Іванніков В.Е						1	1
	Пров.		Борщук С.О							
	Н.контр.									
	Утвердил		Борщук С.О							
НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІХФ										

Копировал
Формат А4

5.1.5.Схема збирання вузла.





5.1.6.Операційна карта збирання вузла.

Номер операції		Номер операції	Найменування операції						Обладнання (Найменування, модель)											
Номер документа	Номер операції		Монтаж екструдера																	
Номер переходу			Зміст переходу						Технологічний режим, к-сть			Прийомлення (код, найменування)			Інструмент (код, найменування)			Го, хв		
1	На екструдер 1 закрити фланець 2 болтом M14x60 8.		Фланець – 1 шт.						Гайковий ключ			20								
	У фланець 2 закрити рым-болт 9		Болт M14x60 – 4 шт.									S = 14								
			Рым-болт – 1 шт.									Молоток								
2	У Адаптер 3 встановити решітку 4. Накрутити адаптер на фланець. Вкрутити гвінц 5 та закрити хомутами нагрівачі.		Адаптер – 1 шт.						Викрутка			50								
			Решітка – 1 шт.																	
			Гвінц – 1 шт.																	
			Хомутами																	
			нагрівачі – 2 шт.																	

Найменування операції			Обладнання (Найменування, модель)			
Номер пеху	Номер опера- цій	Монтаж екструдера				
Зміст переходу			Технологічний режим, к-сть	Прийняті найменування	Інструменти (код, найменування)	То, хв
3	З'єднати корпус 7 з адаптером 3 за допомогою винтів М10х40 10. У корпус 7 вкрутити винти М10х16. Встановити штифт М10х40 12.		Корпус – 1 шт. Адаптер – 1шт. Винт М10х40 – 6шт. Винт М10х16 – 7шт. Штифт М10х40 – 4шт.		Викрутка Молоток	30
4	З'єднати кришку 8 за адаптером за допомогою винтів . М10х40. У кришку вкрутити рим-болт та винти М8х30		Кришка – 1 шт. Адаптер – 1шт. Винт М10х40 – 2шт. Винт М8х30 – 13шт. Рим-болт – 1 шт.		Викрутка Молоток	30
					</	

[illegible]

5.1.8. Операційна карта монтажу машини.

ГОСТ 3.1404-74 Форма 1

Інв. № поділ.		Підпис та дата		Взам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпис та дата							
НТУУ “КПІ”				Операційна карта слюсарних, Слюсарно-складальних та електромонтажних робіт											
Ном цеху		Ном. ділян ки	Ном. опер- ації	Найменування операції						Обладнання (Найменування, модель)					
				Монтаж екструдера											
Номер перехода		Зміст переходу						Технологічний режим, к-сть		Пристосуванн я (код, найменування)		Інструмент (код, найменування)		То, хв	
1		Застропити, підняти станину екструдера,						Фундаментний		Електроталь		Гайковий ключ		45	
		встановити фундаментні болти у відповідні отвори						болт - 6 шт.		Q = 5 т		S = 45			
		станини, надіти шайби						Шайба – 6 шт.							
		Нагвинтити гайки, станину опустити за місцем монтажу.						Гайка – 6 шт.							
2		Застропити, підняти черв'як екструдера,						Болт М14 - 6 шт.		Електроталь		Гайковий ключ		50	
		встановити на станину екструдера,						Шайба – 6 шт.		Q = 5 т		S = 14			
		Закріпити черв'як в корпусі до редуктора						Гайка – 6 шт.							
		Нагвинтити гайки, опустити за місцем монтажу.													
												Розробив	Іванніков		Лист
												Перевірив	Борщик		1
												Затвердив	Сокольський		Лист
		Из м.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Н. контр.			3

Інв. № ПОДЛ.	Підпис та дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підпис та дата
-----------------	----------------	--------------	--------------	----------------

ГОСТ 3.1404-74 Форма 1

НТУУ “КПІ”				Операційна карта слюсарних, Слюсарно-складальних та електромонтажних робіт			

Ном цеху	Ном. ділян ки	Ном. опер- ації	Найменування операції				Обладнання (Найменування, модель)			
			Монтаж екструдера							

Номер перехода	Зміст переходу				Технологічний режим, к-сть		Пристосування (код, найменування)		Інструмент (код, найменування)		То, хв	
3	Застропити, підняти формуючу головку екструдера, встановити болти у відповідні отвори, надіти шайби				Болт М14 - 4 шт.		Електроталь		Гайковий ключ		30	
	Нагвинтити гайки, станину опустити за місцем монтажу.				Шайба – 4 шт.		Q = 1,5 т		S = 14			
					Гайка – 4 шт.							
4	Застропити, підняти шкаф електроуправління, встановити фундаменті болти, надіти шайби, наживити				Фундаментний		Електроталь		Гайковий ключ		30	
	гайки, шкаф встановити за місцем на фундамент				болт - 4 шт.		Q = 1,5 т		S = 30			
					Шайба – 4 шт.							
					Гайка – 4 шт.							

											Розробив	Іванніков			Лист
											Перевірів	Борщик			2
											Затвердив	Сокольський			Лист
															3
	Из м.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Н. контр.				

Інв. № ПОДЛ.	Підпис та дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підпис та дата
-----------------	----------------	--------------	--------------	----------------

ГОСТ 3.1404-74 Форма 1

НТУУ “КПІ”		Операційна карта слюсарних, Слюсарно-складальних та електромонтажних робіт	
------------	--	--	--

Ном цеху	Ном. ділян ки	Ном. опер- ації	Найменування операції	Обладнання (Найменування, модель)
			Монтаж екструдера	

Номер перехода	Зміст переходу			Технологічний режим, к-сть	Пристосуванн я (код, найменування)	Інструмент (код, найменування)	То, хв
5	Встановити додаткові джерела нагрівання та охолодження			Хомутіві		Викртутка	30
				нагрівачі- 2 шт.			
				Нагріваючий			
				тен - 20 шт.			
6	Мащину заземлити, підключити до джерела електричного струму, провести пробний пуск машини						120

												Розробив	Іванніков		Лист
												Перевірів	Борщик		3
												Затвердив	Сокольський		Лист
	Из м.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Н. контр.				3

5.1.10. Таблиця змащування.

№ позиції	Найменування і позначення змащувального вузла	Найменування змащувального матеріалу	Кількість точок змащування	Спосіб нанесення мастила	Періодичність
1	Вузол опірного підшипника	Мастило ТАП-15 ГОСТ 23652-79	3	До місць змащування мастило потрапляє по системі вимушеного змащування від насосу	Зміну мастил проводити один раз на 6 місяців.
2	Підшипник електродвигуна	Згідно з інструкції заводу виробника			
3	Редуктор	Солідол М та мастило індустріальне 30 ГОСТ 20799-75	4	З'єднання змащуються за допомогою пресмастилок	Зміну мастил проводити один раз на 6 місяців.
4	Підшипник електродвигуна вентилятора	Згідно з інструкції заводу виробника			

5.2. Маркетинг стартап -проекту

5.2.1. Опис ідеї проекту

В даний час попит на вироби з пластмаси є високим і з кожним роком він збільшується. Сутність ідеї полягає у тому, що так як ринок виробів з пластмаси є дуже актуальним створити підприємство, яке буде виготовляти продукцію спрямовану на різні сегменти ринку, які вказані у таблиці 1.

Таблиця 5.1. Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Відкриття підприємства з можливістю виготовлення будь-яких виробів з пластмас та реалізації проектів клієнтів.	1.Рекламна	Можливості для реалізацій різних ідей у рекламних компаніях
	2.Побутова	Можливість реалізації маленьких хатніх проектів
	3.Дизайнерська	Реалізація творчої ідеї під проект
	4.Ювелірна	Виготовлення форм під відливку.
	5.Торгова	Збільшення асортименту
	6.Автомобільна	Виготовлення пластмасових деталей.

Основними напрямками розвитку є рекламна, побутова, торгова та автомобільна сфери діяльності так, як вони є найбільш актуальними та мають високий потенціал у реалізації продукції. Конкуренція у даних сегментів має високий рівень і для визначення конкуренто спроможності визначимо сильні та слабкі сторони даної ідеї які показана у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ n/n	Техніко- економічні характерис- тики ідеї	Концепції конкурентів				W	N	S
		Мій проект	Алеана	HDP	Optipak			
1.	Контроль якості	Контроль якості на кожному з етапів виробництва	Контроль якості на кожному з етапів виробництва	Контроль якості на кожному з етапів виробництва	Контроль якості на кожному з етапів виробництва		+	
2.	Продуктова лінія	Весь спектор товарів з пластмас	Побутові та дитячі товари	Продукція під клієнта та будівництво	Товари для кафе та закладів бистрого харчування			+
3.	Гнучка ціна	Акційні пропозиції та скидки	Середні ціни в залежності від категорії товарів	Ціна вище ринкової	Середні ціни, але оптові продажі		+	
4.	Інформаційне забезпечення	Реклама у мережі інтернет та інших місцях	Реклама у мережі інтернет та через тинне радіо	Реклама у мережі	Реклама у мережі	+		
5.	Доступ до ресурсів	Пошук постачальників	Налагоджене постачання	Налагоджене постачання	Налагоджене постачання	+		

Ознайомившись з концепціями потенційних конкурентів(табл. 5.2) можливо зробити наступний висновок:

Основним слабкими сторонами проекту є **інформаційне забезпечення** та **доступ до ресурсів**, тобто немає постійного та якісного постачальника і мало потенційний покупців, які зацікавлені у покупці продукту через малу відомість фірми або недовіру до нового продукту.

Сильною стороною проекту є **продуктова лінія**, тобто асортимент продукції значно більший ніж у конкурентів.

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

5.2.2. Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту. Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (табл. 5.3):

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/добробити?
- чи доступні такі технології авторам проекту?

Таблиця 5.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	3D друк за допомогою принтера	При наявності на виробництві 3D-принтера дає можливість виконувати різні невеликі індивідуальні замовлення	Технологія є і дороблювати не треба	Дана технологія доступна для кожного
2	За допомогою екструдера виготовляти конкретний вид товару, який користується попитом на ринку	Товар виготовляється за допомогою екструдера та реалізується у магазини або під замовлення	Дана технологія потребує великого вкладення капіталу і потребує доробки в плані ефективності	Дана технологія доступна, але потребує великого початкового капіталу
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Технологія використання 3D-принтеру стає оптимальною для даного часу так як вона є найбільш доступною та не потребує великих фінансових вкладень. Шляхом поширення інформації в мережі інтернет складаємо невеличкий асортимент та вказуємо що можливі індивідуальні замовлення під клієнта.				

5.2.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів. Зростаючий ринок полімерних виробів дає можливості проводити акції безкоштовної роздачі у якості реклами продукту. На загальний обсягу продукції це вплине.

3.1) Спочатку проводиться аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (табл. 5.4).

Таблиця 5.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Показники стану ринку полімерних виробів</i>	<i>Характеристика</i>
1	Кількість головних гравців, од	20
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	150 тис.грн
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Наявність клієнтської бази.
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	60%

Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку) порівнюється із банківським відсотком на вкладення. З цінами на даний час реалізація даної ідеї на початковому етапі становить приблизно 40 тис. грн без урахування на щомісячну закупівлю матеріал. Через зростаючий ринок вірогідність швидкої окупності проекту приблизно 60%.

Привабливість даного ринку для входження чуть менше ніж інші, але з точки зору майбутнього прибутку і розвитку проекту має більш високий потенціал ніж інші. З огляду на фактори таблиці 4 і попередні можливості розвитку дана ідея має високий потенціал при порівняно невеликих капіталовкладеннях.

3.2) Надалі визначаються потенційні групи клієнтів автомобілісти, експериментатори, домогосподарки їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 5.5).

Таблиця 5.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
1.	Індивідуальних виробках та специфічних деталях. Цікавих та унікальних подарунках	Студенти, молоді люди, люди які займаються конструюванням у домашніх умовах. Автомобілісти.	Терміни виготовлення, Різний фінансовий статус, Гарантія	- до продукції Якість та безпека - до компанії-постачальника Ціна, Термін виготовлення.

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. № 5.6-5.7).

Таблиця 5.6. Фактори загроз

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Низька популярність послуги індивідуальних замовлень виробів з пластику на ринку	Через невідомість компанії довіра та зацікавленість клієнту дуже мала, що призводить до низького попиту на продукт	Безкоштовна роздача продукту на акціях. Направлена реклама продукту.
2.	Малий досвід, що накопичений ринком	Через малий досвід якість продукту може бути низькою	Збільшити кількість спеціалістів. Провести тренінг.
3.	Велика кількість конкурентів	Майже кожна людина може займатися даною діяльністю	Збільшити відомість продукту. Розширити кількість принтерів. Проводити безкоштовні роздачі.
4.	Війна	Зменшення платникової спроможності. Відключення електроенергії та перепад напруги. Зменшення кількості персоналу	Благодійні роздачі виробів. Перехід на автономне електропостачання. Забезпечення безпеки своїх працівників
5.	Природні загрози (урагани, повені та інші)	Зменшення платникової спроможності. Відключення електроенергії та перепад напруги. Зменшення кількості персоналу	Благодійні роздачі виробів. Перехід на автономне електропостачання. Забезпечення безпеки своїх працівників

Таблиця 5.7. Фактори можливостей

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Нестандартні замовлення	Виконання будь-яких забаганок клієнтів збільшує довіри до компанії	Збільшення клієнтів, Розширення штату. Закупівля нової техніки
2.	Швидке навчання персоналу	Через невисоку складність роботи агрегату є можливість навчити будь-кого	Розширення штату.
3.	Війна	Збільшення клієнтської бази. Додаткова популяризація компанія. Енергетична незалежність	Благодійні роздачі виробів. Перехід на автономне електропостачання. Збільшення виробництва за рахунок товарів для військових та медичинських працівників.
4.	Природні загрози (урагани, повені та інші)	Збільшення клієнтської бази. Додаткова популяризація компанія.	Благодійні роздачі виробів. Перехід на автономне електропостачання. Збільшення виробництва за рахунок товарів для будівельного сегменту.

3.3) Надалі проводиться аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку (табл. 5.8).

Таблиця 5.8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства</i>
1. Вказати тип конкуренції - олігополія	Декілька компаній з усього конкурентного ряду займають більшу частину ринку	Зниження обсягів продажу. Зниження ціни при тій самій якості
2. За рівнем конкурентної боротьби - національна	В охопленні національного ринку.	Компанії необхідно прикласти належні зусилля для охоплення всього національного ринку.
3. За галузевою ознакою - міжгалузева	Конкуренція у виробі з пластмас лежить у різних галузях від промисловості до побуту	Необхідно зосередити зусилля на пошуку конкурентних переваг, які дозволять компанії займати стійкі конкурентні позиції на даному ринку.
4. Конкуренція за видами товарів: - Товарно-родова	Конкуренція на рівні технології задоволення потреб. Існує конкуренція з іншими пластмасовими виробами.	Веде конкурентну боротьбу як з товарами-субститутами, так і з іншими торговими марками.
5. За характером конкурентних переваг - не цінова	Поліпшенням якісних характеристик продукту або поліпшенням умов його реалізації.	Головною конкурентною перевагою є унікальність позиціонування.
6. За інтенсивністю - марочна	Марочна політика - одне із дієвих знарядь маркетингу, що дає змогу управляти рівнем доданої вартості товару, збільшувати марочний капітал, підвищувати конкурентноздатність підприємства	Диференціація за мотивом задоволення.

3.4) Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (табл. 5.9).

Таблиця 5.9. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	ТОВ «Алеана». High Design Plastic. Optipak.	Розмір капіталовкладень. Наявність клієнтської бази	Значення розміру поставок для постачальників. Концентрація постачальників	Контроль якості. Система інформації. Розмір закупівель	Ціна. Лояльність споживачів
Висновки:	Інтенсивність конкурентної боротьби з боку прямих конкурентів вкрай висока через фактор популярності марки продукції	Бар'єри входу на ринок є порівняно незначними. Вартість організації бізнесу з виробництва пластмасових виробів сягає 10 тис. дол.	Існує чітка залежність від постачальників як якості продукції, так і можливих обсягів її виробництва. Також ціна кінцевої продукції залежить від ціни сировини.	Споживачі мають широку географію і проживають переважно у містах. Попит на вироби напряму залежить від купівельної спроможності населення.	Посилилася конкуренція зі сторони товарів-замінників – інших видів пластмасових виробів, за рахунок збільшення асортименту у останніх та появи нових для ринку категорій.

З огляду на конкурентну ситуацію на ринку основними напрямками роботи є популяризація торгової марки виробництва; збільшення асортименту товарів. Для реалізації проекту він повинен мати добре інформаційне забезпечення, тобто споживач повинен мати добре уявлення про торгову марку, про якість її продукції і де її можна застосовувати. Доступ до ресурсів, тобто постійне та якісне постачання матеріалів.

3.5) На основі аналізу конкуренції, проведеного в п. 3.4 (табл. 5.9), а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 5.2), вимог споживачів до товару (табл. 5.5) та факторів маркетингового середовища (табл. № 5.6-5.7) визначається та обґрунтовується перелік факторів

конкурентоспроможності. (табл. 5.10.)

Таблиця 5.10. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ n/n	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Ціна	Ціна є одним з найбільш основних чинників так як за менші гроші можу отримати товар однакової якості. На різниці між цінами я можу купити щось ще потрібне мені.
2.	Якість виробу	Довговічність, мінімальні вкладення ремонт.
3.	Якість матеріалу	Крихкість, безпечність, стійкість до зовнішніх чинників
4.	Комунікативність	Заміна продукції, технічна підтримка, консультації.
5.	Інформаційне забезпечення	Інформаційний вплив на споживача
6.	Доступ до ресурсів	Якісне і постійне постачання, Вартість матеріалу.

3.6) За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 5.10) проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 5.11).

Таблиця 5.11. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін ТОВ «Алеана» та Ортірак.

№ n/n	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з ТОВ «Алеана» та Ортірак.						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1.	Ціна	0				Н	О	А	
2.	Якість виробу	1		А	О		Н		
3.	Якість матеріалу	0			О	Н		А	
4.	Комунікативність	1			А		О/Н		
5.	Інформаційне забезпечення	-2		Н		О	А		
6.	Доступ до ресурсів	-2		Н		О/А			

Пояснення позначок до табл. 5.11:

О – Ортірак; А - ТОВ «Алеана»; Н – Наш проекту.

Згідно таблиці 11 визначимо наші сильні і слабкі сторони проекту.

Наші сильні сторони

- Якість виробу;
- Комунікативність.

Наші слабкі сторони:

- Інформаційне забезпечення;
- Доступ до ресурсів.

3.7) Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities)(табл. 5.12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 5.11).

Таблиця 5.12. SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: 1.Якість виробу 2.Комунікативність 3.Креативність. 4.Продуктова лінія	Слабкі сторони: 1.Інформаційне забезпечення 2.Доступ до ресурсів 3.Популярність.
Можливості: 1.Швидко змінювати напрям розвитку. 2.Швидке навчання персоналу. 3.Виконання нестандартних замовлень. 4.Незалежність від інвестицій. 5.Війна. 6.Природні загрози	Загрози: 1.Некваліфікований персонал. 2.Велика кількість конкурентів. 3.Малий досвід, що накопичено на ринку. 4.Низька популярність послуги індивідуальних замовлень виробів з пластмаси. 5.Війна. 6.Природні загрози.

3.8) На основі SWOT-аналізу розробляються альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (див. табл. 9, аналіз потенційних конкурентів).

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 5.13).

Таблиця 5.13. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Альтернатива ринкової поведінки</i>	<i>Ймовірність отриманняресурсів</i>	<i>Строки реалізації</i>
1	Якість перш за все.	60%	1-1.5 року
2	Низька ціна	80%	2 роки

Після аналізу зазначити обрану альтернативу. Найбільш правильний

варіант поведінки це «якість перш за все» вона має порівняно низький строк реалізації та забезпечить компанію постійними клієнтам.

5.2.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

4.1) Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 5.14).

Таблиця 5.14. Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№ п/п</i>	<i>Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
1.	Побутова	Зменшення витрат на власне виробництво	Високий попит на власному ринку	Досить велика конкуренція	Достатньо важко
2.	Будівельна	Зменшення витрат на власне виробництво	Високий попит на власному ринку	Досить велика конкуренція	Достатньо важко
3.	Охорона, Промисловість, Аграрна.	Заміна закордонних товарів	Високий попит на власному ринку	Велика конкуренція	Достатньо важко

Які цільові групи обрано: Побутову, будівельну, охорона, промисловість та аграрні групи.

Побутова та будівельна групи було обрано за цільові групи потенційних споживачів, незважаючи на важкість входу у сегмент, тому що в цих групах відносно не велика конкуренція. Але не зважаючи на велику конкуренцію в сегменті охорони, промисловості та аграрного сектору, все рівно є шанси обрати ці сегменти за цільові групи потенційних клієнтів. Виходячи з стратегії охопленням ринку, можемо стверджувати, що компанія працює із всім ринком, пропонуючи стандартизовану програму – вона використовує масовий маркетинг.

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) обирають цільові групи, для яких вони пропонуватимуть свій товар, та визначають стратегію охоплення ринку. Цільовими групами даного проекту є побутова, будівельну, промислова, охорона та аграрна групи.

4.2) Для роботи в обраних сегментах, а саме побутова, будівельну, промислова, охорона та аграрна групи ринку необхідно сформулювати базову стратегію розвитку (табл. 5.15).

Таблиця 5.15. Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ п/п</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкуренто- спроможні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку*</i>
1.	Якість перш за все.	Наростаюча	Довіра до бренду, відповідна ціна	Стратегія диференціації

За базову стратегію розвитку обрано стратегію диференціації, яка передбачає надання товару важливою з точки зору споживача відмінних властивостей, які роблять товар відмінним від товарів конкурентів.

Переваги стратегії за Ж.-Ж. Ламбенем:

- по відношенню до прямих конкурентів диференціація знижує ступінь замінності товару, посилює прихильність марці, зменшує чутливість до ціни і тим самим підвищує рентабельність;
- прихильність клієнтів послабляє їх тиск на фірму і перешкоджає приходу на ринок нових конкурентів;
- підвищена рентабельність збільшує стійкість до можливого зростання витрат в результаті дій сильного постачальника;
- відмітні властивості товару і завойована прихильність клієнтів захищають фірму і від товарів-замінників.

Реалізація цієї стратегії вимагає, як правило, більш високих витрат. Проте успішна диференціація дозволяє компанії домогтись більшої рентабельності за рахунок того, що ринок готовий прийняти більш високу ціну (цінову премію бренду).

При веденні конкурентної боротьби з використанням цієї стратегії на ринку в першу чергу терплять фіаско фірми, що не здатні визначати потреби цільових ринків, оперативно реагувати на зміни в ринковому попиті, проводити ефективну політику маркетингових комунікацій, не мають необхідних навичок в області брендингу. Найважливішими здібностями, які повинна мати компанія, що приймає цю стратегію, є з генерування маркетингових ноу-хау, здійснення продуктових новацій.

4.3) Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 5.16).

Таблиця 5.16. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ п/п</i>	<i>Чи є проект «періопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забрати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія Копіювати Основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки*</i>
1.	Ні	Забирати існуючих у конкурентів.	Буде здійснено покращення існуючих методів, та як наслідок готової продукції	Стратегія заняття конкурентної ніші.

При визначенні базової стратегії конкурентної поведінки було обрано стратегію заняття конкурентної ніші. Тому що при прийнятті стратегії зайняття конкурентної ніші (інші назви – стратегія фахівця або нішера) компанія в якості цільового ринку вибирає один або декілька ринкових сегментів. Головна особливість – малий розмір сегментів/сегменту. Ця конкурентна стратегія являється похідною від такої базової стратегії компанії, як концентрація.

Ніша, для того, щоб вона була привабливою для компанії, повинна задовольняти таким умовам:

- бути досить прибутковою, щоб робити доцільним процес виробництва і обслуговування;
- залишатися стабільною упродовж тривалого проміжку часу;
- має бути добре захищеною, мати високі входні бар'єри;
- бути непривабливою для конкурентів;
- відповідати цілям і ресурсам компанії, її специфічним можливостям.

Головне завдання для компаній, що вибирають стратегію нішера або фахівця, – це постійна турбота про підтримку і розвиток своєї конкурентної переваги, формування лояльності і прихильності споживачів, підтримка входних бар'єрів.

4.4) На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (див. табл. 5.5), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (табл. 5.15) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 5.16) розробляється стратегія позиціонування (табл. 5.17). що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати проект.

Таблиця 5.17. Визначення стратегії позиціонування

<i>№ п/п</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкуренто- спроможні позиції власного стартап- проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувавши комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1.	Висока точність	Стратегія диференціації	Використовувати нову якісну апаратуру	Точність, надійність, якість.

Результатом виконання підрозділу має стати узгоджена система рішень щодо ринкової поведінки стартап-компанії, яка визначатиме напрями роботи стартап-компанії на ринку.

5.2.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

5.1) Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у табл. 5.18 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 5.18. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>№ п/п</i>	<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
1.	Творча реалізація	Реалізація творчих ідей	Ціна та індивідуальний підхід до клієнту
2.	Якості	Технічна підтримка клієнту	Заміна товару, підтримка.

5.2) Надалі розробляється трирівнева маркетингова модель товару: уточнюється ідея послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання (табл. 5.19).

Таблиця 5.19. Опис трьох рівнів моделі товару

<i>Рівні товару</i>	<i>Сутність та складові</i>		
I. Товар за задумом	Можна виділити наступні <u>вигоди</u> від продукції: • отримання задоволення від реалізації ідеї; • піднімає настрій; • В залежності від продукту має функціональне значення.		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Твердість (в залежності від матеріала).	М	Тх /Тл
	2. Вологозахист (в залежності від матеріала)	М	Тх /Тл
	3. Вогнетривкість (в залежності від матеріала)	М	Тх /Тл
	Якість:	Вдповідає нормам ДСТУ 2437-94 " Вироби із пластмас. Дефекти. Терміни та визначення". Має сертифікат відповідності.	
	Пакування:	Картонна упаковка з нанесенням спеціально. На упаковці міститься така інформація (маркування): • загальна назва продукту, власна назва; • номінальну масу нетто, г; • склад продукту із зазначенням переліку назв складників; • дату виготовлення; • умови зберігання; • позначення ДСТУ 2437-94; • найменування та адреса виробника і місце виготовлення; • товарний знак; • штриховий код згідно з ДСТУ 3147.	

Продовження таблиці 5.19.

III. Товар із підкріпленням	В торгових мережах для споживачів періодично для стимулювання попиту діють спеціальні пропозиції, які дозволяють придбати товар зі знижкою або кілька одиниць товару разом за меншою вартістю тощо. Також інформацію про продукт споживач може отримати з інформаційних проспектів торгових мереж, зовнішньої реклами, реклами на телебаченні тощо
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: За рахунок нанесення марки та водяного знаку на продукцію.	

Після формування маркетингової моделі товару слід особливо відмітити – чим саме проект буде захищено від копіювання. Захист може бути організовано за рахунок захисту ідеї товару (захист інтелектуальної власності), або ноу-хау, чи комплексне поєднання властивостей і характеристик, закладене на другому та третьому рівнях товару. За рахунок нанесення марки та водяного знаку на продукцію нашої компанії буде захищена від підробок.

5.3) Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субституту, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (табл. 5.20). Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 5.20. Визначення меж встановлення ціни

<i>№ n/n</i>	<i>Рівень цін на товари- замінники</i>	<i>Рівень цін на товари-аналоги</i>	<i>Рівень доходів цільової групи споживачів</i>	<i>Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу</i>
1.	Від 50 грн до 15 тис. грн. В залежності від розміру продукту. Основними замінниками є товари з інших матеріалів	Від 150 грн до 250 тис. грн. В залежності від розміру продукту та його категорії.	Від 1 тис. грн до 500 тис. грн. В залежності від цільової групи.	Від 100 грн до 200 тис. грн. В залежності від розміру продукту та його категорії.

У таблиці 5.20. представлені середні значення ціни в залежності від категорії та розміру продукту. Рівень цін на продукцію проекту відносно товарів-аналогів та товарів-замінників має середній рівень.

5.4) Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (табл. 5.21):

Таблиця 5.21. Формування системи збуту

<i>№ п/п</i>	<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибина каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
1.	Зорієнтовані на дію: Експериментатори.	Розповсюдити пробні партії товари у найближчі магазини.	Канал нульового рівня	Однорівневий канал

Якщо розбирати продукцію для цільових клієнтів на категорії за виробництвом, то продукцію вироблену на 3D-принтері можливо віднести більше до побутової та людей які створюють власні прибори(моделі) тобто експериментаторів, які зорієнтовані на дію. Через малу відомість на початковому етапі підприємство має працювати на пряму з магазинами для реалізації своєї продукції. Оптимальна система збуту для нашого підприємства є постачання товару посереднику під його реалізацію.

5.5) Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів(табл. 5.22).

Таблиця 5.22. Концепція маркетингових комунікацій

<i>№ п/п</i>	<i>Специфіка поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти</i>	<i>Ключові позиції, обрані для позиціонування</i>	<i>Завдання рекламного повідомленн я</i>	<i>Концепція рекламного звернення</i>
1.	Довірливість, імідж	Соціальні мережі	Актуальність, Простота.	Зацікавити клієнта	Простота та вигода. Запис відео з використання м емоційних мотивів та музики. Щось по типу:«...В нас є що подарувати».

З огляду на цільові групи клієнтів і на актуальність продукції створено концепція маркетингових комунікацій. Основна позиція нашого виробництва є актуальність та простота. З огляду на те що більшість людей на даний час користуються соціальними мережами основну рекламну компанію та комунікацію раціонально проводити в них. Для зацікавлення клієнтів у продукції буде зроблено серія відео роликів з використанням емоційних мотивів у який буде чіткі повідомлення про простоту, актуальність та багатофункціональність продукції.

5.2.6.Висновки

Даний стартап-проект є актуальним на даний час. Попит на дані товари і послуги на даний час зростає і має добру динаміку. При правильному підході та рекламному спрямуванні на конкретні групи населення він окупить себе через 2 роки. Конкурентоспроможність даної ідеї середня через її простоту реалізації і при розширенні технології вона може втратити свою актуальність. Велика кількість конкурентів може не дати закріпитися через фактор малої інформативності.

5.3. Охорона праці

Охорона регламентує можливі причини нещасних випадків на виробництві, професійні захворювання, вибухи, пожежі, створення безпечних для людини умов праці, а також розробляє систему заходів для усунення цих причин. Основоположним законодавчим документом в галузі охорони праці є Закон України "Про охорону праці", прийнятий Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року.

Відповідно до теми дипломного проекту “Екструзійний агрегат з модернізацією завантажувального пристрою” для безпечної роботи обслуговуючого персоналу лінії для підприємств хімічної промисловості забезпечено умови, що відповідають державним та галузевим стандартам, а також санітарним нормам та правилам.

Випадки травматизму, професійних та професійно зумовлених захворювань, які мають місце на підприємствах часто виникають через порушення відповідних норм техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки при проектуванні підприємств, технологічних процесів, основного та допоміжного виробничого устаткування. Часто окремі недоліки або помилки, допущені в проекті, стають побічними або безпосередніми причинами аварій, пожеж, вибухів, нещасних випадків, професійних та професійно зумовлених

захворювань. Тому розробка комплексу питань з охорони праці є обов'язковою вимогою.

Для зниження травматизму на виробництві був проведений аналіз умов праці, в результаті якого були визначені небезпечні виробничі фактори, які виникають при експлуатації одночерв'ячного екструдера лінії для вироблення труб з ПЕНТ. Шкідливими та небезпечними виробничими факторами є небезпека ураження електричним струмом, пожежна небезпека, виробничий шум, виробниче освітлення, повітря робочої зони.

На стадії експлуатації та в процесі обслуговування оператор знаходиться в цеху з площею приміщення $S=120 \text{ м}^2$ і об'ємом приміщення $V=1200 \text{ м}^3$.

Шкідливими та небезпечними виробничими факторами є:

- небезпека ураження електричним струмом;
- пожежна безпека;
- виробничий шум;
- виробниче освітлення;
- повітря робочої зони.

5.3.1 Повітря робочої зони

Умови роботи на розроблюваному екструдері та лінії в цілому за ДСН 3.3.6.042-99 відносяться до робіт середньої важкості категорії - Па (енерговитрати 150...200 ккал/год). Склад повітря робочої зони залежить від параметрів метеорологічних умов: температури (у холодний період року $t=19-21^\circ\text{C}$, у теплий період року $t=21-24^\circ\text{C}$), відносної вологості (60 – 40%), а також кількості шкідливих речовин, що виділяються машиною при плавленні ПВХ, при цьому виділяється окис вуглецю, вуглеводні, органічні кислоти, альдегіди і інші токсичні речовини.

Таблиця 5.23 Параметри повітря робочої зони

Сезон року	Категорія робіт	Допустима температура °С	Фактична температура °С	Допустима відносна вологість, %	Фактична відносна вологість, %	Допустима швидкість руху повітря, м/с	Фактична швидкість руху повітря, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодний період року	Середня II а	15-24	19-21	V>75	40-65	V<0,3	0,2
Теплий період року	Середня II а	17-29	21-23	V>75	40-70	0,2-0,4	0,3

Величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочих приміщеннях вибирається за ДСН 3.3.6.042-99

Засобами захисту органів дихання можуть бути респіратори, протигази, для зменшення шкідливої дії, повітряні апарати МПА, в разі пожежі чи збільшеними викидами небезпечних речовин, при ліквідації витоків газу чи шкідливих рідин.

Для безпосереднього відводу шкідливого повітря чи газів, від місця їх виникнення чи виділення, під головкою черв'ячного екструдера встановлюється вентиляційний ковпак закритого типу з фільтром продуктивністю 360 м²/год. Видалення шкідливих речовин супроводжується подальшим очищенням повітря, що відповідає вимогам ГОСТ 12.1.005-88.

5.3.2 Виробничий шум

Шум, який створюється при роботі екструдера та іншого устаткування лінії, постійний. Основними джерелами шуму при роботі є вали та черв'яки, що обертаються, електродвигуни, вентилятори та інше устаткування, в яких шум досягає 90 дБА. За своєю природою шум у даному випадку механічний гідроаеродинамічний.

Зниження шуму досягається шляхом шумопоглинання. Щоб досягнути максимального ефекту використання шумопоглинаючого покриття, вкриваємо ним не менше 60% внутрішньої площі. Вихлопні патрубки насосів з'єднані з герметичним каналом, який забезпечує ізоляцію шуму вихлопа.

Звукоізолююча здатність дверного проїому приміщення повинна бути не нижче 30 дБА.

Стіни і перекриття цього приміщення забезпечені звукоізолюючим облицюванням з коефіцієнтом звукопоглинання не нижче 0,7 і мають звукоізолюючу здатність не нижче 50 дБА.

Для зменшення виробничого шуму передбачено проведення наступних заходів:

- встановлення екранів ($15 \Delta = L$ дБА);
- своєчасне змащування всіх поверхонь, що труться ($6 \Delta = L$ дБА);
- своєчасний ремонт всіх механічних вузлів за регламентом ($8 \Delta = L$ дБА).
- використання протишумових навушників ПШН-Б, призначені для захисту від шуму при рівні до 115 дБА

Для зменшення шуму елементів, що обертаються, необхідно слідкувати за рівнем мастила в підшипникових вузлах. Мікрофон при вимірюванні рівня звуку встановлено на висоті 1,5-1,8 м від підлоги. Ці заходи дозволили знизити рівень шуму до 65 дБА, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

5.3.3 Освітлення на робочих місцях

Для цеху, висотою 10 м, в якому знаходиться лінія для виготовлення листових виробів з ПЕНТ, передбачено природне і штучне освітлення. Для світильників штучного освітлення підходять сучасні світлодіодні лінійні світильники з прозорим призматичним розсіювачем FACTORY.PRS LED (довжина:1212 мм; ширина:95 мм; потужність: 108Вт; кількість 11 штук; світловий потік: $\Phi=12000$ Лм; Ефакт = 400лк).

Вони мають бути розташовані так, щоб забезпечувались надійність їх закріплення, безпечність, зручність обслуговування і необхідне освітлення з урахуванням його рівномірності.

Лампи створюють світло, що за яскравістю наближається до природного. Для приміщення також передбачене бокове освітлення (крізь отвори в зовнішніх стінах).

Дане освітлення відповідає вимогам ДБН В.2.5-28:2018.

5.3.4 Пожежна безпека

При роботі черв'ячного преса використовуються горючі змащувальні матеріали, також для плавлення поліетилену здійснюється при досить високій температурі $T=170$ оС. Тому можливими причинами пожежі можуть бути:

- порушення технологічного режиму;
- несправність електрообладнання й електромережі;
- куріння в невстановлених місцях.

Згідно з приміщенням для розроблюваного екструдера лінії для вироблення листових виробів з ПЕНТ відносять до категорії В – пожежонебезпечні, так як містить горючі речовини (перероблюваний матеріал – поліетилен, змазуючі мастила), клас зони П – Па (ПУЕ). Згідно з ДБН В.1.1-7-2016 приміщення відноситься до першого ступеню вогнетривкості. Кількість поверхів

не обмежується. Площа поверхів у межах пожежних не обмежується. Ширина евакуаційних – 1,5 м, коридори – 2 м що відповідає ДБН В.1.1-7-2016

У приміщенні встановлені модулі автоматичного порошкового пожежогасіння САМ-9 10×12 м², теплові сповіщувачі, які спрацьовують при підвищенні температури до вище заданої межі $T = 72\text{ }^{\circ}\text{C}$. Засобом захисту статичної електрики є заземлення.

Первинним засобом гасіння пожежі є:

- вуглекисневі вогнегасники ОУ-3 у кількості 4 шт;
- ящики з піском - 6 шт;

Протипожежна безпека черв'ячного преса відповідає вимогам ДБН В.1.1-7-2016.

5.3.5 Електробезпека

За класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом приміщення цеху, де встановлена дана лінія відноситься до класу приміщень з підвищеною небезпекою.

За характером навколишнього середовища, приміщення характеризується як вологе (відносна вологість повітря у приміщенні близько 75%).

Оскільки для роботи лінії використовується напруга 220/380 В частотою 50 Гц, то використовуємо трифазну трипроводову мережу з ізолюваною нейтраллю. Мережа з ізолюваною нейтраллю в ізолюваному режимі набагато безпечнішою при торканні до фазового дроту.

Засоби забезпечення електробезпеки:

а) в робочому режимі

- Щоб забезпечити неможливість дотику або небезпечного наближення до струмоведучих частин забезпечують їх недосяжність за допомогою розташування на недосяжній висоті, більш 2,5 м., огорож та блокувань;

- Покриття струмоведучих частин або відокремлення їх від інших частин прошарком діелектрика забезпечує протікання струму по потрібному шляху та безпечну експлуатацію електрообладнання. Застосовують такі види ізоляції: робоча, допоміжна, подвійна ізоляція, яка виконана з діелектричних матеріалів з питомим опором не менше ніж $R = (10^8 \dots 10^{17}) \text{ Ом} \cdot \text{см}$, та посилена.

- наявність позначень на електричних частинах (фарбування, надписи, позначення проводів різними кольорами: фаза А – жовтий, фаза В – зелений, фаза С – червоний, нульовий, або нульовий захисний – жовтий із зеленими полосами);

б) в аварійному режимі: - захисне заземлення, опір якого не має перевищувати: у мережах до 1000В – 4 МОм, у мережах понад 1000В – не більше 0,5 МОм. Ці заходи проведені згідно ДСТУ 7237:2011.

Забезпечення електробезпеки при проектуванні апаратів для даної лінії є дуже важливим чинником, знижує смертність та травматизм серед обслуговуючого персоналу в виробничих умовах.

6.Модернізація вузла установки

6.1. Розробка 3D-моделі базової і модернізованої частини вузла установки

Для створення 3D-моделі базової і модернізованої частини установки було обрано програмне забезпечення Solidworks 2017.

6.1.1. Створення 3D-моделі базового вузла установки

Для створення базової 3D-моделі вузла у системі Solidworks 2017. Створюємо новий проект та за допомогою команди «Insert Component» додаємо зазделегіть створені моделі деталей формуючої головки. Для коректного з'єднання деталей між собою використовуємо команду «Mate» та обираємо тип зв'язку. Для більшої деталізації за допомогою функції «Toolbox» додаємо стандартні вироби, які вказані у специфікації до креслення головки. На рисунку 6.1. можна побачити готову базову модель головки.

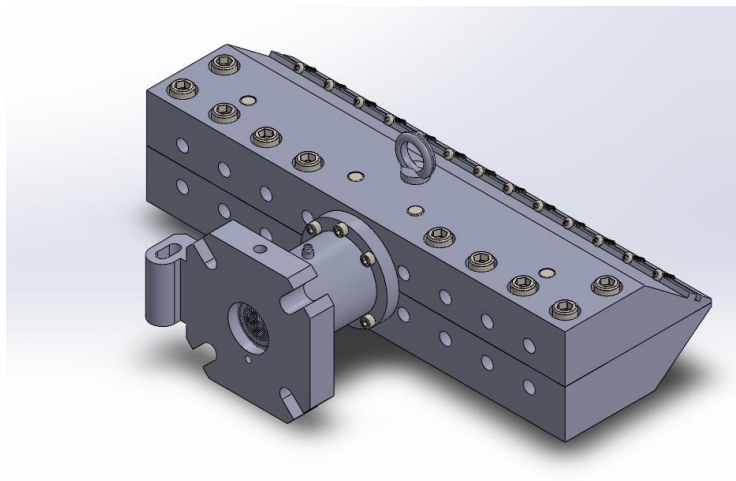


Рис.6.1 – Скріншот 3D-моделі базової головки екструдера.

6.1.2. Створення 3D- моделі модернізованого вузла установки

Для створення модернізованої 3D-моделі вузла у системі Solidworks 2017. Створюємо новий проект та за допомогою команди «Insert Component» додаємо зазделегіть створені моделі деталей формуючої головки.Для коректного з'єднання деталей між собою використовуємо команду «Mate» та обираємо тип зв'язку.Для більшої деталізації за допомогою функції «Toolbox» додаємо стандартні вироби,які вказані у специфікації до креслення головки.На рисунке 6.2. можна побачити готову базову модель головки.

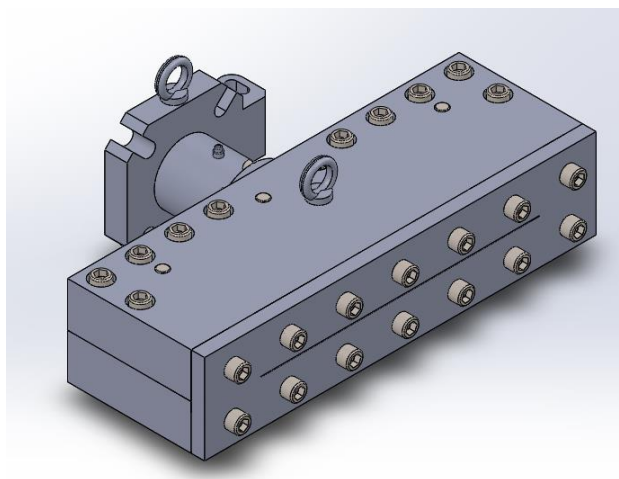


Рис.6.2 – Скріншот 3D-моделі модернізованої головки екструдера.

6.2. Розрахунок базової моделі вузла установки

Для розрахунку деталі вирішив використовувати програмне забезпечення ANSYS 2020 R1 ACADEMIC, призначене для подібного типу задач. Модулі програмного забезпечення, які я використав це – Static Structural та Steady-State Thermal.

Створюємо схему проекту Steady-State Thermal.

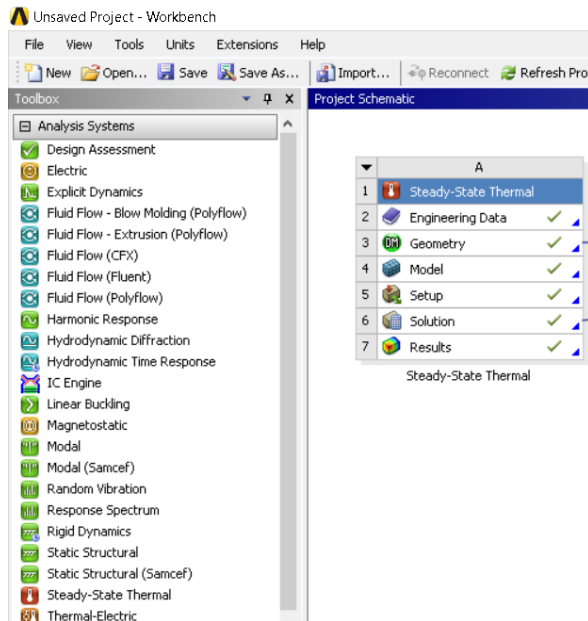


Рис.6.3 – Створення середовища для задання температури.

Модель створена в програмі Solidworks та збережена в форматі .igs. Для додання її до проекту клікаємо правою клавішею миші на Geometry та обираємо import geometry, далі вибираємо заздалегідь створену модель. Закриваємо Design Modeler.

Далі заходимо в Model Static Structural. В дереві проекту Tree Outline > Mesh, в меню Details > Sizing > Element Size задаємо значення середнього розміру елементів. Або користуємося автоматичним підбором сітки. Якщо результат незадовільний то корегуємо вручну.

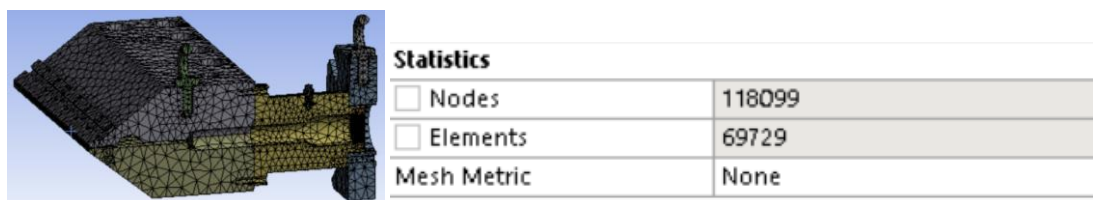


Рис.6.4 – Сітка та її характеристики.

Далі переходимо до середовища Steady-State Thermal > Model. Так, як ми добавили модель та добавили в ньому сітку, то переходимо зразу до задавання температури.

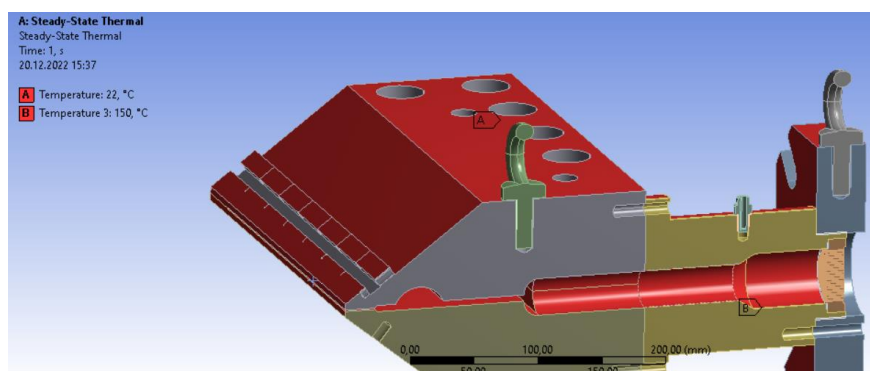


Рис.6.5 – Задання температур.

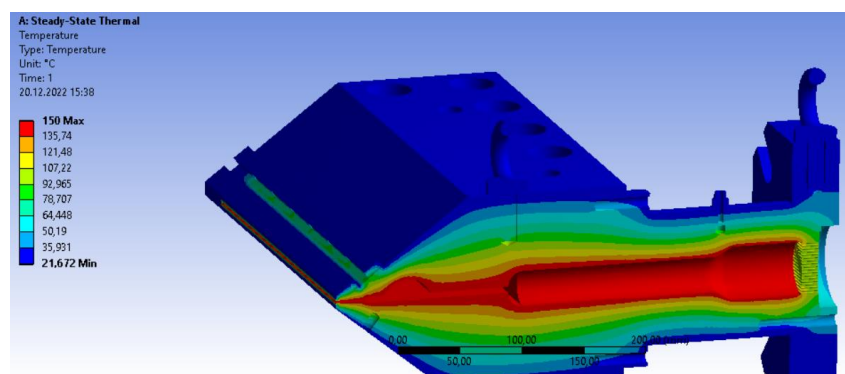


Рис.6.6 – Результат розподілу температур.

Далі переходимо до створення середовища Static Structural. До якої переносимо геометрію та результат розподілу температур (рис.6.7).

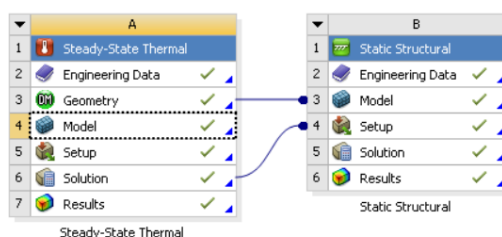


Рис.6.7 – Переміщення результатів у нове середовище.

У середовищі Static Structural задаємо закріплення та навантаження ,як показано на рисунке 6.8.

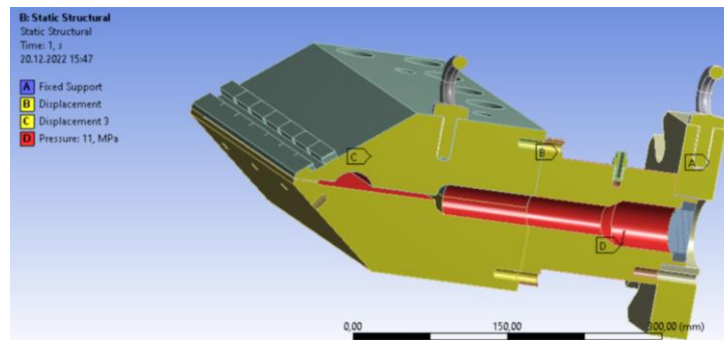


Рис.6.8 – Закріплення та навантаження на моделі.

Переходимо в розділ Solution. Тут додаємо результати, які б ми хотіли бачити: Total Deformation (рис.6.10), Equivalent Stress (рис.6.11) та Safety Factor (рис.6.9). Після цього командою Solve розраховуємо задане тіло. Спочатку потрібно оцінити деталь на механічні характеристики. Запас міцності (Safety Factor) корисний для визначення того, чи деталь критично здеформується та вийде з ладу, що призведе до утворення облою у момент впорскування полімеру. Для того, щоб це визначити потрібно, щоб коефіцієнт на цьому розрахунку був більше ніж 1,2 ($k > 1,2$).

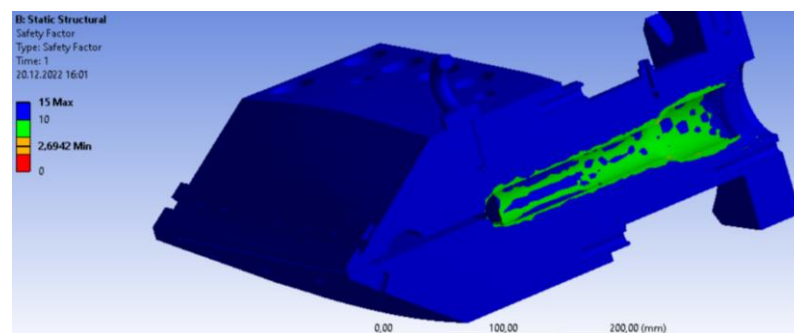


Рис.6.9 – Результати коефіцієнту запасу міцності.

Завдяки розрахунку видно, що коефіцієнт запасу міцності задовільний, тобто більший ніж 1,2. Це говорить про те, що деталь не зламається.

Далі потрібно поглянути на результат загальних деформацій (Total Deformation), який покаже де знаходяться найбільш навантажені зони та їх розмір.

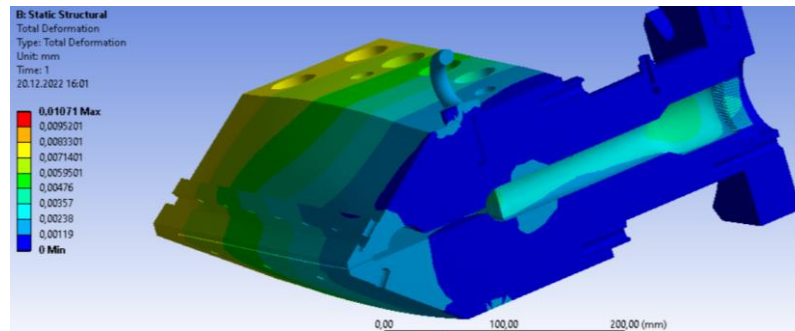


Рис.6.10 – Результат розрахунку загальних деформацій.

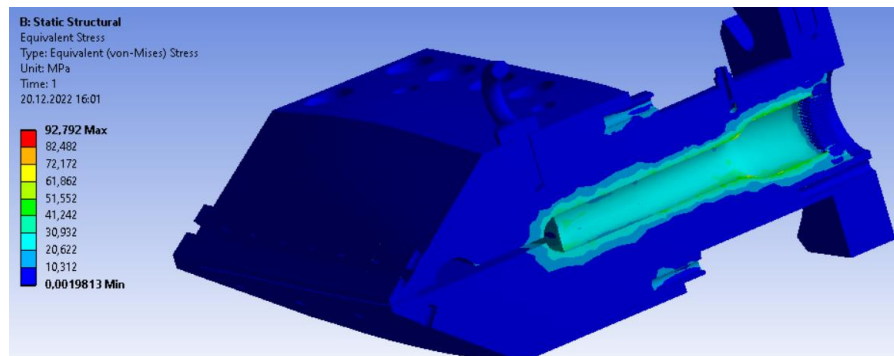


Рис.6.11 – Результат розрахунку еквівалентні напруження.

Після проведення розрахунку отримані результати дають нам змогу зрозуміти, що вибрані параметри деталі повністю задовільняють обрану модернізацію таким чином, що вони задовільняють поставлені перед нею вимоги для забезпечення її ефективної роботи. З результатів розрахунку видно що найбільші загальні деформації сягають 0.01 мм і є найбільшим навантаженням. Еквівалентні напруження задовільні. Тому деталь придатна для подальшого використання у виробництві усього спектру полімерної продукції.

6.3. Розрахунок модернізованої моделі вузла установки

Для розрахунку деталі вирішив використовувати програмне забезпечення ANSYS 2020 R1 ACADEMIC, призначене для подібного типу задач. Модулі програмного забезпечення, які я використав це – Static Structural та Steady-State Thermal.

Створюємо схему проекту Steady-State Thermal.

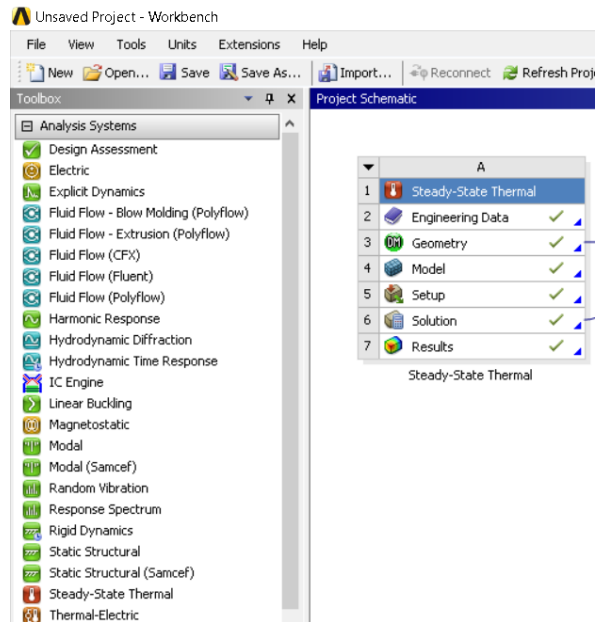


Рис.6.12 – Створення середовища для задання температури.

Модель створена в програмі Solidworks та збережена в форматі .igs. Для додання її до проекту клікаємо правою клавішею миші на Geometry та обираємо import geometry, далі вибираємо заздалегідь створену модель. Закриваємо Design Modeler.

Далі заходимо в Model Static Structural. В дереві проекту Tree Outline > Mesh, в меню Details > Sizing > Element Size задаємо значення середнього розміру елементів. Або користуємося автоматичним підбором сітки. Якщо результат незадовільний то корегуємо вручну.

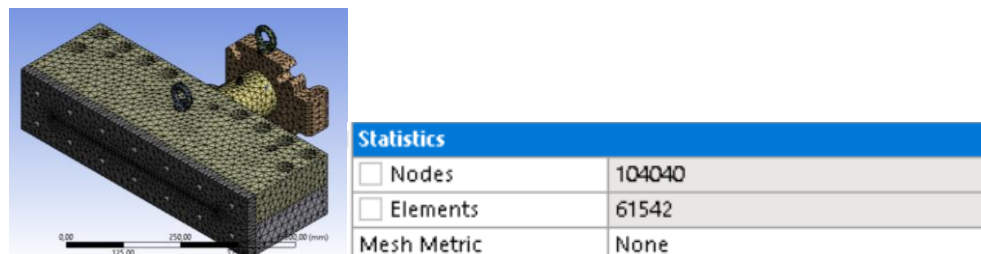


Рис.6.13 – Сітка та її характеристики.

Далі переходимо до середовища Steady-State Thermal > Model. Так, як ми добавили модель та добавили в ньому сітку, то переходимо зразу до задавання температури.

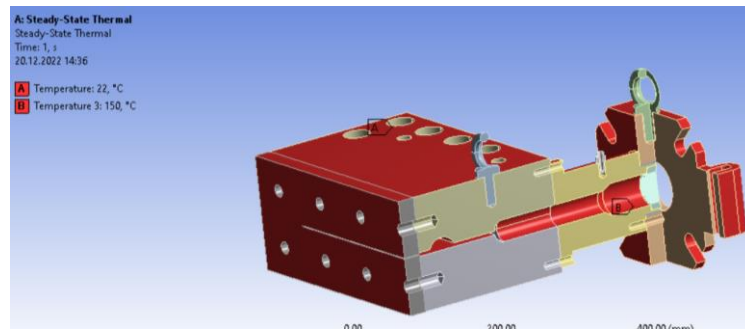


Рис.6.14 – Задання температур.

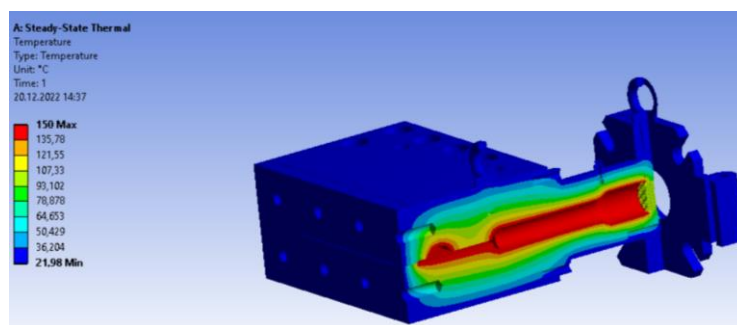


Рис.6.15 – Результат розподілу температур.

Далі переходимо до створення середовища Static Structural. До якої переносимо геометрію та результат розподілу температур (рис.6.16).

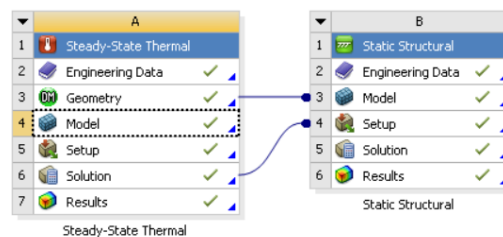


Рис.6.16 – Переміщення результатів у нове середовище.

У середовищі Static Structural задаємо закріплення та навантаження, як показано на рисунку 6.17.

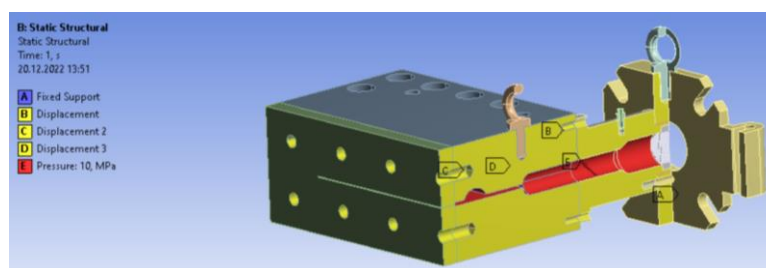


Рис.6.17 – Закріплення та навантаження на моделі.

Переходимо в розділ Solution. Тут додаємо результати, які б ми хотіли бачити: Total Deformation (рис.6.19), Equivalent Stress (рис.6.20) та Safety Factor (рис.6.18). Після цього командою Solve розраховуємо задане тіло. Спочатку потрібно оцінити деталь на механічні характеристики. Запас міцності (Safety Factor) корисний для визначення того, чи деталь критично здеформується та вийде з ладу, що призведе до утворення облою у момент впорскування полімеру. Для того, щоб це визначити потрібно, щоб коефіцієнт на цьому розрахунку був більше ніж 1,2 ($k > 1,2$).

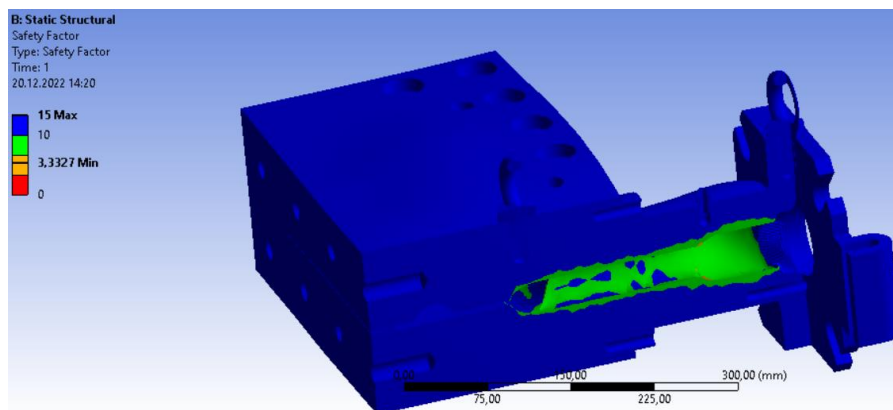


Рис.6.18 – Результати коефіцієнту запасу міцності.

Завдяки розрахунку видно, що коефіцієнт запасу міцності задовільний, тобто більший ніж 1,2. Це говорить про те, що деталь не зламається.

Далі потрібно поглянути на результат загальних деформацій (Total Deformation), який покаже де знаходяться найбільш навантажені зони та їх розмір.

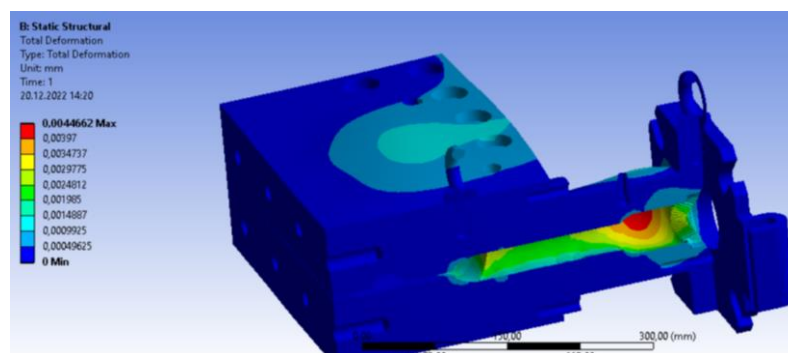


Рис.6.19 – Результат розрахунку загальних деформацій.

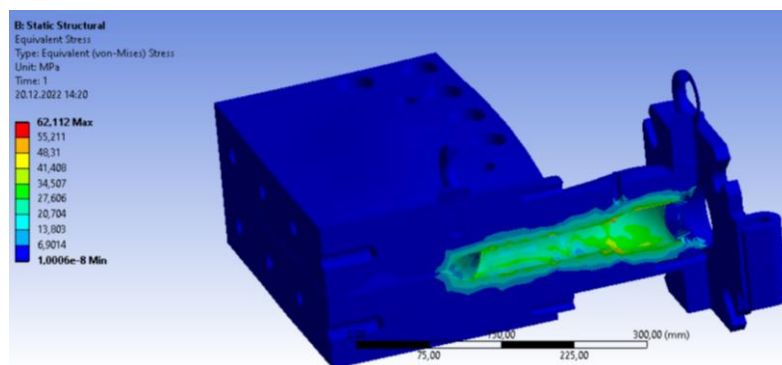
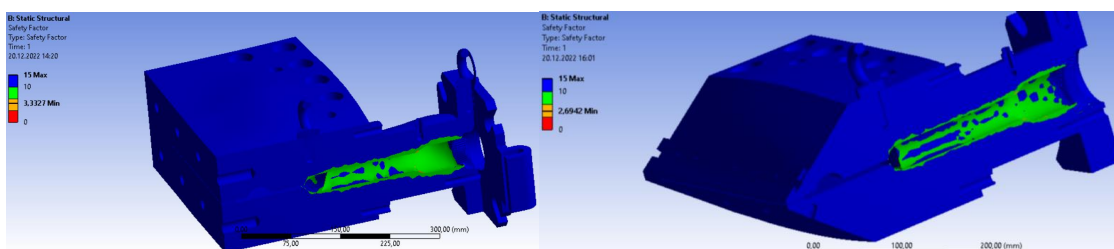


Рис.6.20 – Результат розрахунку еквівалентні напруження.

Після проведення розрахунку отримані результати дають нам змогу зрозуміти, що вибрані параметри деталі повністю задовільняють обрану модернізацію таким чином, що вони задовільняють поставлені перед нею вимоги для забезпечення її ефективної роботи. З результатів розрахунку видно що найбільші загальні деформації сягають 0.04 мм і є найбільшим навантаженням. Еквівалентні напруження задовільні. Тому деталь придатна для подальшого використання у виробництві усього спектру полімерної продукції.

6.4. Підтвердження працездатності модернізованого вузла

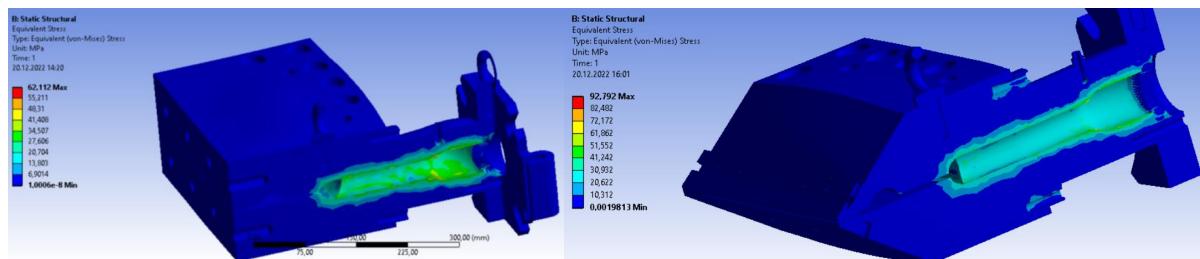
З огляду на те що обидва вузли мали однакові навантаження висновок про працездатність зробимо за результатами розрахунку коефіцієнту безпеки та еквівалентних напруженнях порівняння яких можна побачити рисунках 6.21 та 6.22.



а) модернізована головка;

б) базова головка.

Рис.6.21 – Порівняння коефіцієнтів запасу міцності головок.



а) модернізована головка;

б) базова головка.

Рис.6.22 – Порівняння еквівалентних напружень головок.

Згідно результатів коефіцієнт запасу міцності модернізованої головки 3,33,а коефіцієнт базової головки 2,69. Значення еквівалентних напружень при однаковому навантаженні максимальны напруження на модернізовану головку 62,11 МПа ,а на базову головку 92,79 МПа. Отже робимо висновок враховуючи те що при практичному розрахунку базова головка підтвердила свою працездатність,а модернізована головка може витримати більше навантаження ніж базова то працездатність підтверджена.

Висновки

В магістерській дисертації здійснено проектування екструдера 45×25 що входить до складу лінії виробництва листових виробів.

Магістерська дисертація містить Вступ, Призначення та галузь застосування трубного агрегату, Технологічна лінія для виготовлення листових виробів, Технічна характеристика преса ЧП – 45, Опис конструкції, її основних частин та принципу дії, літературно-патентний огляд, відповідність преса до вимог охорони праці. Приведено розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції екструдера 45×25.

Магістерська дисертація також має наступні розділи для підтвердження розробки та її доцільного застосування у галузевому машинобудуванні, як екструзійний агрегат листових виробів з модернізацією головки: монтаж та експлуатація, старптап. Написані і опубліковані 2 тези за темою магістерській дисертації у збірнику XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції ІХФ «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки» 13-14 грудня 2022 р.

Модернізацією даної магістерської дисертації є вдосконалення конструкції екструдера, а саме встановлення модернізованої формуючої головки в основі якої ціль збільшити функціональні можливості головки. Працездатність модернізації підтверджена розрахунком виконаним в сучасній програмі моделювання ANSYS.

В проєкті виконані креслення: лінія для виробництва листових виробів, прес ЧП45×25, плоскощільова формуюча головка модернізована, плоскощільова формуюча головка.

До креслень додається комплект специфікацій

Література

1. Басов Н. И., Казанков Ю. В., Любартович В. А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Машины и аппараты химических производств" и "Машины и технология переработки полимерных материалов в изделия и детали" - М: Химия, 1986. – 488 с., ил.
2. Шенкель Г. Шнековые прессы для пластмасс – Л. ГИХП, 1962. С.74
3. Патент №102027 Україна, В29С 47/16, Формуюча головка екструдера з регулюванням перепадом тиску/ Носко С.В., Шевчука О.А, опубл. 12.10.2015.
4. Патент №128757 Україна, В29С 47/00, В29С 47/70, В29С 47/12, Формуюча головка екструдера/ Сацердотов А.О.,Двойнос Я.Г., опубл. 10.10.2018.
5. Авторське свідоцтво 138653 SU, В29С 47/14, В29С 47/18, Екструзійна плоскощільова головка/ Вдовенко П.К., опубл. 23.03.1988.
6. Авторське свідоцтво 1395521 SU, В29С 47/12, В29С 47/18, Екструзійна плоскощільова головка/ Шевченко А.В.,Гетманенко Н.Ф., Лиресев С.Ф., Соловьев А.И., опубл. 15.05.1988.
7. Авторське свідоцтво 1595664 SU, В29С 47/16, В29С 47/18, Головка екструдера для переробки пластмас/ Сенатос В.А.,Лавренюк Е.К., опубл. 30.09.1990.
8. Патент №110744741 CN, В29В 9/04, В29С 4/08, Двухвалковий екструзійний гранулючий пристрій/ Цзен Гуаншен, Цзян Тайцзюнь,Инь Чен, Мен Цун, опубл. 11.17.2019.
9. Патент №204431755 CN, В29D 7/01, Лінія виробництва пластмасових листів/ Ту Бихун,Хуан Цзяньюй, опубл. 12.02.2015.
- 10.Патент №209718568 CN, В29С 48/31, Екструзійна головка плоскощільового типу / Лю Цзюнь, Гуань Цзиндан опубл. 18.03.2019.
- 11.Патент №210453651 CN, В29С 48/09, , В29С 48/25, В29L 23/00, В29К 23/00, Екструдер для виробництва поліетиленових труб з регульованими головками / Хе Бинлян, опубл. 26.08.2019.

12. Патент №2251485 RU, B29C 47/16, Екструзійна плоскощільова головка з регульованим профілем формуючого каналу / Остриков А.Н.,Платов К.В., Попов А.С.,Соколов И.Ю., опубл. 10.05.2004.
- 13.Щербина В.Ю., Швачко Д.Г. "Вплив теплоізоляції футерівки на теплообмін обертових апаратів". Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2022. №2(21). с. 22-33. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.2.2022.260342>
- 14.Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс]: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
- 15.Юдіна Н.В. Міждисциплінарні платформи стартап-проектів [Електронний ресурс] // Міждисциплінарні дискусії : Матеріали науково-теоретичного семінару «Міждисциплінарні дослідження: теоретико-методологічні виміри», 5 грудня 2017 р. – Київ, Київський національний університет імені Тараса Шевченка Інститут міжнародних відносин Навчально-науковий центр «Синтез». – 2017. – С. 20-24. -
- 16.Юдіна Н. В. Визначення циклічних залежностей в економіці України на основі аналізу окремих макроекономічних показників. Економічний Вісник НТУУ «КПІ». №13(2016).
- 17.Юдіна Н. В. «Дорожня карта» підприємства у контексті футурології техногенної економіки. Традиції і інновації. [Електронний ресурс] / Н. В. Юдіна // Інновації та фундаментальні науки в умовах техногенної економіки : зб. матеріалів міждисциплінар. наук.-практ. конф., Київ, 25 листоп. 2016 р. / [уклад. Л. І. Юдіна]. – К., 2016.
- 18.Іванніков В.Е., Борщик С.О. Модернізація плоскощільової головки екструдера// Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки: зб. наук. праць за матеріалами XIV Всеукр. наук.-практ.конф. (Київ, 13-14 грудня 2022 р.). - К: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2022.
- 19.Іванніков В.Е., Борщик С.О. Модернізація плоскощільової головки екструдера// Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки: зб. наук. праць за матеріалами XIV Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 13-14грудня 2022 р.). - К:НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»,2022.

20. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс]: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
21. Маркетинг стартап-проектів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для усіх спеціальностей другого освітнього ступеню «магістр» / С. О. Солнцев, О. В. Зозульов, Н. В. Юдіна, Т. О. Царьова, Н. В. Язвінська ; за заг. ред. С.О. Солнцева ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 3,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 218 с. URL : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27437>
22. Yudina N.V. Methods of the Startup-Project Developing Based on ‘the Four-Dimensional Thinking’ in Information Society. Marketing and Management of innovations. – 3’2017, - P. 245-256. - DOI:10.21272/mmi.2017.3-23 - Access mode : <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/journals/2017/3/245-256>.
23. Щербина В.Ю., Гондлях О.В., Сівецький В.І. Іжиніринг інноваційних технологій та обладнання. Механічне обладнання для виробництва в'язучих будівельних матеріалів [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022. – 147 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45720>

Додаток А

Специфікації

		Перв. примен.			Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
		Формат	Зона	Поз.						
Справ. №										
						<u>Документація</u>				
		A1			ЛП11мп.04 7243.001-70ВЗ	Загальний вигляд	1			
						Складальні одиниці				
				1		Рама	1			
				2		Кожух корпуса	1			
				3		Корпус	1			
				4		Воронка	1			
						завантажувальна				
				5		Черв'як	1			
Погр. и дата		A1		6	ЛП11мп.04 7242.002-70СК	Формуюча головка	1			
						Деталі				
				6		Втулка	1			
				7		Станина	1			
						Стандартні вироби				
				8		Болт М14х60	4			
				9		Болт М12х60	2			
				10		Болт М12х40	4			
				11		Болт М12х50	1			
		12		Болт М8х20	12					
		13		Гайка Ø20	4					
Инв. № подл.						ЛП11мп.04 7243.100-70				
		Изм	Лист	№ докум.	Подпись				Дата	
		Разраб.	Иванников В.Е				Экструзийный агрегат листовых виробів з модернізацією головки	Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Барщик С.О						1	2
		Н.контр.						НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІХФ		
Утвердил	Барщик С.О									

Копировал

Формат А4

[illegible]

	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.					<u>Документація</u>		
	A1			ЛП11мп.047242.002-70СК	Сборочне креслення	1	
Справ. №					Деталі		
			1		Фланець	1	
			2		Решітка	1	
			3		Адаптер	1	
			4		Кришка	1	
			5		Корпус	1	
			6		Гільза	1	
					Стандартні вироби		
			7		Болт М14х60	4	
			8		Винт М10х40	4	
Погр. и дата			9		Винт М10х20	7	
			10		Винт М8х30	13	
			11		Рим-Болт М16	2	
			12		Винт М20х120	10	
Инв. № дубл.			13		Штифт М20х140	4	
Взам. инв. №							
Погр. и дата							
Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЛП11мп.047242.200-70	
	Разраб.	Иванніков В.Е					
	Пров.	Борщик С.О				Формуюча головка экструдера	
	Н.контр.						
	Утвердил	Борщик С.О				Лит. Лист Листов 1 1	
						НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІХФ	

Копировал

Формат А4

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание			
						Документація					
		A1			ЛП11мп.047242.003-70СК	Сборочне креслення	1				
						Деталі					
Справ. №			1			Фланець	1				
			2			Решітка	1				
			3			Адаптер	1				
			4			Кришка	1				
			5			Корпус	1				
			6			Формуюча плита	1				
			7			Гільза	1				
						Стандартні вироби					
Погр. и дата			8			Болт М14х60	4				
			9			Винт М10х40	4				
			10			Винт М20х55	14				
			11			Рим-Болт М16	2				
Инв. № дубл.			12			Винт М20х120	10				
			13			Штифт М20х140	4				
Взам. инв. №											
Погр. и дата											
Инв. № подл.		Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЛП11мп.047242.300-70				
		Разраб.	Иванніков В.Е				Формуюча головка экструдера зі змінним соплом (модернізована)		Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Борщик С.О							1	1
		Н.контр.					НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІХФ				
		Утвердил	Борщик С.О								

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
						<u>Документація</u>			
		A1			ЛП11мп.047242.002-70СК	Сборочне креслення	1		
						Деталі			
Справ. №			1			Фланець	1		
			2			Решітка	1		
			3			Адаптер	1		
			4			Кришка	1		
			5			Корпус	1		
			6			Гільза	1		
			7			Рухома пластина	1		
						Стандартні вироби			
Погр. и дата			8			Болт М14х60	4		
			9			Винт М10х40	4		
			10			Винт М12х60	2		
			11			Винт М12х160	2		
Инв. № дубл.			12			Винт М20х120	10		
			13			Рим-Болт М16	2		
			14			Штифт М20х140	4		
Взам. инв. №									
Погр. и дата									
Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.		Подпись	Дата	ЛП11мп.047242.400-70		
	Разраб.	Иванніков В.Е							
	Пров.	Борщик С.О				Формуюча головка экструдера з регулюючими губками (модернізована)	Лит.	Лист	Листов
								1	1
	Н.контр.						НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІХФ		
	Утвердил	Борщик С.О							

Копировал

Формат А4

Додаток Б

Тези

Модернізація плоскощільової головки екструдера

Іванніков В.Е., студент; Борщик С.О., ст. викл.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, м. Київ

Запропоновано вдосконалення плоскощільової формуючої головки екструдера для збільшення її можливостей, регулювання товщини вихідної продукції та мінімізації людського втручання, внаслідок чого очікується зменшення вартості лінії та розширення можливостей самої голівки, а саме калібрування товщини при виготовленні листових виробів, а також зменшення кількості формуючих головок для різних задач.

В [1, 2] наведено типові конструкції екструзійних головок для екструзійного агрегату. Недоліком цих конструкцій є те що вони мало ефективні, та мають вузький спектр використання. З метою покращення базової конструкції пристрою розглянемо ідеї [3-5] та на їх базі будемо наступну конструкцію.

На основі [4] з метою розширення функціоналу запропоновано модернізацію плоскощільової екструзійної головки, яка дозволить встановлювати товщину вихідного матеріалу з 1 мм до 3 мм, але діапазон цих значень можливо розширити в залежності від об'єму головки. На рис. 1 конструктивно зображено модернізацію формуючої головки екструзійного агрегату.

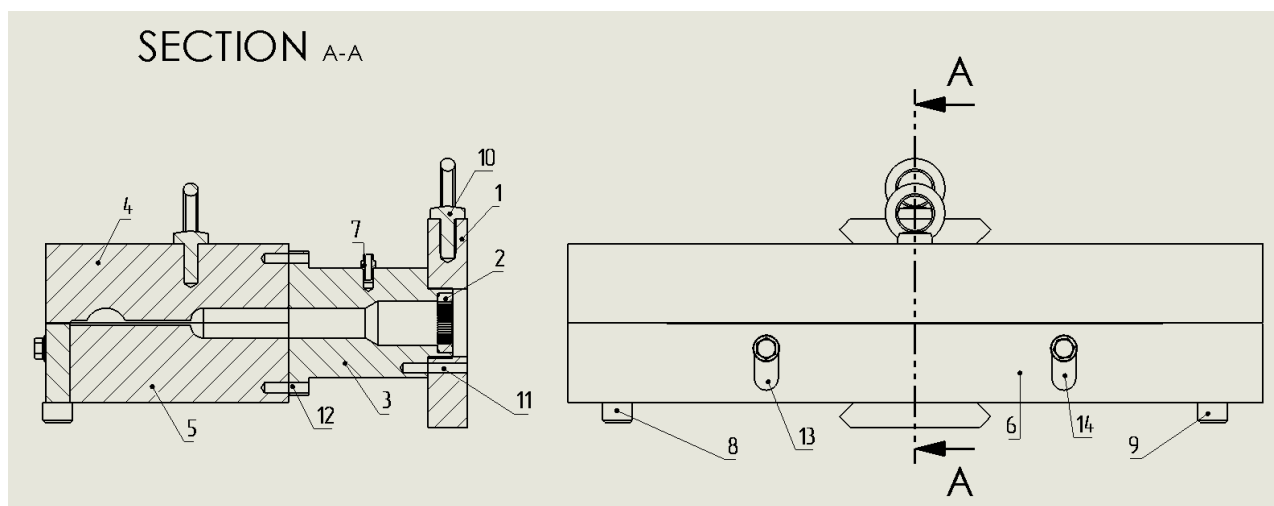


Рисунок 1 – Модернізація формуючої головки екструзійного агрегату.

Матеріал з екструдера проходить через решітку 2, яка закріплена у адаптері 3. Далі він потрапляє у головку, яка складається з корпусу 5, кришки 4 та з'єднується з адаптером болтами 12. Корпус 5 складається з основної частини 5 та регульованої плити 6. Формуюча головка закріплена фланцем 1 до екструдера болтами 11. Фланець 1 встановлено на адаптер 3 за допомогою різьби. Регулювання вихідного отвору головки відбувається за рахунок гвинтів 8 і 9, а направляючі

виконані у вигляді болтів 13 і 14. Принцип роботи плити регулювання б такий самий як і у тисків. Рим болти 10 встановлені для полегшення встановлення та демонтажу формуючої головки.

Пропонована корисна модель [4] дозволить розширити асортимент вихідних виробів. Також дана модель відрізняється зручністю і простотою у виготовленні та експлуатації, дає можливість розширити функціонал головки.

Перелік посилань

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирования оборудования для производства и переработки полимерных материалов: Учеб. для вузов. – М.: Химия, 1986.-488 с.
- 2.Шенкель Г. Шнековые прессы для пластмасс– Л. ГИХП, 1962. С. 74.
- 3.Авторське свідоцтво №1382653 А1, МПК В29С47/14, В29С47/18,опубл.23.03.1988
- 4.Пат.СN №209718568 U, МПК В29С48/31 ,опубл.03.12.2019.
- 5.Пат.RU №2251485 С1, МПК В29С 47/16,опубл.10.05.2005

Модернізація плоскощільової головки екструдера

Іванніков В.Е., студент; Борщик С.О., ст. викл.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, м. Київ

Запропоновано вдосконалення плоскощільової формуючої головки екструдера для збільшення її можливостей, регулювання товщини вихідної продукції та мінімізації людського втручання, внаслідок чого очікується зменшення вартості лінії та розширення можливостей самої голівки, а саме калібрування товщини при виготовленні листових виробів, а також зменшення кількості формуючих головок для різних задач.

В [1, 2] наведено типові конструкції екструзійних головок для екструзійного агрегату. Недоліком цих конструкцій є те що вони мало ефективні, та мають вузький спектр використання. З метою покращення базової конструкції пристрою розглянемо ідеї [3-5] та на їх базі будемо наступну конструкцію.

На основі [4] з метою розширення функціоналу запропоновано модернізацію плоскощільової екструзійної головки, яка дозволить встановлювати товщину вихідного матеріалу, в залежності від об'єму головки можливо встановити пластину будь-якого товщини вихідного отвору. На рис.1 конструктивно зображено модернізацію формуючої головки екструзійного агрегату.

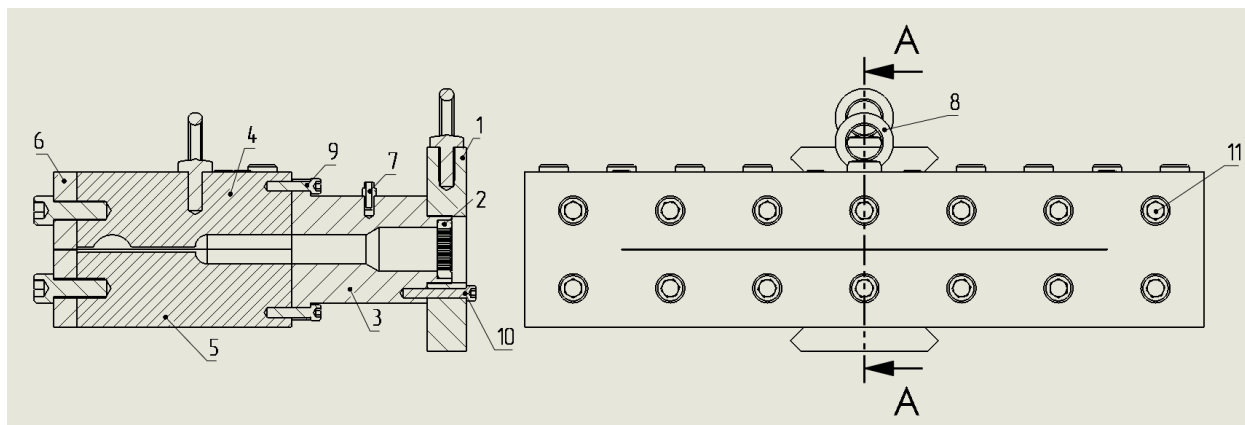


Рисунок 1 – Модернізація формуючої головки екструзійного агрегату.

Матеріал з екструдера проходить через решітку 2, яка закріплена у адаптері 3. Далі він потрапляє у головку, яка складається з корпусу 5, кришки 4 та з'єднується з адаптером болтами 9. Формуюча головка закріплена фланцем 1 до екструдера болтами 10. Фланець 1 встановлено на адаптер 3 за допомогою різьби. Регулювання вихідного отвору головки відбувається за рахунок плити 6, яка закріплена до кришки 4 та корпусу 5 гвинтами 11. Так як плита 6 закріплена гвинтами 11, вона легко змінюється в залежності від потрібної товщини. Рим болти 8 встановлені для полегшення встановлення та демонтажу формуючої головки.

Пропонована корисна модель [4] дозволить розширити асортимент вихідних виробів. Також дана модель відрізняється зручністю і простотою у виготовленні та експлуатації, дає можливість розширити функціонал головки.

Перелік посилань

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирования оборудования для производства и переработки полимерных материалов: Учеб. для вузов. – М.: Химия, 1986.-488 с.
- 2.Шенкель Г. Шнековые прессы для пластмасс– Л. ГИХП, 1962. С. 74.
- 3.Авторське свідоцтво №1382653 А1, МПК В29С47/14, В29С47/18,опубл.23.03.1988
- 4.Пат.СN №209718568 U, МПК В29С48/31 ,опубл.03.12.2019.
- 5.Пат.RU №2251485 С1, МПК В29С 47/16,опубл.10.05.2005