

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра механічної інженерії та

технології машинобудування

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Король Євгеній Геннадійович

УДК 621.74.04

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОДНОЧЕРВЯЧНОГО ПРЕСУ ДЛЯ
ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛАСТИКОВИХ ТРУБ ТА ФАСОННОЇ
ФУРНІТУРИ ВОДОГОНІВ

133 – Галузеве машинобудування

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело.

Керівник роботи
Б.А. Шелудченко
К.т.н., професор

Житомир- 2025

ЗМІСТ

Анотація	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ I Застосування черв'ячного пресу в технологічному процесі виробництва водогінних труб	8
1.1. Особливості сучасного використання пластикових сантехнічних виробів.....	8
1.2. Технологія виробництва та властивості використовуваних матеріалів.....	9
1.3. Задачі роботи	15
РОЗДІЛ II. Технічні характеристики і особливості конструкції одночерв'ячного пресу	16
2.1. Основні властивості та конструкція пресів екструдерів.....	16
2.2. Робота екструдера при виробництві пластикових труб.....	18
2.3. Висновки за розділом II	21
РОЗДІЛ III Обґрунтування можливої модернізації пресу для виробництва пластикових труб.....	22
3.1. Робота лінії виробництва труб.....	22
3.2. Модернізація пресу за патентом	25
3.3. Висновки за розділом III	26
ВИСНОВКИ	27
Список використаних джерел	28
Додатки	31

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Король Є. Г. **Модернізація одночерв'ячного пресу для виготовлення пластикових труб та фасонної фурнітури водогонів.** – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

В роботі обґрунтована можлива модернізація черв'яка в пресі, який використовують для виробництва поліпропіленових сантехнічних виробів (труби різного діаметра). Модернізація запропонована з метою зменшення вібрацій і навантаження на робочі органи пресу, покращення якості продукції та збільшення ресурсу обладнання.

Ключові слова: *ОДНОЧЕРВ'ЯЧНИЙ ПРЕС, ЧЕРВ'ЯК, ДИСКРЕТНІ ПАЗИ, ТЕРМОПЛАСТИ, ПРОЕКТУВАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, РОЗРАХУНКИ, ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.*

SUMMARY

Korol E. G. **Modernization of a single-worm press for the production of plastic pipes and shaped fittings for water supply systems.** – Qualification work in the form of a manuscript. Qualification work for the degree of bachelor in specialty 133 – Industrial mechanical engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The paper substantiates the possible modernization of the worm in the press, which is used for the production of polypropylene sanitary products (pipes of various diameters). The modernization is proposed to reduce vibrations and load on the working parts of the press, improve product quality and increase the resource of the equipment.

Keywords: *SINGLE-WORM PRESS, WORM, DISCRETE GROOVES, THERMOPLASTS, DESIGN, MODERNIZATION, CALCULATIONS, PATENT RESEARCH.*

								Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				

ВСТУП

За останні роки застосування пластикових виробів поширюється в різноманітних галузях сільського господарства і промисловості. У будівельній галузі такі вироби використовуються перш за все у водогінних та каналізаційних системах за такі властивості як довговічність, стійкість до корозії та легкість.

Пластикові труби застосовуються в системах зрошення та осушення сільськогосподарських угідь, нафтовій та газовій промисловості, де використовують їх хімічну та температурну стійкість, а також для захисту комунікацій та кабелів.

В основі технології виробництва пластикових труб лежить процес екструзії розплавленої маси спеціальним пресом — екструдером. Процес пресування відбувається через спеціальну матрицю (фільєру)[1].

Під час роботи пресу виникають умови для вібрації та нерівномірної подачі, що значно впливає на якість готової продукції. Тому прес потребує удосконалення через специфічні умови роботи.

Один з варіантів такого удосконалення черв'яка запропонований в даній дипломній роботі [3].

Об'єкт роботи – робочі процеси виготовлення шляхом екструзії пластикових труб та фасонної фурнітури.

Предмет роботи – одночерв'ячний прес та методи модернізації черв'яка.

Метою даної роботи є проект модернізації черв'яка пресу лінії по виробництву пластикових труб для забезпечення плавного процесу переміщення сировини та підвищеної надійності самого пресу.

Задачі роботи

1. Вивчити особливості сучасного використання пластикових сантехнічних виробів;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

2. Проаналізувати технологію виробництва та властивості використовуваних матеріалів;
3. Визначити основні властивості та конструкційні особливості пресів екструдерів;
4. Обґрунтувати параметри модернізації пресу для виробництва пластикових труб.

Публікації.

Король Є. Г. Особливості виготовлення сантехнічних пластикових труб і фурнітури // Наукові читання – 2025: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 23 квітня 2025 р. Житомир: Поліський національний університет, 2025.

Король Є. Г. Використання технології екструзії при виготовленні пластикових сантехнічних виробів // Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та здобувачів вищої освіти факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2024»

Структура та обсяг роботи. Робота виконана на 31 сторінках друкованого тексту, містить вступ, три розділи, висновки, список літератури, додатки (графічна частина).

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ І.

ЗАСТОСУВАННЯ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСУ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ
ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ВОДОГІННИХ ТРУБ.

1.1. Особливості сучасного використання пластикових сантехнічних виробів.

В сучасному виробництві та будівництві широке застосування замість класичних сталевих труб знаходять пластикові труби. Їх використовують у всіх видах промисловості, водогінних, газових і теплових мережах, сільському господарстві. Головною перевагою перед класичними сталевими та чавунними трубами є перш за все антикорозійна стійкість у будь-яких агресивних умовах, що подовжує строки експлуатації виробів. До інших важливих переваг можна віднести значне зменшення маси труб і фурнітури, а також переваги монтажу складних систем без застосування зварювальних процесів [6].

Загалом пластикові сантехнічні труби мають певні властивості, які виділяють їх в окремий вид сантехнічних виробів:

1. Висока міцність і несприйнятливість до агресивних середовищ;
2. Здатність переносити підвищені температури (аж до 170°C);
3. Мала питома вага і тривалий термін експлуатації.

До таких виробів відносять труби різного діаметру та з різною товщиною стінок, різноманітні повороти з різними кутами, змішувачі та інші сантехнічні деталі, які використовують для подачі гарячої і холодної води, каналізаційних стоків. Певні види труб в залежності від матеріалу можуть використовуватись в технологічному устаткуванні наприклад харчової або хімічної промисловості.

Приклади продукції наведені на Рис 1.1.

До основних матеріалів для виготовлення сантехнічних труб відносять:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- Поліпропілен
- Сталь
- Нержавіюча сталь та мідь
- Полівінілхлорид
- Поліетилен
- Металопластик



Рис 1.1. Види труб і фурнітури

1.2. Технологія виробництва та властивості використовуваних матеріалів.

Для випуску пластикових труб застосовують різні типи матеріалів. Процес виготовлення - екологічно нешкідливий і простий. В основі принципу виготовлення труб з пластику лежить екструзія - процес витискування труб з розплавленого матеріалу за допомогою екструдера [1].

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Нижче наведені основні етапи технологічного процесу екструзії пластикових труб [5]:

1. Вибір сировини: процес починається з вибору відповідних пластикових смол, якими можуть бути PVC (полівінілхлорид), CPVC (хлорований полівінілхлорид), PEX (зшитий поліетилен), PE (поліетилен), або інші відповідні матеріали. Вибір матеріалу залежить від застосування та необхідних властивостей кінцевого продукту.

2. Приготування смоли: Вибрана пластикова смола зазвичай постачається у формі гранул. Ці гранули змішуються з такими добавками, як стабілізатори, пластифікатори, барвники та інгібітори ультрафіолетового випромінювання в точних пропорціях. Ця суміш відома як з'єднання.

3. Екструзія: суміш подається в екструдер, який нагріває та розплавляє її для утворення однорідного розплавленого матеріалу. Екструдер має шнековий механізм, який проштовхує розплавлений пластик через головку, надаючи йому бажану форму та розмір. Для виробництва труб матриця надає трубі форму поперечного перерізу, а потім екструдат охолоджується за допомогою води або повітря.

4. Охолодження та розмір: екстудована пластикова труба швидко охолоджується, щоб затвердіти її форма. Це можна зробити за допомогою водяної бані, вакуумної ємності або повітряного охолодження. Інструменти для вимірювання розмірів використовуються для забезпечення точності та сталості розмірів труби.

5. Маркування та друк: під час або після процесу охолодження виробники можуть друкувати на поверхні труби важливу інформацію, наприклад розмір, стандарти та бренд.

6. Нарізання та укладання: екстудована труба розрізається на потрібні відрізки за допомогою різального обладнання. Потім ці вирізані секції можна скласти в стопку або зв'язати для подальшої обробки.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

7. Контроль якості: протягом усього виробничого процесу проводяться перевірки контролю якості, щоб переконатися, що труби відповідають специфікаціям і стандартам щодо міцності, розміру, форми та інших характеристик. Можуть проводитися неруйнівні випробування, такі як візуальні перевірки, перевірки вимірювань і навіть деякі руйнівні випробування.

8. Додаткові процеси (необов'язково): залежно від конкретного типу пластикового виробу та його передбачуваного використання можуть бути використані додаткові процеси. Наприклад, труби, що використовують для подачі гарячої води, можуть пройти додаткову термічну обробку для підвищення їх термостійкості.

9. Упаковка: після проходження контролю якості пластикові труби упаковуються відповідно до галузевих стандартів і вимог замовника. Упаковка забезпечує захист труб під час транспортування та зберігання.

10. Розподіл: упаковані пластикові труби розповсюджуються оптовикам, роздрібним торговцям або безпосередньо на будівельні майданчики для встановлення.

Труба з полівінілхлориду (ПВХ труба) – перша пластикова труба, яка була використана людиною в інженерних комунікаціях, а саме в системах водопостачання. У 1934 році в Німеччині було налагоджено промислове виробництво ПВХ труб і споруджений перший водогін з них. У даний час ПВХ труби широко застосовуються в зовнішніх і внутрішніх мережах напірного водопостачання. Також їх використовують для безнапірної каналізації та систем електропостачання [2].

Полівінілхлорид, який є основною сировиною для виробництва ПВХ труб, належить до групи термопластів. Його основні складові: вуглець, водень і хлор. Для покращення фізичних і хімічних властивостей виробів з полівінілхлориду до його складу (сировинної суміші) додають спеціальні стабілізатори, наповнювачі та пластифікатори. ПВХ труби для напірного водопостачання виготовляють з

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

непластифікованого полівінілхлориду (НПВХ). Як наповнювач до НПВХ використовується мелена мармурна або інша кошка.

ПВХ труби для напірних водопроводів стандартизовані і виробляються з такими розмірними співвідношеннями стінок: SDR 17, SDR 26 і SDR 41 . Номінальні діаметри ПВХ труб змінюються від 90 до 630 мм, а труби для трубопроводів розраховані на робочий тиск 6, 10 і 16 бар. Труби ПВХ виготовляються в стандартних довжинах 1000, 2000, 3000 і 6000 мм. ПВХ труби для напірних водогонів мають переважно сіре або біле забарвлення [1].

Труби з полівінілхлориду мають наступні властивості та характеристики:

- невелика вага, в кілька разів легше металевих труб;
- не схильні до корозії: стійки до дії кислот, лугів і солей ;
- завдяки високим гідравлічним властивостям, мають прекрасну пропускну здатність;
- мають відмінну міцність і пружність, тому добре переносять гідравлічний удар;
- їх питома теплопровідність близька за значенням до теплопровідності ізоляційних матеріалів;
- нетоксичні, вибухобезпечні, відносяться до пагано горючих матеріалів, їх температура займання вище 500 °С.

Властивості матеріалів, які використовують при виготовленні пластикових труб наведені в тблиці 1.1.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Властивості матеріалів для виготовлення труб

Матеріал виробу	Характеристики	Застосування
Поліетилен (PE)	Мають високу еластичність і міцність. Легко переносять заморозки. Мають підвищену чутливість до ультрафіолету. Плавляться при сильному нагріванні	Холодний водопровід
Поліпропилен (PP)	Еластичні та міцні. Дають гарну герметичність. Стійкі до підвищених температур	Холодне и гаряче постачання води, каналізація, опалення
Зшитий поліетилен (PEX)	Підвищена міцність та витримування великої температури. Мінус - провідність кисню	Внутрішній водопровід, опалювальні системи, зовнішні газопроводи. Мають дуже широкий спектр областей застосування
Полівінілхлорид (ПВХ)	Стійкість до ультрафіолету, невелика вага та несприйнятливості до горіння	Системи перекачування питної води, водно-технічні споруди (басейни)
Металопластик (PEX-AL-PEX)	Легкість та довговічність. Витримує надмірно високу температуру (до 100 градусів). Естетична привабливість	Гаряче та холодне водопостачання, опалювальні системи
Полібутилен	Еластичний матеріал із високою теплопровідністю	Транспортування гарячих рідин

									Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					

Пластик має більшу довговічність, ніж метал. Це пов'язано з мінімальним впливом чинників зовнішнього характеру. Метал спотворюється від корозії, іржавіє і досить швидко зношується під тиском природних явищ та навколишнього середовища [4].

Додатковий плюс пластикових труб – відсутність відкладень солі та осаду. Через відносно недавнє початок застосування матеріалу, реальний термін експлуатації простежити складно. Виробники стверджують, що поліпропіленові труби та аналоги гарантовано прослужать 50 років.

Лінія з випуску труб з пластику включає в себе:

- екструдер;
- верстат для нарізування труб;
- пристрій постачання сировиною;
- охолоджувальні ємності.

Процес виготовлення труб з пластику починається з завантаження гранул сировини в спеціальний бункер екструдера. У бункері сировину розплавляється, а потім видавлюється в заготовку необхідних розмірів. Потім майбутня труба охолоджується і обробляється до необхідного стану.

Екструдовані деталі виготовляються шляхом віджиму гарячої сировини через спеціальну матрицю. Спрощена візуалізація була б схожа на видавлювання виготовлення фаршу за допомогою м'ясорубки [5].

У той час, коли при інших методах формування полімерів розплавлений матеріал доставляється до прес-форми, екструдер пресує розплавлену гомогенну масу полімеру безпосередньо в матрицю (фільєру). У екструзії форма фільєри визначає вид і переріз майбутнього виробу.

Деталі, виготовлені методом екструзії, мають фіксований профіль поперечного перерізу. Приклади екструдованих продуктів включають труби з

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

ПВХ і шланги. Деталі не обов'язково повинні бути круглими, але вони повинні мати однакову форму по всій своїй довжині.

Вартість екструзійного формування є відносно низькою в порівнянні з іншими процесами формування через простоту матриці і самого обладнання.

1.3. Задачі роботи

На підставі виконаного аналізу використання пластикових труб та фасонної фурнітури у водогінних мережах сформульовано такі задачі роботи:

1. Вивчити особливості сучасного використання пластикових сантехнічних виробів;
2. Проаналізувати технологію виробництва та властивості використовуваних матеріалів;
3. Визначити основні властивості та конструкційні особливості пресів екструдерів;
4. Обґрунтувати параметри модернізації пресу для виробництва пластикових труб.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ II.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ОДНОЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСУ

2.1. Основні властивості та конструкція пресів екструдерів.

Найважливішим елементом виробництва будь якої пластикової труби та серцем лінії з виробництва труб є екструдер, який формує трубу з сировини.

Незалежно від того, чи виробляється ПВХ, ПЕ або ПП труби, правильний екструдер необхідний для підтримки стабільного виходу продукції, забезпечення її якості та максимальної ефективності виробництва.

Екструдер - це машина, яка використовується в процесі екструзії пластмас, яка перетворює пластикові матеріали на безперервні форми труб. Процес починається з подачі сировини, зазвичай у вигляді гранул або порошку, бункер екструдера. Матеріал нагрівається і розплавляється в міру просування через шнек, що обертається всередині нагрітого циліндра. Потім розплавлений пластик продавлюється через матрицю, яка надає матеріалу форму безперервної труби (Рис 2.1) [4].

Вибір правильного екструдера для труб залежить від типу матеріалу, з яким ви працюєте, та конкретних вимог до вашого виробничого процесу. Нижче наведено основні типи екструдерів, які використовуються у виробництві труб:

- Одношнекові екструдери для труб. Найбільш поширений тип екструдера, одношнекові екструдери широко використовуються для простих екструзійних завдань, таких як виробництво ПВХ труб. Ці машини ефективні, економічні та ідеально підходять для простих застосувань, де пластиковий матеріал необхідно лише розплавити та надати йому форму.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- Двошнекові екструдери для труб. Двошнекові екструдери забезпечують покращений контроль над потоком матеріалу та ідеально підходять для більш складних застосувань, таких як виробництво багат шарових труб або обробка матеріалів з різними характеристиками. Взаємозалежні шнеки забезпечують більш ефективне перемішування та кращий контроль над процесом екструзії, що робить їх ідеальними для високопродуктивних застосувань.

- Екструдери з високою продуктивністю. Для галузей, що вимагають великого об'єму труб за короткий час, екструдери з високою продуктивністю призначені для більшого об'єму матеріалу. Ці машини оптимізовані для високошвидкісного виробництва за умови збереження точного контролю над розмірами та якістю труб.

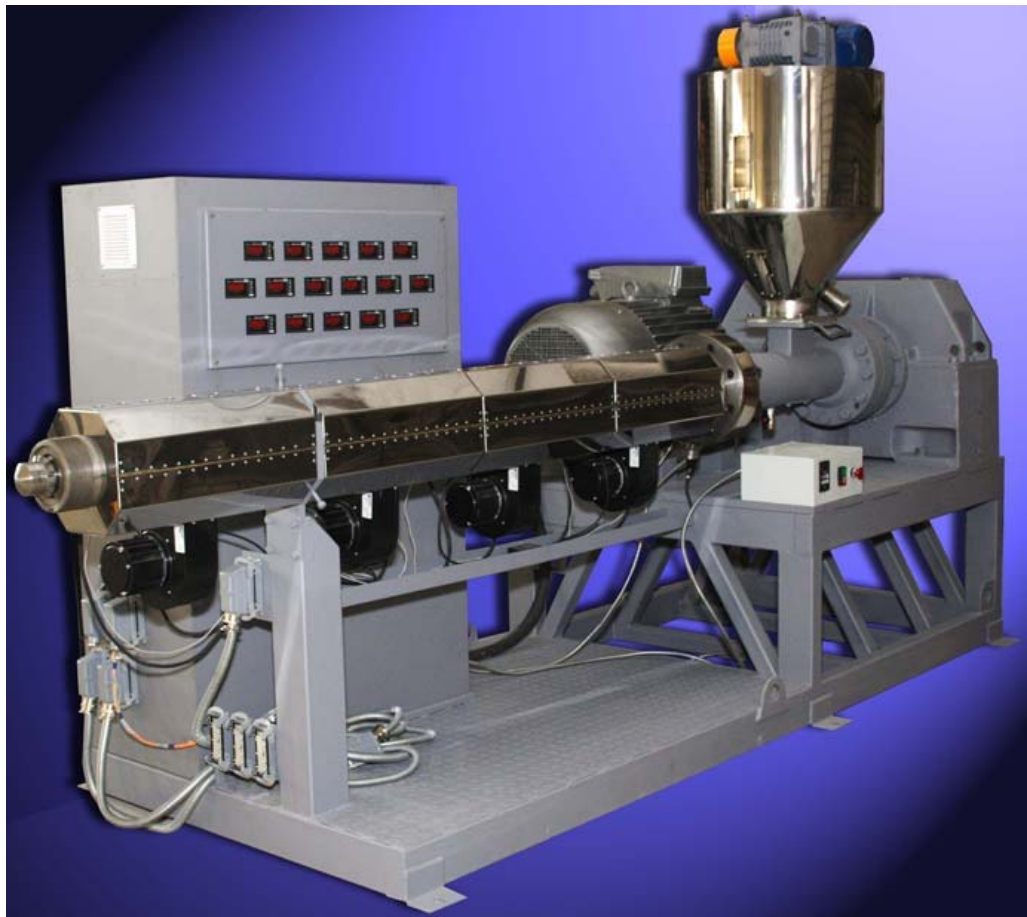


Рис 2.1. Промисловий екструдер для труб.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Якісні екструдери для труб, які дозволяють підвищити ефективність, знизити витрати та покращити якість продукції, повинні відповідати певним вимогам:

- Висока точність: Сучасні екструдерні машини забезпечують точний контроль розмірів труб, гарантуючи стабільну якість та мінімізацію відходів.
- Енергоефективність: Сучасні екструдери для труб розроблені з урахуванням енергоефективності, що знижує експлуатаційні витрати за збереження високої продуктивності.
- Настроюваний дизайн: Гнучкість екструзійних машин дозволяє виробникам створювати труби різних розмірів, товщин та матеріалів, задовольняючи потреби різних галузей.
- Масштабованість: Незалежно від того, чи ви робите невеликі партії або великі обсяги продукції, екструдери для труб можуть масштабуватися відповідно до вимог вашої виробничої лінії.

Ефективність роботи екструдера є вирішальною при проектуванні виробництва труб будь яких об'ємів.

2.2. Робота екструдера при виробництві пластикових труб.

Екструдер для труб - це машина, яка використовується в процесі екструзії пластмас, яка перетворює пластикові матеріали на безперервні форми труб. Процес починається з подачі сировини, зазвичай у вигляді гранул або порошку, бункер екструдера. Матеріал нагрівається і розплавляється в міру просування через шнек, що обертається всередині нагрітого циліндра. Потім розплавлений пластик продавлюється через матрицю, яка надає матеріалу форму безперервної труби (Рис2.2).

Екструдовані деталі виготовляються шляхом віджиму гарячої сировини через спеціальну матрицю. Спрощена візуалізація була б схожа на видавлювання виготовлення фаршу за допомогою м'ясорубки [3].

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

У той час, коли при інших методах формування полімерів розплавлений матеріал доставляється до прес-форми, екструдер пресує розплавлену

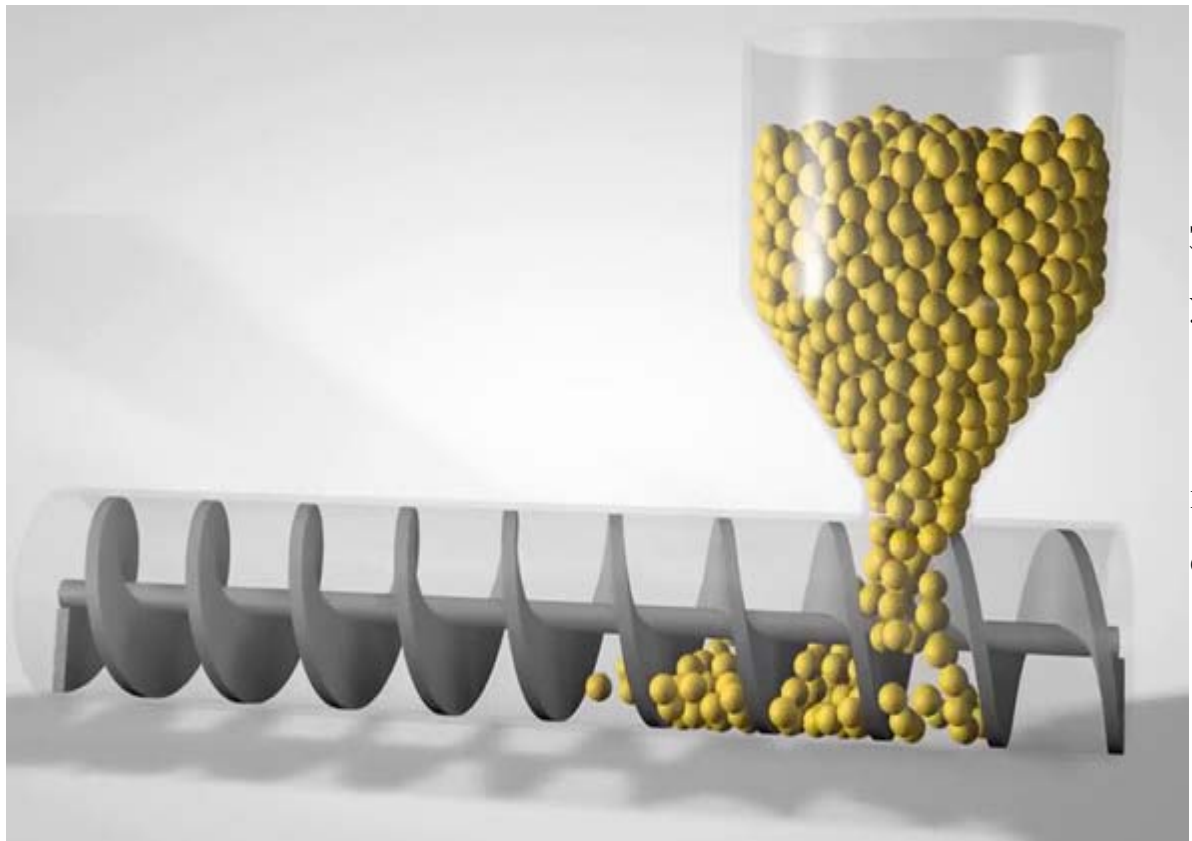


Рис
2.2.
Загр
узка
сир
ови
ни в
екст
руд
ер

ГОМ

огенну масу полімеру безпосередньо в матрицю (фільєру). У екструзії форма фільєри визначає вид і конструкцію майбутнього виробу, а не прес-форма.

Деталі, виготовлені методом екструзії, мають фіксований профіль поперечного перерізу. Приклади екструдованих продуктів включають труби з ПВХ і шланги. Деталі не обов'язково повинні бути круглими, але вони повинні мати однакову форму по всій своїй довжині [4].

Вартість екструзійного формування є відносно низькою в порівнянні з іншими процесами формування через простоту матриці і самого обладнання.

								Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				

Однак процес екструзійного формування має обмеження в розмаїтті виробництва полімерних деталей.

Типовий екструдер для труб складається з кількох важливих компонентів, кожен з яких відіграє свою роль у забезпеченні безперебійної роботи та якості кінцевого продукту:

1. Бункер: Це точка входу для сировинного пластикового матеріалу, через яку гранули або порошок надходять в екструдер.
2. Шнек та циліндр: Шнек усередині циліндра відповідає за транспортування, плавлення та пресування пластику. Дизайн шнека має важливе значення для однорідності матеріалу та ефективності процесу екструзії. Одношнекові екструдери ідеальні для простих матеріалів, а двошнекові екструдери забезпечують більше контролю та гнучкості, особливо для багатошарових чи змішаних матеріалів.
3. Зони нагріву: У циліндрі знаходяться кілька зон нагріву, які забезпечують рівномірне розплавлення матеріалу. Точний контроль температури важливий для запобігання деградації матеріалу та підтримки однорідного потоку.
4. Матриця: Матриця - це частина екструдера, яка надає розплавленому пластику форми труби. Індивідуальні матриці можуть використовуватися для створення труб з конкретними діаметрами та товщинами стінок.
5. Вакуумні калібрувальні баки та охолоджувальні ванни: Після виходу труби з матриці вона проходить через вакуумний калібрувальний бак, який охолоджує та формує трубу. Цей етап гарантує, що труба зберігає правильні розміри та структуру.
6. Транспортні машини: Тягучі пристрої протягують екструдовану трубу через лінію з контрольованою швидкістю. Ці машини синхронізовані з екструдером, що забезпечує безперервне та рівномірне виробництво.
7. Різаки та намотувальні машини: Після екструзії труба повинна бути нарізана на потрібну довжину і намотана для зберігання або

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

транспортування. Ротаційні або планетарні різакі забезпечують точне різання, а напівавтоматичні або автоматичні намотувальні машини гарантують правильне зберігання труб.

Технології, які стоять за екструдерами для труб, постійно розвиваються, та інновації спрямовані на підвищення ефективності та якості процесу екструзії. Деякі з останніх інновацій включають:

- Багат шарова екструзія труб: Ця технологія дозволяє виробникам створювати труби з різними шарами матеріалів, кожен з яких має унікальні властивості, такі як термостійкість або хімічна стійкість.
- Сервопривідне керування: Сервоприводи забезпечують точний контроль над процесом екструзії, що дозволяє досягти більшої стабільності та вищої продуктивності.
- Енергоефективні системи нагрівання: Сучасні системи нагрівання зменшують енергоспоживання за рахунок забезпечення рівномірного та ефективного нагрівання матеріалу.
- Сучасні технології матриць: Розробка нових конструкцій матриць забезпечує більшу гнучкість у типах труб, які можна виробляти, пропонуючи виробникам можливість створювати індивідуальні продукти.

Висновки за розділом II

1. Перспективним напрямком удосконалення екструзії пластикових виробів є сервопривідне керування робочим процесом, що забезпечує точний контроль над процесом екструзії та дозволяє досягти більшої стабільності та вищої продуктивності;
2. Розробка нових конструкцій матриць забезпечує більшу гнучкість у типах труб, які можна виробляти, пропонуючи виробникам можливість створювати індивідуальні продукти.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ III.
ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПРЕСУ ДЛЯ
ВИРОБНИЦТВА ПЛАСТИКОВИХ ТРУБ.

3.1. Робота лінії виробництва труб.

До переваг процесу екструзії перед іншими технологіями є можливість створення складних поперечних перерізів виробів і обробляти крихкі матеріали, оскільки використовує тільки стискаючи і зсувні напруження. Такий процес також дозволяє отримати деталі з високою якістю поверхні.

На Рис 3.1. наведена технологічна схема лінії екструзії для виготовлення гладких труб, де в пресі 1 відбувається нагрів і плавлення гранульованої сировини, її подальше стискання і гомогенізація.

Головка 2 формує заготовку, якій в калібраторі 3 надається задана форма і розміри.

Основою даної лінії є одночерв'ячний прес, конструкція якого наведена на рис 3.2. Важливою частиною процесу є забезпечення теплового режиму і розплав сировини. Зонні нагрівачі 5 забезпечують розплав полімеру, а через пристрій 10 для внутрішнього охолодження черв'яка подається і відводиться вода.

У ванні 4 відбувається остаточне охолодження труби. Тягнучий пристрій 5 забезпечує проходження труби через калібри і охолоджуючі ванни, а пристрій 7 забезпечує відрізання і штабелювання труби.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

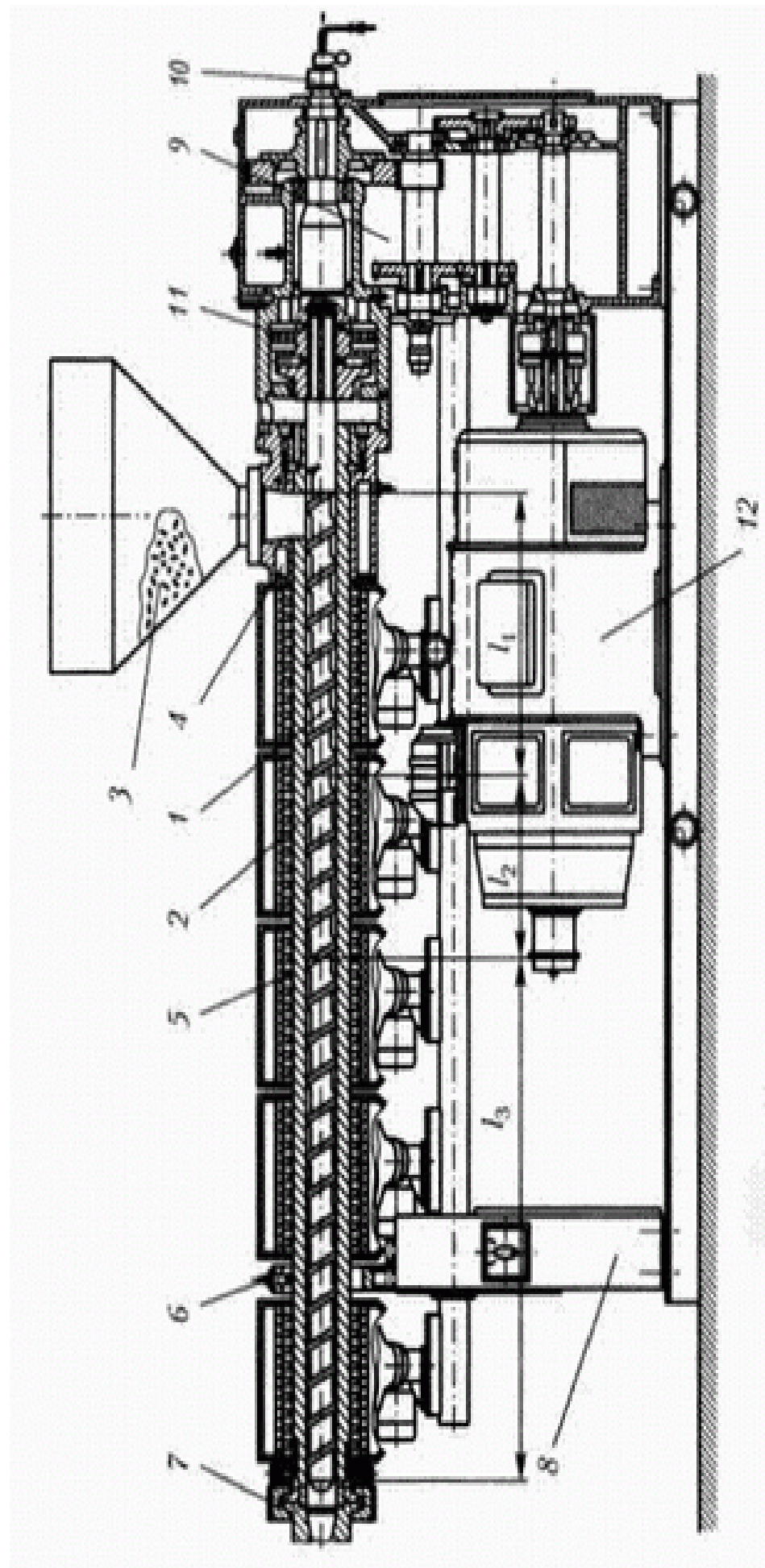


Рис. 3.2. Загальний вид черв'ячного пресу

1 - черв'як; 2-матеріальний циліндр; 3-завантажувальний бункер;

4-охолоджувальні канали; 5-кілецеві зональні обігрівачі; 6-термопар;

7-утворююча головка; 8-корпус екструдера; 9-механічна коробка передач;

10-патрубна труба для відводу охолоджуючої води; 11 - підшипниковий вузол; 12-електродвигун

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

Арк.

3.2. Модернізація пресу

Технічні характеристики пресу наведені в таблиці 3.1. Даний прес забезпечує процес ефективного перемішування розплавленої сировини, але розташування на корпусі черв'яка дискретних поздовжніх пазів вздовж осі призводить до вібрації робочих органів преса (перш за все корпуса і черв'яка) при «набіганні» відповідних пазів циліндричної ділянки черв'яка на порожнини корпусу рис.3.3.

Для модернізації використані рішення за патентом № UA20457U. На кінці черв'яка 4 на циліндричній ділянці 5 та відповідній стінці корпусу 8 нанесені повздовжні пази, глибина яких змінюється по довжині. Особливістю є те, що глибина пазів, які нанесені на черв'як і глибина пазів корпусу змінюються в оберненому порядку та під кутом один до одного

Таблиця 3.1.

Технічні характеристики одночерв'ячного пресу

№	Параметр	Позначення	Одиниці	Значення
1	Загальна довжина черв'яка	l_p	мм	3750
2	Діаметр черв'яка	D	мм	125
3	Потужність	N	кВт	9,5
4	Частота обертання	f	хв-1	10

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

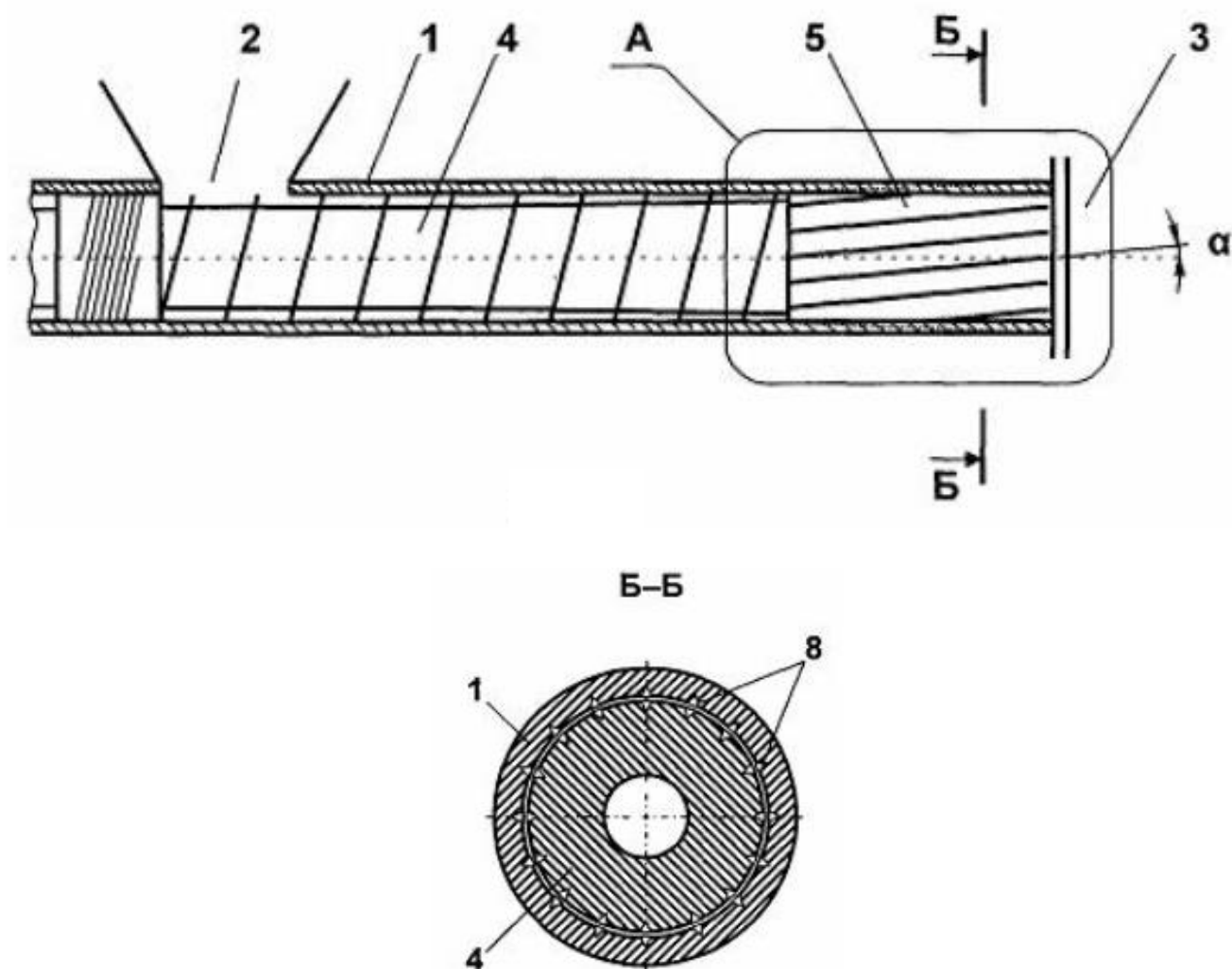


Рис 3.3. Повздовжній розріз модернізованого пресу

Таке рішення дає зменшення поштовхів та вібрації при перемішуванні та видавленні термопласту.

3.3. Висновки за розділом III

1. Модернізований прес забезпечує процес ефективного перемішування розплавленої сировини, але розташування на корпусі черв'яка дискретних поздовжніх пазів вздовж осі

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

призводить до вібрації робочих органів преса (перш за все корпусу і черв'яка) при «набіганні» відповідних пазів циліндричної ділянки черв'яка на порожнини корпусу;

2. Основною ознакою модернізованого пресу є те, що глибина пазів, які наненсені на черв'як і глибина пазів корпусу змінюються в оберненому порядку та під кутом один до одного.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. В роботі розглянута конструкція пресу для переробки термопластичних мас та устаткування для виготовлення фасонних водогінних труб на основі черв'ячного пресу зі змінними фільєрами.

2. Одним з недоліків даної конструкції пресу є поштовхи та вібрації при обертанні червяка пресу, що приводить до неповного перемішування термопластичних мас і вібрації. Ці процеси негативно впливають як на якість продукції, так і на довговічність обладнання.

3. В роботі запропонована модернізація пресу. Модернізований черв'як має повздовжні пази, розташовані на циліндричній ділянці та порожнини на корпусі пресу. Це забезпечує плавний процес перемішування нагрітої термопластичної маси без поштовхів і вібрацій.

4. Запропонована модернізація підвищує якість продукції за рахунок більш повного перемішування сировини і підвищення надійності обладнання при значно знижених поштовхах та вібраціях.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів: навч. посіб. І.О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 200 с.
2. Коваленко І.В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник/ І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. – К.: Інрес : Воля, 2005. – 264 с.
3. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології / І. Мікульонок. с Навч. Посіб. -2-ге вид., переробл. і допов. –К.:ІВЦ «Політехніка»,2002. – 304с.
4. Л.Б. Радченко Переробка термопластів методом екструзії. — К.: Київ, 1999.- 219с.
5. Технологія конструкційних матеріалів / М. А. Сологуб, І.О.Рожнецький, О. І. Некоз та ін. – К. : Вища школа 2002. – 374 с.
6. Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів. –Львів: Світ, 2006.
7. Патент Україна – «Шнековий подавач» F16N 37/00 №18818
8. Патент Україна – «Змішувач шнековий » B01F 7/08 (2006.01) B29B 7/48 (2006.01) B29C 47/40 (2006.01) A21C 1/06 (2006.01) №108118
9. Патент Україна - «Двошнековий прес для переробки насіння» B30B9/16, C11B1/06, 1/08 №40189
- 10.Патент Україна - « Шнековий екструдер» МКП(2006)B29C 47/00 №118845
- 11.Пат. 215467, СРСР, B29C 47/38 (2006.01). Черв'ячний прес, В.А. Ковальчук – №1103914/23-5, заявл. – 19.09.1966, опубл – 01.07.1968.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

12. Пат. 24516, Україна, В29В 11/00, В29С 47/00 (2006.01). Черв'ячний прес для переробки композицій на основі термопластів, Т. М. Новицька; В. В. Лукашова; С. С. Коломієць; С. О. Пристайлов; В. О. Новік; М. О. Люшня – №u200611933, заявл. – 13.11.2006, опубл – 10.07.2007.
13. Пат. 20457, Україна, В29В 7/40, В29С 47/38, В29С 47/60, В29С 47/58 (2006.01). Одночерв'ячний прес для переробки термопластів,
14. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. ЛП71.187246.01-70ДП
15. Ю. Ю. Лукач; І. О. Мікульонок – № u200609023, заявл. – 14.08.2006, опубл – 15.01.2007.
16. Пат. 37689, Україна, В29В7/42 (2006.01). Черв'ячний прес для переробки полімерів, І. Г. Гавришук; С. О. Пристайлов – № u2000041918, заявл. – 04.04.2000, опубл – 15.05.2001.
17. Пат. 214796, СРСР, В29С 47/62 (2006.01). Шнек для черв'ячних пресів для переробки пластмас, В. А. Рукас; Є. С. Кленовський – № 1064524/23-5, заявл. – 29.03.1966, опубл – 24.06.1968.
18. Пат. 1337279, СРСР, В29С 47/38 (2006.01). Шнек для черв'ячних пресів для переробки пластмас, Ю. А. Жданов; П. П. Демін – № 3932162/23-05, заявл. – 22.07.1985, опубл – 15.09.1987.
19. Пат. 184416, СРСР, В29С 47/38 (2006.01). Черв'ячний прес для безперервного отримання пінопластів, С. І. Гдалін; А. Н. Левін; М. Я. Бородін; Р. Б. Цоколаєв; В. В. Томсен – № 782789/23-4, заявл. – 15.06.1962, опубл – 21.08.1966.
20. Пат. 611785, СРСР, В29F3/01 В29F3/08 (2006.01). Черв'ячний прес для отримання пластичних мас, С. І. Гдалін; Б. Л. Осітінський – № 2412868/23-05, заявл. – 18.10.1976, опубл – 22.05.1978.
21. Пат. 3877365, США, В30b 9/12 В30b 1510 (2006.01). Черв'ячний прес з регульованим тиском, Lennart Berggren – № 377210, заявл. – 09.07.1973,

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

опубл – 15.04.1975.

22. Пат. 2817876, США, В30b 9/12 В30b 1510 (2006.01). Черв'ячний прес з регульованим тиском, Amos Gandell; Amedeo De Polo – № 486636, заявл. – 07.02.1954, опубл – 11.02.1955.

23. Солонін А. В. Модернізація черв'яка пресу для переробки термопластів // XIII Всеукраїнська науково-практична конференція : Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки, 7-8 червня 2021 р., Київ. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. С. – .

24. Опис винаходу до патенту. Удосконалений екструдер узбірці №2007117929/12.

25. Опис винаходу до патенту. Механічний девулканізатор безперервної дії № 2012115897/05.

26. Опис винаходу до патенту. Екструдер шнековий №2013148712/05.

27. Опис винаходу до патенту. Екструдер №2017119872

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		