

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут _____ ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра _____ мехатроніки та пакувальної техніки

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)

(підпис) Блаженко С.І.
(прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

(підпис) Соколенко А.І.
(прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ 131 Прикладна механіка
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми _____ машини і ресурсозберігаючі
_____ технології переробки упаковки
на тему: Модернізація гранулятора вторинного поліетилену продуктивністю
200 кг/год

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 15

_____ Щетинін Данило Вікторович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Васильківський Костянтин Вікторович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2020 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 131 Прикладна механіка
(код і назва)
Освітньо-професійна програма машини і ресурсозберігаючі
(назва)
технології переробки упаковки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МПТ
Соколенко А.І.
“8” 04 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Щетініна Данила Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи Модернізація гранулятора вторинного поліетилену продуктивністю 200 кг/год
керівник роботи Васильківський Костянтин Вікторович, к.т.н., доц.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “08” 04 2020 року №260-кв
- Строк подання здобувачем роботи 29.05.2020 р.
- Вихідні дані до роботи Продуктивність машини -200 кг/год.
Вид матеріалу – гранулят.
Вид пакувального матеріалу – поліетелен.
- Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Анотація. Вступ. Літературний огляд. Техніко-економічне обґрунтування.
Опис пропозиції. Розробка кінематичної схеми. Розробка циклограми.
Технологічні, кінематичні, силові розрахунки. Розробка технологічного
маршруту. Монтаж, експлуатація та ремонт машини. Опис блоку управління
машиною. Охорона праці. Висновки. Список використаної літератури.
Додатки.
- Перелік графічного матеріалу
Лист 1 –Гранулятор загальний вигляд
Лист 2 –Гранулятор загальний вигляд
Лист 3 –Головка гранулятора. Складальне креслення
Лист 4 –Лінія переробки полімерів
Лист 5 –Робоче креслення

Зміст

Анотація.....	
Вступ.....	
1. Літературний огляд стану.....	
2. Характеристика перероблюваного матеріалу (ПЕВГ),(ПЕНТ).....	
3. Лінія гранулювання полімерних матеріалів.....	
4. Гранулятор.....	
5. Розрахункова частина.....	
6. Розроблення технологічного процесу виготовлення шківа.....	
7.Монтаж, експлуатація та ремонт.....	
8. Охорона праці.....	
Висновки.....	
Список використаної літератури.....	

					ДП27 ПЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Зміст			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Щетінін Д.В</i>								
<i>Перевір.</i>		<i>Васильківський</i>								
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Затверд.</i>										
								<i>НУХТ Каф. М та ПТ ПУ-4-</i>		

Вступ

Виробництво та споживання полімерних матеріалів у світі з кожним роком стрімко збільшується. Маючи дуже високі споживчі якості та попит, малу вагу та низьку ціну, ці матеріали знаходять все більш широке попит в якості упаковки. Однак, після використання продуктів, полімерна упаковка стає справжньою проблемою та небезпекою для навколишнього світу, оскільки її утилізація дуже важка та не проста справа.

Утилізація використаної упаковки в світі – це те що потрібно в наш час для збереження екології і економії ресурсів.

Всі матеріали , які беруть участь у виготовленні упаковки, здатні не розкладатися багато десятиліть, зберігання використаної упаковки на смітниках дуже висока та є не доцільною, спалювати їх не бажано та не потрібно, бо виділяють дуже токсичні речовини, які забруднюють атмосферу та впливають на людей. Тому найкращим та найефективнішим рішенням є переробка всієї використаної упаковки, яка сприяє повторно використовувати полімери для виготовлення упаковки хімічної промисловості та добавок їх як вторичної сировини до первинних матеріалів при виготовленні ящиків, піддонів, промислової плівки, посуду для розсади та саджанців, труб, прокату з полімеру, тощо.

Переробка полімерної упаковки є дуже важливим та значним чинником у вирішенні питань раціонального використання енергоносіїв та ресурсів нашої планети, адже всі полімери виготовляють з нафти, якої за підрахунками вистачить на 50-70 років.

					ДП27 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Щетінін Д.В			Вступ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Васильківський						
Реценз.								
Н. Контр.		.						
Затверд.								
						НУХТ Каф. М та ПТ ПУ-4-		

Через те вибір і розробка технологій та обладнання переробки використаної упаковки є одним із надзвичайно важливим і дуже актуальним питанням для всього людства та планети. Одна із напрямленості переробки являється переробка використаної упаковки в гранульований товарний вид.

При цьому технологічний процес забезпечує дроблення плівкових і тонкостінних полімерних відходів, відмивку їх від мінерального бруду і пилу, флотаційний розділ подрібнених кусків матеріалу, віджим від води і рідин та сушку, агломерацію, грануляцію матеріалів і їх упаковку в транспортну тару.

Для переробки всіх полімерів застосовують різного типу пристрої для різання, подрібнювачі, дробарки, мийно-різальні пристрої. Великогабаритні відходи (полімерні ящики, піддони та ін.) подрібнюють роторними дробарками до одержання фракцій, розміри яких задовольняють технологію подальшої переробки. Полімерна тонкостінна упаковка, плівкові відходи малої насипної щільності після подрібнення попередньо ущільнюються на обладнанні технологічної операції агломерації. Остання операція дозволяє одержати сипучий матеріал у вигляді кусків визначеної форми (окатиші) розміром в діаметрі і довжині від 2 до 5мм.

З цією метою надання окатишам однорідної структури та правильної геометричної форми у вигляді циліндрів чи кубиків визначених розмірів від 3 до 8мм їх гранулюють методом пруткової, стренгової і стрічкової грануляції на екструдерах і грануляторах, миють, сушать і розподіляють гранули по фракціям на відповідних пристроях, які входять в склад технологічних ліній переробки полімерних відходів.

Розробка і модернізація подібного обладнання являються дуже актуальною задачею, що сприяє підвищенню його продуктивності, надійності та довговічності в роботі.

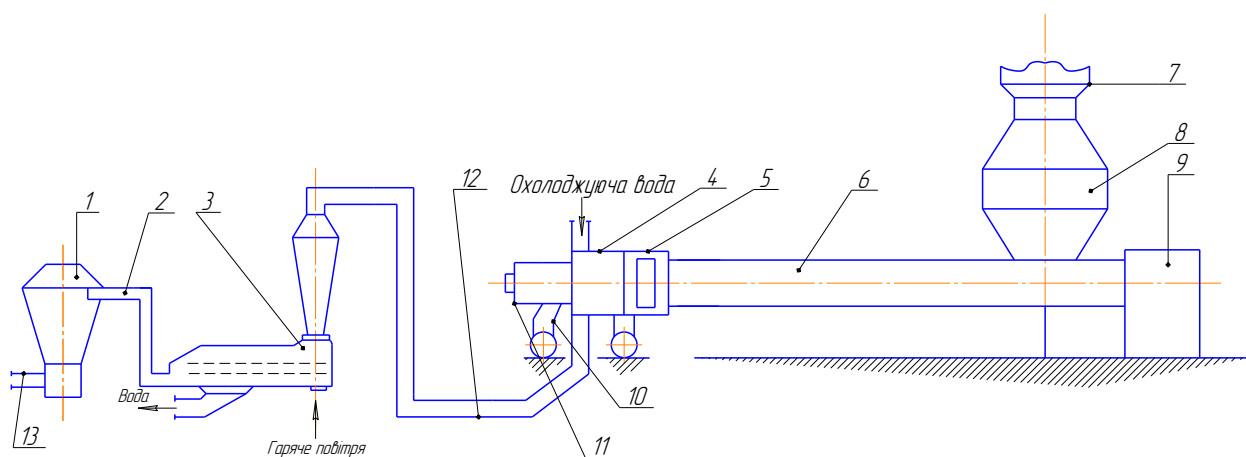
									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

1. Літературний огляд стану питання.

1.1. Гранулятори

Гранулятори бувають як для первинної грануляції, які призначені для надання товарної форми – гранул – вихідного полімерному матеріалу, і гранулятори для вторинної грануляції відходів різних виробництв (литтєвого, трубного та ін.).

На масштабному виробництві ПЄНП гранулятори для первинної грануляції звичайно встановлюють в одну лінію з реактором для полімеризації етилену або одразу під змішувачі, в яких виготовляють композиції на основі поліетилену. При всіх обставинах виготовлення живлення таких грануляторів здійснюється уже готовим розплавом. Їх відмінна риса – порівняно мала відносна довжина черв'яка, яка складає у більшості випадків $8D$, і використання пара або рідкого теплоносія для обігрівання корпуса.



Мал. 1.1. Схема апарата для гранулювання. Тлумачення в тексті

Гранулятор такого типу як на (мал. 1.1.) має продуктивність від 2 до 29 т/год при діаметрі черв'яка 250-600 мм.

Складова цього гранулятора складається з наступних основних частин: корпуса, що обігрівається 6; приймальної воронки 8,

				ДП27 ПЗ			
Заш				Літературний огляд стану питання	Підп	Апр	Апр
Виконав	Щетинін						
Перевірив	Васельківський						
Дата							
П. Кош							
Затверд					НУХТ Каф. М та ПТ ПУ4-15		

з'єднаної безпосередньо з розділювачем низького тиску 7; регулюючого приводу черв'яка 9; гранулюючої головки з фільтром стаціонарного (сітчастого або шибєрного) типу 5; ріжучого пристрою, який в свою чергу складається з ножової головки 4, встановленої на рухомій каретці 10, регулюючого приводу вала ножової головки 11; герметичної водяної камери, де здійснюється різка гранул; системи трубопроводів 12, по яким вода з гранулами транспортується до віброситів 3, на яких здійснюється відділення гранул від конденсатної води, що охолоджується і розподіл гранул по розмірам (фракціонування).

Рух гранул віброситам, гранули розділяються на основний потік і дві фракції: залишені на ситі (гранули занадто великого розміру) і потрапляючи крізь сито (гранули занадто маленького розміру). Основний потік гранул, розміри яких задовольняють вимоги ГОСТа, потрапляють в систему пневмотранспорту 2, проходить через осушувальний циклон 1 і направляється по пневмоприводу 13 з потоком сухого повітря приймальні бункера (ємність кожного такого бункера може складати 150-250 м³). Гранули занадто великих і занадто маленьких розмірів потрапляють через свій циклон в систему пневмотранспорту, по якій вони направляються в прийомний бункер для некондиційної продукції, яка піддається вторинній обробці.

В табл. 1.1. наведені технічні характеристики сучасних екструзійних агрегатів для гранулювання.

Конструкції грануляторів розрізняють за способом охолодження і різки гранул:

	Продуктивність т/год	Діаметр черв'яка, мм
Різка у водному середовищі	До 30	600
Гаряча різка на решітці з наступним охолодженням у водяному кільці	До 5,5	320
Гаряча різка на решітці з повітряним охолодженням гранул	До 2,5	250
Подрібнення охолоджених прутків (стренговий спосіб)	До 2,5	250
Різка (подрібнення) охолоджених у воді смуг	До 1,5	160

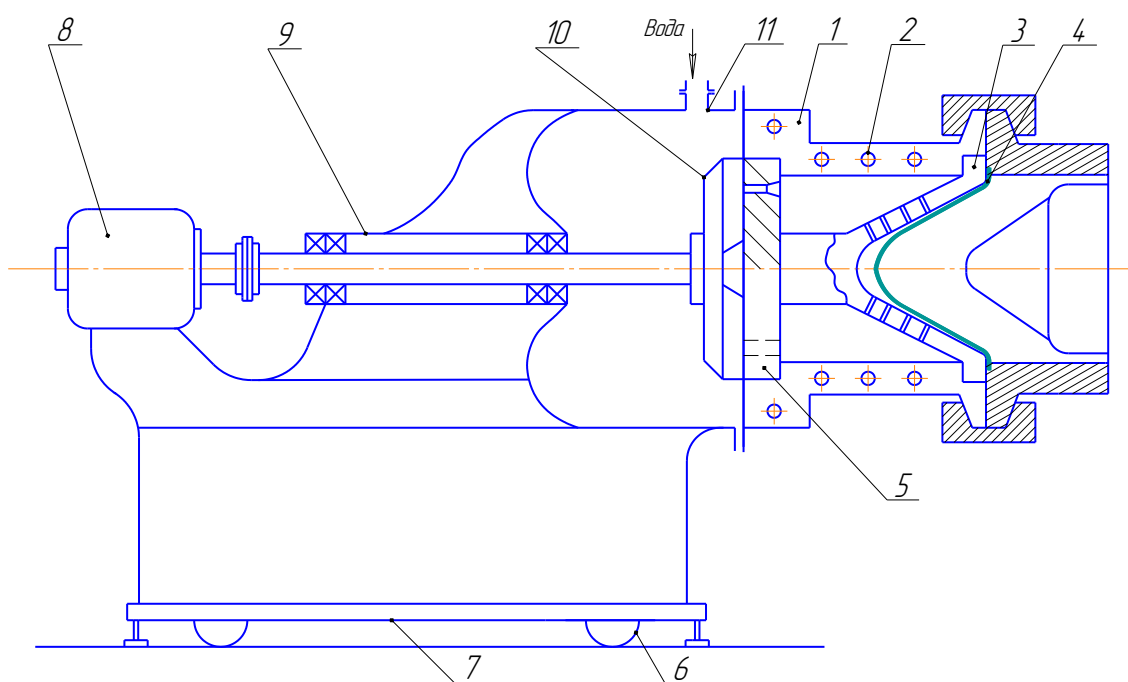
Таблиця 1. 1

Тип агрегата	Тип еструдера	Вид переробного матеріалу	Продуктивність т/год	Потужність, кВт		Габаритні розміри (довжина, ширина, висота), мм	Маса, т
				електродвигунів	нагрівачі		
АПО Т-63	4ПСк63 ×20	Відходи плівки з ПСНП і ПЄВП	0,03	26,3	14	6,8×1,9×3,7	3,6
АПО Т-9013	4ПСк63 ×20	Відходи капрона	0,1	86,0	46	12,5×2,9×3,6	9,2
АПО Т-90	4ПСк63 ×20	Відходи лавсанової плівки	0,1	82,8	29	12,4×2,9×3,6	9,2
АГП-125	4ПГ125 ×20	Суспензійний ПС	0,2	86,0	11	9,6×2,3×2,6	8,5
АГП200	4ПГ200 ×5	Ударостійкий ПС	0,2	37,1	25	8,2×1,9×3,9	9,3
UWG -15*	KE250×12	ПСНП, який потрапляє у вигляді розплаву з реактора	3,0	380	Масляний обігрів	-	-
UWG -30*	KE350×12	Теж саме	10	780	Теж саме	-	-
UWG -60*	KE600×12	Теж саме	25	2450	Теж саме	-	-

* Агрегати фірми «Берштофф» (ФРГ).

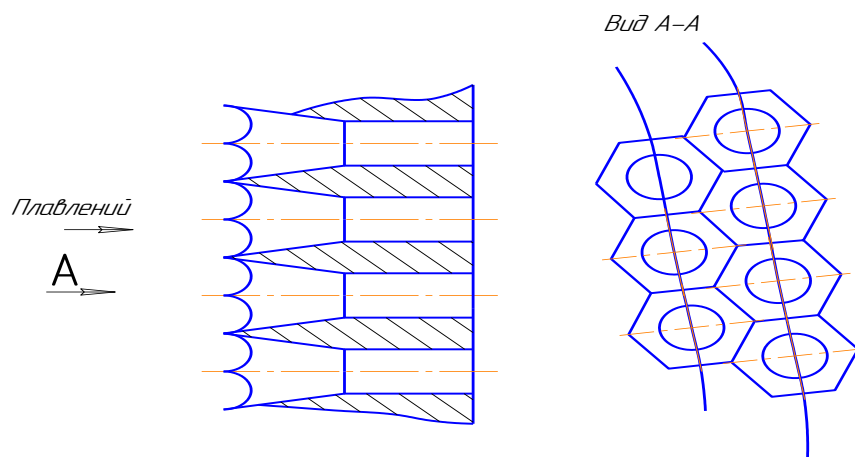
Гранулятор з подвійною різкою (мал. 1.2.) складається з обігрівного корпусу 1 з системою розвідних каналів 2, конічної решітки (філь'єри) 5, герметичної камери 11, ножової головки 10, встановленої на валу 9, двигуна регулюючого приводу 8, рухомої станини 7, оснащеної колесамиб.

При роботі гранулятора гомогенізований розплав з екструдера проходить через пакет сіток по каналам головки і витискається через отвір філь'єри у вигляді циліндричних стержнів у камеру, в якій обертається ножова головка. Ножі рухаються зі швидкістю, яка гарантує відрізання гранул заданої довжини. Швидкість витискання гранул визначається продуктивністю екструдера. Тому частота обертання головки синхронізується зі швидкістю обертання черв'яка.



Мал 1.2. Гранулятор із підводною різкою. Тлумачення в тексті.

Філь'єри гранулятора (мал. 1.3) являють собою диск з отворами діаметром 2,2-3 мм. Кількість отворів в залежності від продуктивності складає від 40 до 2000. Внутрішні поверхня філь'єри, яка обертається назустріч потоку розплаву, виглядає подібно сот через те, що на вході в кожному отворі існує конічна ділянка, його вхідний діаметр вибирається таким чином, щоб стінки конусів, які перетинаються утворювали на вході правильні шестигранники. Завдяки такому розташуванню і формі отворів повністю виключається можливість виникнення в головці зон спокою.



Мал. 1.3. Фільєра гранулятора

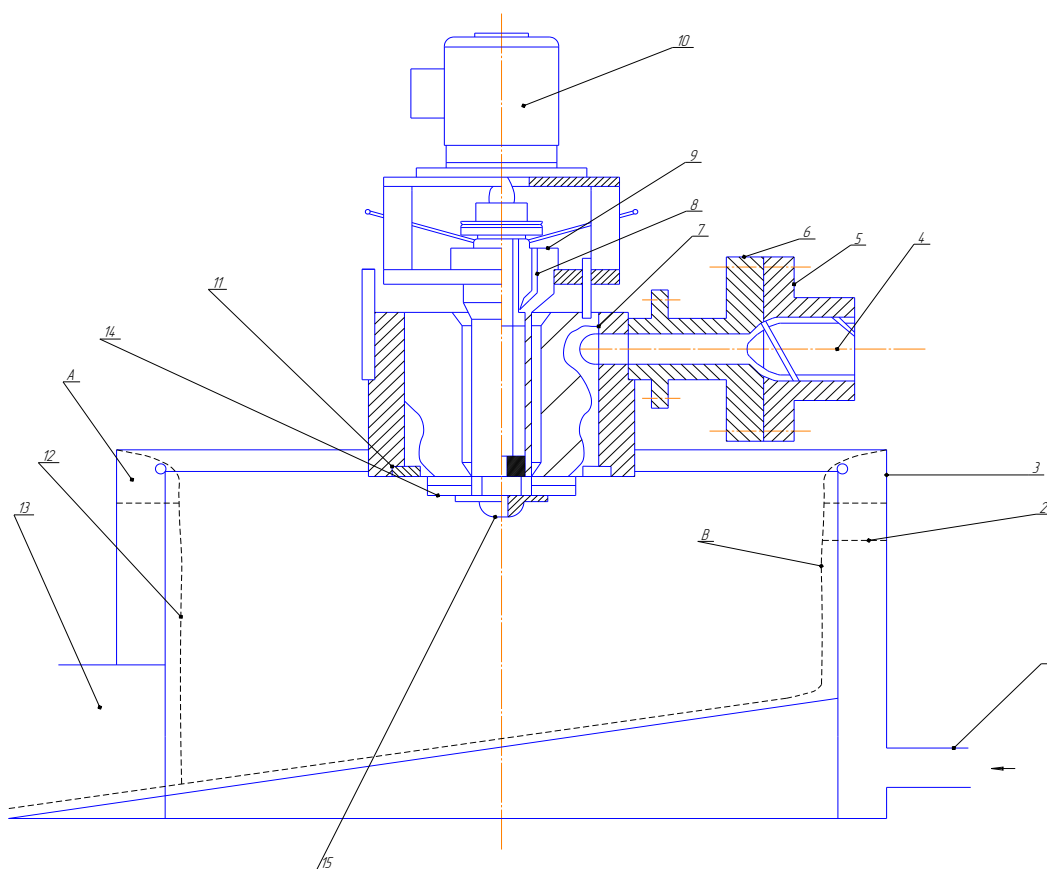
Філь'єри грануляторів з подвійною різкою обігривається насиченою парою (тиск 3-4 МПа). Для цього в тілі філь'єри існують спеціальні канали, розміри і розташування яких підбираються таким чином, щоб не допустити застигання розплаву в отворах філь'єри, особливо в момент запуску, коли поверхня філь'єри зі сторони ножів охолоджується конденсатом, а розплав ще не витискується через головку.

Філь'єри грануляторів для зменшення зношування робочої поверхні виготовляють із спеціальних сталей високої твердості ($HRC > 60$). В деяких випадках робочу поверхню філь'єри зміцнюють наплавом шару твердого сплаву.

Механізм для різки гранул на решітці складається з водяної камери і ножової головки приводом, що регулюється, змонтованих на рухомій станині. Камера являє собою литу або зварну конструкцію з фланцем для з'єднання її з головою, яка гратулюється, з патрубками для підводу і видалення конденсату, змонтованими вікнами, люками і отворами, через які проходить вал пристрою, що розрізає.

Ножова головка призначена для кріплення і обертання ріжучих ножів, кількість яких може становити від 2 до 24. Форму ножів і кут їх встановлення відносно решітки вибирають в залежності від марки пластмаси, що переробляється. Ножі виготовляють із зносостійких сталей, причому твердість ножів має бути на 2-10 одиниць HRC менше твердості філь'єри.

Для регулювання зазору між ножами і філь'єрою ріжучий пристрій оснащено механізмами грубого і тонкого регулювання, оскільки від величини зазору залежить як форма гранул, так і довговічність ножів.



Мал. 14. Гранулятор із охолоджуючим пристроєм типу водяного кільця :
 1 – патрубок підводу води ; 2 – спіральна перегорідка ; 3 корпус водяної камери ;
 4 – черв'як ; 5 – корпус екструдера ; 6 – фланець адаптера ; 7 – корпус гранулюючої
 головки ; 8 – корпус підшипників ножевого вала ; 9 – механізм регулювання зазору між
 фільєром і ножами ; 10 – двигун приводу ножів ; 11 – фільєра ; 12 – внутрішній циліндр ;
 13 – відводчий патрубок ; 14 – ножі ; 15 – ріжуча головка .

В деяких грануляторах з різкою гранул на решітці використовують охолоджуючий пристрій типу водяного кільця (мал. 1.4.) Цей пристрій складається з циліндричного корпусу 3, розташованого співвісно по відношенню до філь'єри 11. Всередині корпусу закріплено циліндр 12. До бічних стінок корпусу тангенціально приварені два патрубки – 1 і 13. Через патрубок 1 під тиском поступає вода, яка формує у просторі між циліндром 12 і корпусом 3 спіральний потік, який, проходячи через щілині А, утворює на внутрішній поверхні циліндра 12 водяний потік В, який притискується до стінок циліндра відцентровими силами. Потік захвачує відрізані ножами 14 гранули і відносить їх через патрубок 13 до пристрою для зневоднення. Зневоднення

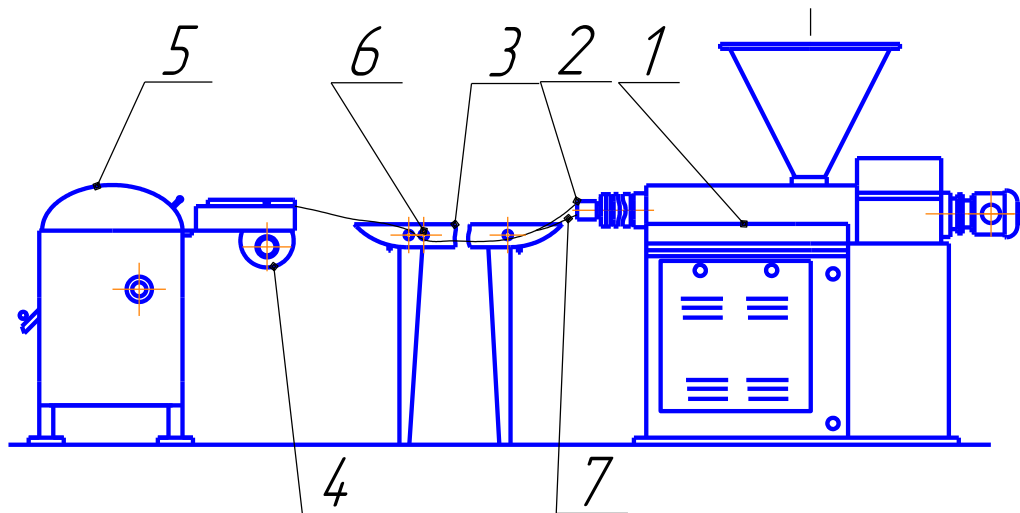
Вібросита, які використовуються в грануляторах з водним охолодженням гранул, комплектують пристроєм для відділення води від гранул, яке являє собою камеру з перемичками для зміни напрямку і зменшення швидкості потоку води похилою решіткою, на якій гранули відділяються від конденсату.

До основних технологічних параметрів процесу гранулювання відносять: продуктивність екструдера, температура і тиск розплаву на вході у філь'єру, температура розплаву на виході з філь'єри, тиск і витрата пари, яка подається для обігріву філь'єри, температура і витрата конденсату в камері, частота обертів ножової головки, величина зазору між ножами і поверхнею філь'єри.

Якість гранул і кількість відходів залежить від правильного вибору і точного підтримання параметрів технологічного процесу.

Гранулятори з водяним охолодженням гранул комплектують збірником конденсату з нагрівниками, насосами для перекачування конденсату із збірника через теплообмінник в камеру різки, трубопроводами, по яких гранули транспортуються водою до віброситу або центрифуги.

Гранулятори, які працюють по механізму різки охолоджених прутків (мал. 1.6.), широко використовуються для гранулювання поліамідів, полістиролу і різних сополімерів стиролу (наприклад, АВС-пластика), поліетилентерефталата, поліетилену високої густини. При цьому методі гранулювання потоки розплаву, який виходить з головки (звичайно числом не більше 20-25) проходять через охолоджуючу ванну і за допомогою гумованих валків, що тягнуться подаються в ріжучий пристрій роторного типу. Необхідний розмір гранул досягається підбором частоти обертання роторів ріжучого пристрою. Торці гранул, які отримання різкою охолоджених прутків, зазвичай мають неправильну форму. Гранулят містить багато пилу і має схильність до утворення зависання у бункерах обладнання, що переробляє. В такому грануляті можуть бути присутні навіть дрібні металеві включення, так як різка охолоджених прутків супроводжується помітним зношуванням ножів.



Мал. 16. Схема гранулятора із різкою охолоджених прутків :

1 – екструдер ; 2 – пруткова головка ; 3 – охолоджуюча ванна ;
 4 – повітряна сушилка ; 5 – роторна дробилка ; 6 – направляюча головка ;
 7 – жгути полімера .

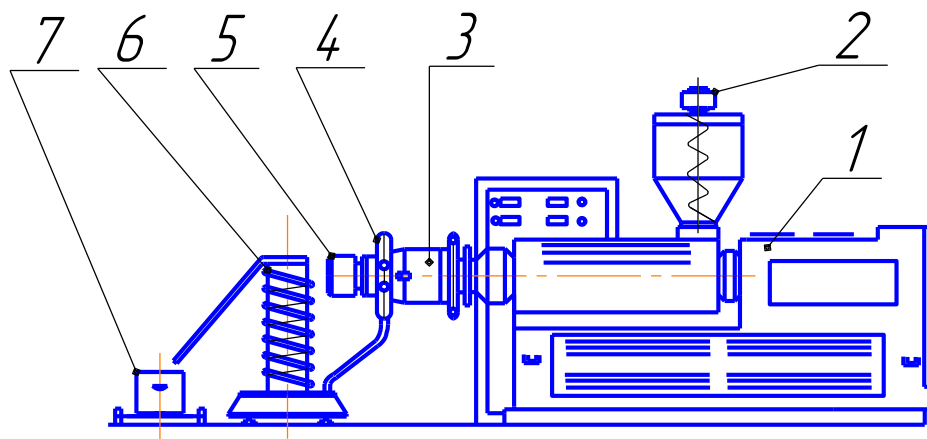
При гарячій різці на решітці гранули охолоджуються повітрям, сумішшю води та повітря або конденсатом. При охолодженні та підсушці гранул повітрям або повітряно-водною сумішшю використовують вентилятори, системи повітропроводів з циклоном або віброконвеєр, який являє собою вертикальну трубу з гвинтовою зовнішньою поверхнею. З боків труби під невеликим кутом до її вертикальної осі встановлено два вібратори, які створюють механічні коливання, під дією яких гранули піднімаються вгору по спіралі, обдуваються повітрям, підсушуються і охолоджуються. Гранулятори з повітряним охолодженням компактні, не потребують додаткових пристроїв для досихання гранул і мають високу продуктивність. До їх недоліків слід віднести дещо більш високу неоднорідність гранул по розмірам і формі.

Одно і двочерв'ячні, а також дискові екструдери можуть бути використані не тільки для отримання готових виробів, але і для гранулювання термопластів з метою подальшого їх використання. Зменшення кусків для блоків термопластів в дробівках не дозволяє отримати частки матеріалу, однотипні по формі та розміру. Це ускладнює проведення технологічного процесу і, в кінцевому рахунку, зменшує якість виробу.

Гранулювання інколи сумісне з пластикацією, стабілізацією і окраскою термопластів. Як правило, гранули мають циліндричну або чечевицеобразну форму, рідше – кубічну форму (квадратної насічки). Використання гранульованого матеріалу підвищує стабільність роботи та продуктивність екструдерів, ексклюзивно-видувних та литтєвих машин, підвищує якість виробів, що формуються.

Гранулювання на черв'ячних екструдерах виконується за допомогою решітки (або головки), з якої матеріал виходить у вигляді прутів. Потім пруті розрізаються ножем безпосередньо на гранульованій решітці або після охолодження в водяній ванні. Розрізання гранул безпосередньо на решітці дає можливість зменшити розміри гранулятора і збільшити його продуктивність.

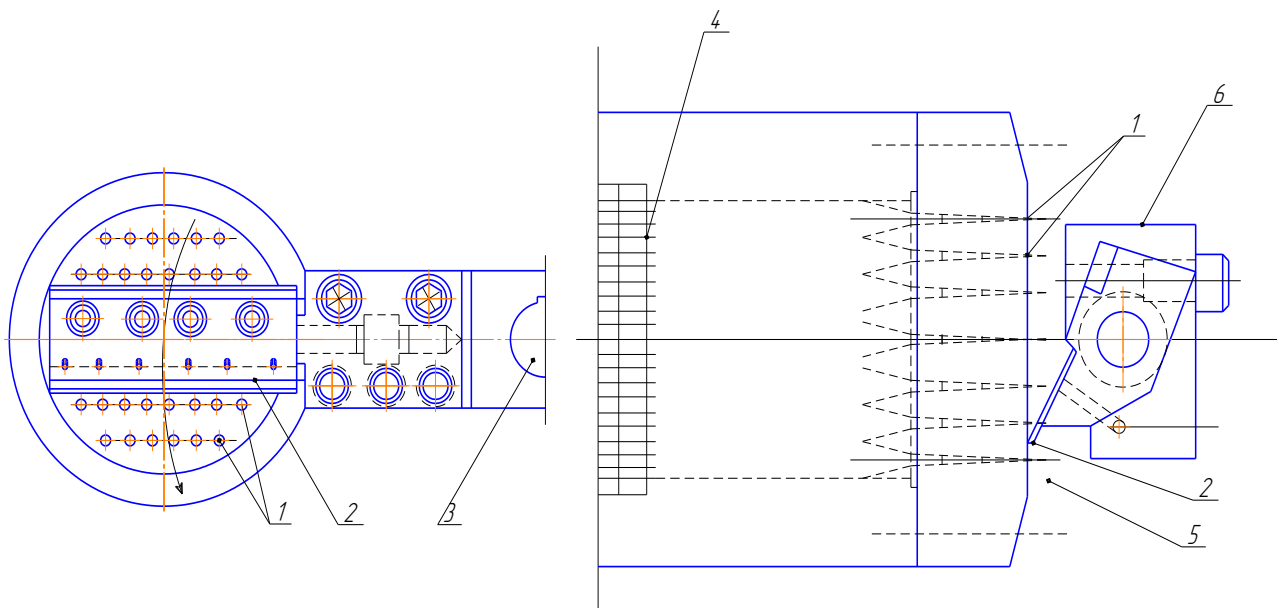
Установка для гранулювання термопластів методом розрізання прутів на гранульованій решітці показана на мал.1.7. Установка складається з двочерв'ячного або одночерв'ячного екструдера 1, бункер якого обладнаний змішувачем з електродвигуном 2, та пристроєм для розрізання прутів та охолодження гранул. Видавлений через гранулюючу головку 3 матеріал ріжеться ножем, який обертається за допомогою електродвигуна 5, безпосередньо на поверхні голівки. Гранули не злипаються завдяки тому, що вони обдуваються зжатым повітрям, яке нагнітає вентилятор 4. Потім гранули поступають в нижню частину вібротранспортера 6. Піднімаючись по вібротранспортеру, вони охолоджуються, після чого загружаються в візок 7 для подальшого транспортування.



*Мал. 1.7. Установка для гранулювання термопластів :
 1 – екструдер ; 2 – електродвигун ; 3 – гранулююча
 головка ; 4 – вентилятор ; 5 – електродвигун ;
 6 – вібротранспортер ; 7 – візок .*

Одна з можливих конструкцій гранульованої решітки показана на мал.1.8. Отвір 1 використовується для витискування прутів. Двоплечий ніж 6 використовується для розрізання матеріалу на гранули. Ніж обертається навколо осі 3 автономним електродвигуном. Для покращення умов розрізання прутів на гранули поверхня лез 2 ножа установлена під кутом 15° до поверхні решітки. В циліндрі гранулятора перед решіткою встановлений пакет фільтрів 4.

Використовуються також гранулятори, в яких розрізані на гранули прутки термопласти після екструдера попередньо охолоджуються в водній ванні. Після цього прутки висушуються і додатково охолоджуються повітрям, яке нагнітає вентилятор, та подрібнюються на гранули спеціальною фрезою.

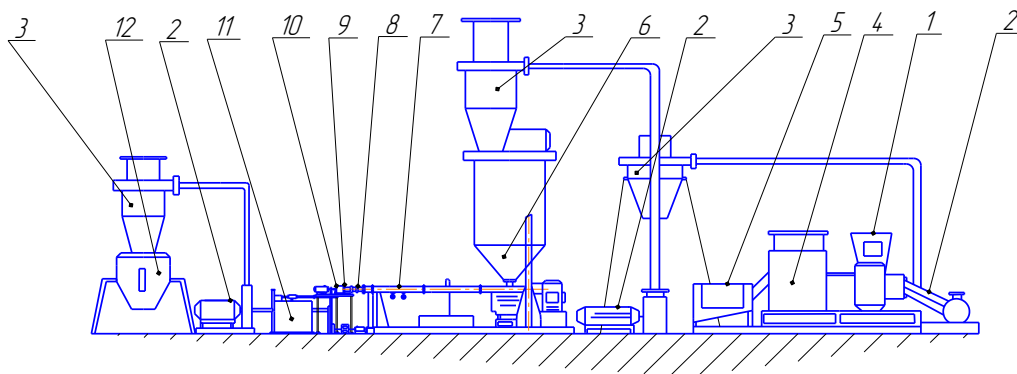


Мал. 1.8. Конструкція решітки для гранулювання термопластів :
 1 - отвір ; 2 - лезо ножа ; 3 - вісь ; 4 - пакет фільтрів ;
 5 - гранулююча решітка ; 6 - ніж

На сучасному етапі НПФ «Пластмодерн» розроблені лінії по переробці відходів у гранули.

Лінія переробки відходів термопластів ЛПОТ-1 показана на Мал. 1.9.

Призначення: лінія призначена для переробки і дегазації відходів термопластів охолодженням отримуваних гранул.



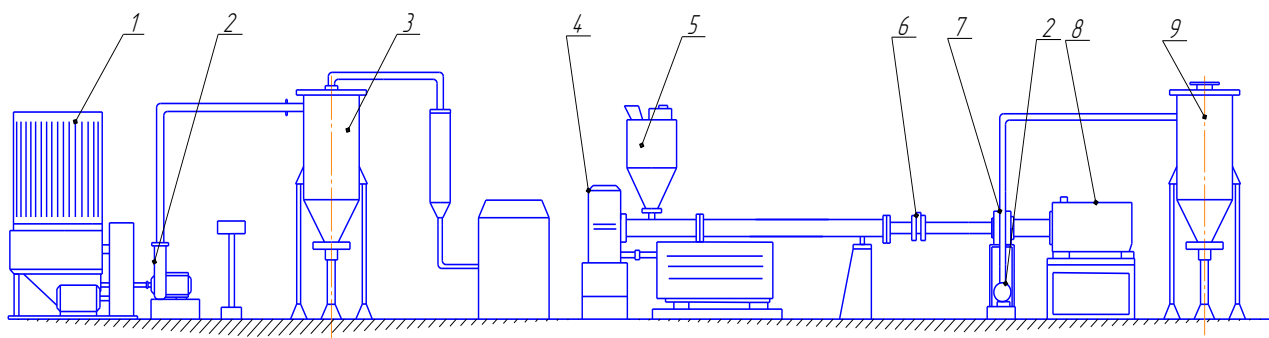
Мал. 1.9. Лінія переробки відходів термопластів ЛПОТ-1 :
 1 - подріднювач ИРН 300×600 ; 2 - вентилятор (3 шт.); 3 - циклон (3 шт) ; 4 - агломератор ; 5 - бак- ємність ;
 6 - бункер-питатель ; 7 - екструдер ступінчатий із зоною дегазації Е-80/100Д ; 8 - фільтр шидерний ;
 9 - головка стренговая кільцева ГКС-12 ; 10 - головканожова ; 11 - вологовідділювач ; 12 - бункер-накоплювач ;
 13 - комплект приладів управління .

Технічна характеристика

Переробні матеріали.....	ПВД, ПНД, ПП и ПС
Продуктивність, кг/год, не більше ніж:	
для відходів у вигляді шматків.....	150
для плівкових відходів.....	100
Розміри гранул, мм:	
діаметр.....	2÷5
довжина.....	2÷5
Встановлена потужність електрообладнання і електронагрівачів, кВт, не більше ніж.....	200
Об'ємні витрати води, м ³ /год, ні більше.....	5
Габаритні розміри, мм, не більше (уточнюються при розташуванні обладнання у замовника):	
довжина.....	12500
ширина.....	4000
висота.....	3900
Маса, кг, не більше.....	9000

Лінія переробки відходів термопластів ЛПОТ-3 зображена на Мал. 1.10.

Призначення: лінія призначена для переробки відходів термопластів з повітряним охолодженням отримуваних гранул.



Мал. 1.10. Лінія переробки відходів термопластів ЛПОТ-3 :

1 - подріднювач ИРН 300×600 ; 2 - вентилятор ; 3 - циклон ; 4 - екструдер ЕІ-90×20 ;
5 - дункер-питатель ; 6 - фільтр шибєрний ; 7 - головка формуюча ; 8 - ріжучий пристрій ;
9 - дункер-накоплювач ; 10 - комплект пристроїв керування .

Технічна характеристика

Переробні матеріали.....	ПВД, ПНД, ПП и ПС
Продуктивність, кг/год, не більше ніж:	
для відходів у вигляді шматків.....	80
для плівкових відходів.....	60
Розміри гранул, мм:	
діаметр.....	2÷5
довжина.....	2÷5
Встановлена потужність електрообладнання і електронагрівачів, кВт, не більше ніж.....	80

Габаритні розміри, мм, не більше (уточнюються при розташуванні обладнання у замовника):

Довжина.....	7000
ширина.....	2500
висота.....	2400
Маса, кг, не більше.....	3700

Екструзійні машини.

При переробці полімерів одним із основних агрегатів для переробки є черв'ячний екструдер.

Основні механізми та деталі екструдерів складаються з товстостінний циліндричний корпус, в якому обертається черв'як, що має гвинтову нарізку. Під час екструзії здійснюється екструзійний метод формування виробів з полімерних відходів. В процесі екструзії матеріал через завантажувальний бункер подається в циліндр і переміщується доцентровому напрямленні по гвинтовому каналу черв'яка, утвореному поверхнею циліндра і нарізкою черв'яка. При переміщенні сировина деформується (ущільнення, розм'ягчення і розплавлення) та зростанням тиску. Одночасно відбуваються самі різноманітні процеси:

- нагрівання матеріалу за рахунок енергії дисипації і енергії, що підводиться зовнішніми нагрівачами;
- хімічні, фазові при зростаючої температури і тиску;
- ущільнення монолітизація сипких матеріалів;
- змішування компонентів;
- вилучення газоподібних та інших компонентів.

Основними найголовнішими характеристиками черв'ячних екструдерів являються діаметр черв'яка , взаємозв'язок його діаметра (L/D), швидкість обертання черв'яка і головки, розташування зон нагрівання по довжині черв'яка.

Черв'ячні екструдери бувають одно- і багаточерв'ячні; одно- і багатоциліндрові; з простим профілем черв'яка (циліндричний з простим чи

перемінним кроком) і складним профілем (ступінчастим, конічним, параболічним).

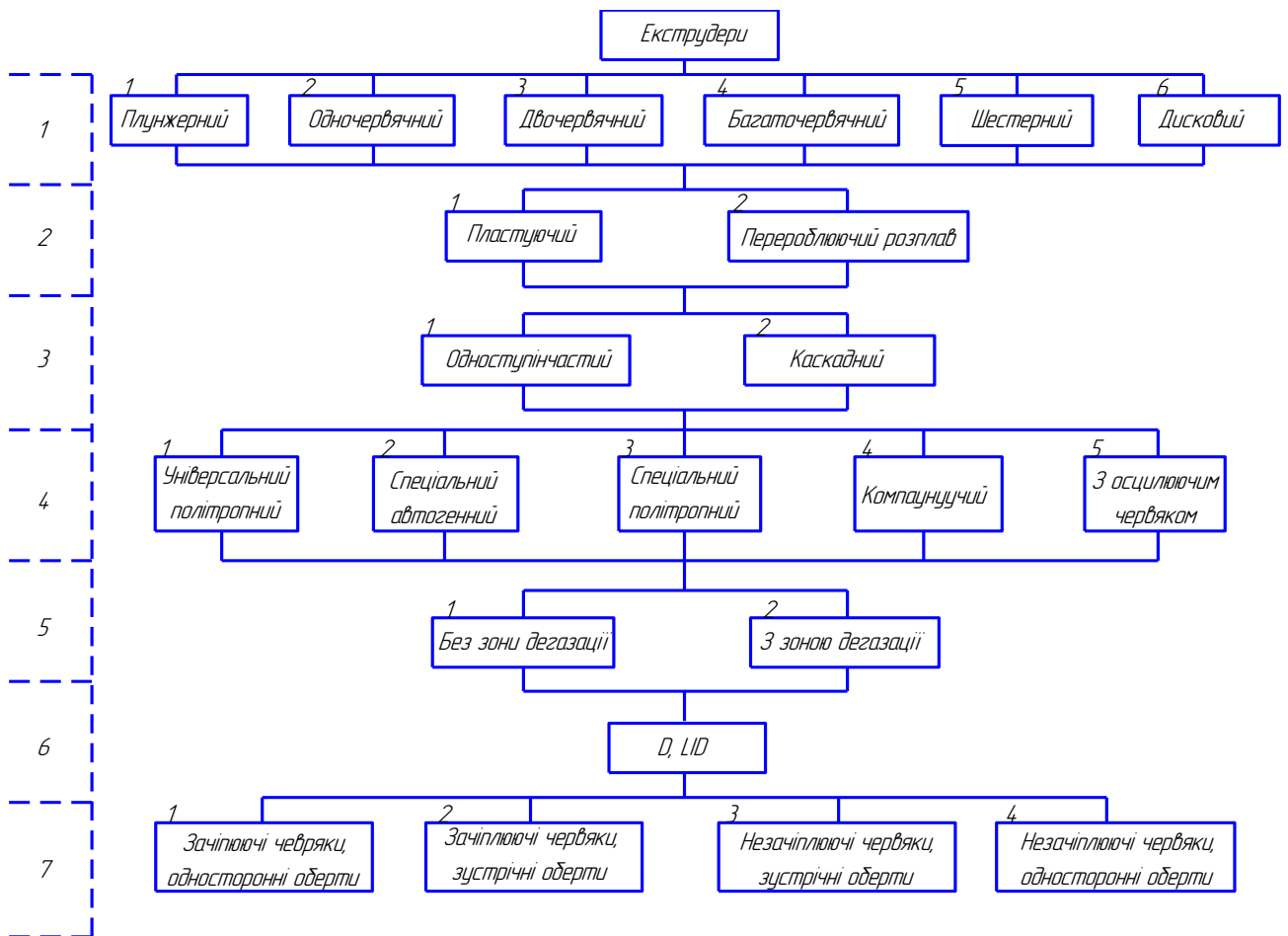
Класифікація екструдерів здійснюється за діаметром черв'яка D і відношенням L/D . Промисловість випускає екструдери з діаметром черв'яка 20,32,45,63,90,125,160,250,320 мм.

Відношення L/D становить 20,25,30.

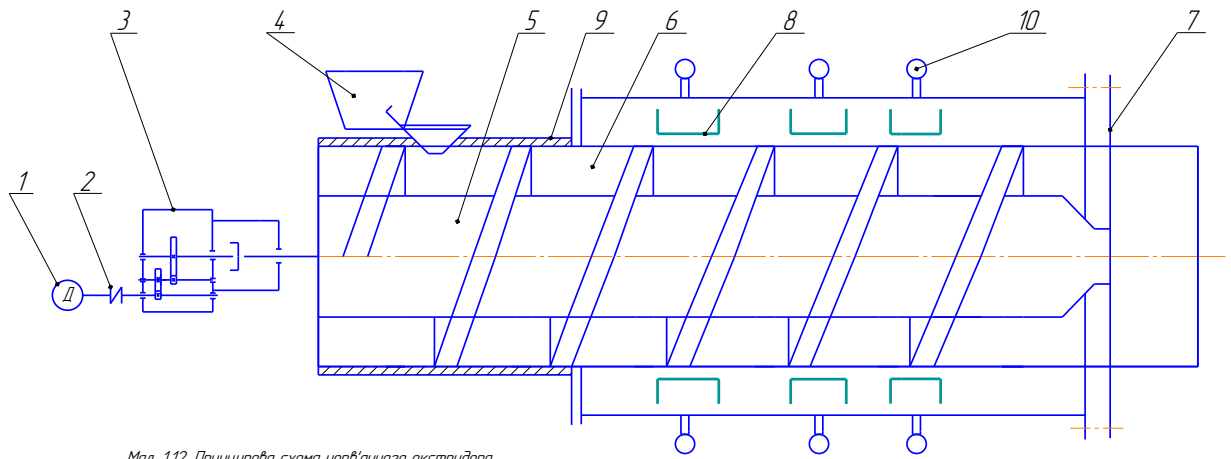
За типом приводу екструдери можуть бути із циліндричним і черв'ячним редуктором, за розташуванням вузла упорного підшипника із вмонтованим у редукторі, виносним, розташований на передній та задній стінці редуктора.

екструдерів можна систематизувати за допомогою семиступеневої класифікаційної системи (мал.1.11.). У відповідності до цієї схеми перша ступінь (тип) вказує на конструктивний признак екструдера (одно- або двочерв'ячний, плунжерний, дисковий). Друга ступінь (клас) обумовлює функціональне призначення екструдера в найбільш загальному вигляді. Третя ступінь (група) вказує на компоновку черв'яка (в одну чи дві ступені). Четверта ступінь (ряд) вказує на термодинамічну категорію. П'ята ступінь (виконання) вказує на присутність або відсутність зони дегазації розплаву, шоста ступінь (модель) – характеристики екструдера по діаметру черв'яка і його відносній довжині ($D.L/D$). Сьома ступінь характеризує властивості конструкції багаточерв'ячних екструдерів (напрямок обертів черв'яків, присутність або відсутність взаємозачеплення).

У відповідності до класифікації можна ввести кодове позначення екструдера, використовуючи запис у вигляді послідовної групи цифр, відокремлених одна від одної рискою, наприклад E/102/201/301/402/501/6032015.



Мал. 1.11. Схема класифікації екструдерів.



Мал. 112. Принципова схема черв'ячного екструдера
 1 – двигун, 2 – муфта, 3 – редуктор, 4 – бункер, 5 – черв'як, 6 – корпус,
 7 – головка, 8 – нагрівач, 9 – охолоджувач, 10 – вентилятор.

Гранули надходять в бункер – змішувач через пристрій транспортується у воронку екструдера. Далі черв'яком 5 переміщується вздовж циліндричного корпусу 6. Черв'як приводиться в обертальний рух від приводу, до складу якого входить двигун 1, муфта 2, редуктор 3. Завдяки спеціальній геометрії черв'яка полімер під час переміщення стискається, плавиться, гомогенізується і під певним тиском потрапляє в екструзійну головку 7, яка кріпиться до циліндра за допомогою фланцевого з'єднання.

Внаслідок дисипації в об'ємі утвореного розплаву механічна енергія приводу перетворюється в теплову, необхідну для плавлення. Частина теплової енергії підводиться від нагрівачів 8, розміщених на поверхні корпусу 6. Для запобігання передчасному плавленню полімеру в зоні завантаження циліндр охолоджується циркулюючою водою в каналах 9. В ряді випадків теплота дисипації перевищує теплоту, необхідну для плавлення і гомогенізації, тому передбачено можливість відведення її надлишку за допомогою вентиляторів 10.

Черв'як є основним органом черв'ячних екструдерів і від правильного вибору його конструкції залежить якість переробки матеріалу і продуктивність машин.

В залежності від типу полімеру і конструкції виробу черв'яки виготовляють однозахідні і багатозахідні з постійним і перемінним кроком, із сталою і змінною глибиною каналу. В основному використовують для

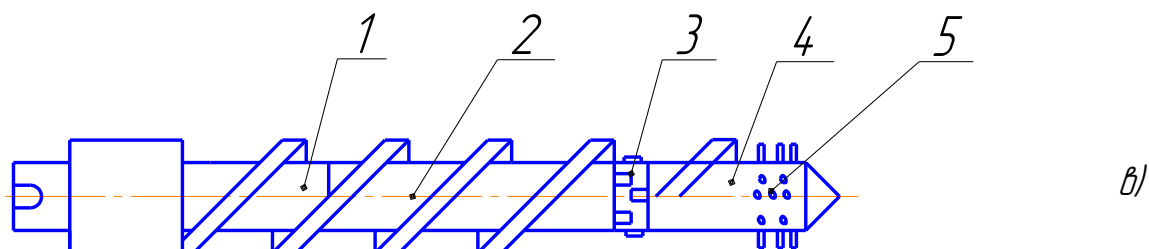
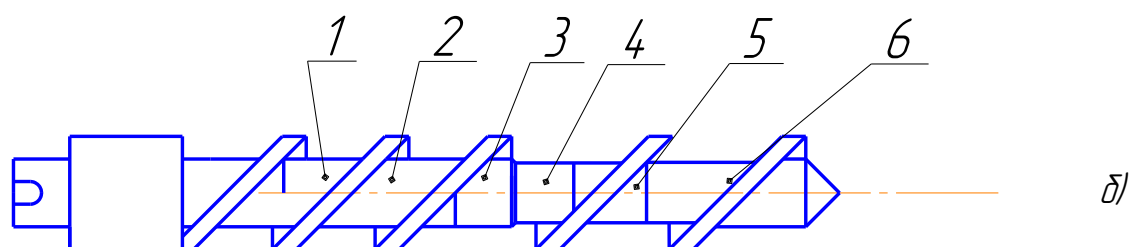
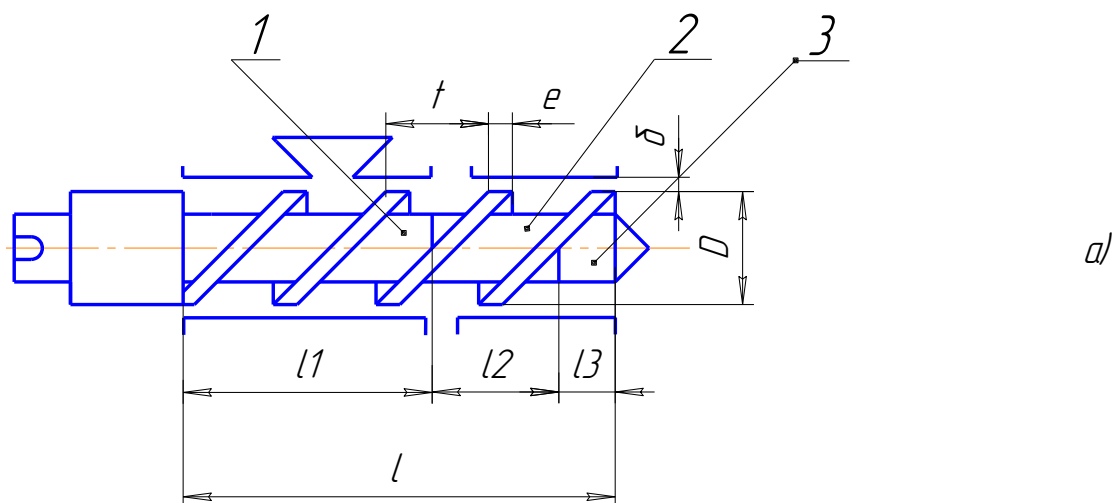
переробки полімерів черв'яки із сталим кроком і змінною глибиною каналу. Екструдери з такими черв'яками більш продуктивні і прості у використанні.

Черв'яки, як правило, складаються з робочої (з гвинтовою нарізкою) і хвостової частини.

Робоча частина визначеної конфігурації безпосередньо впливає на хід технологічних операцій переробки полімерів, забезпечуючи при цьому оптимальні умови проходження цих операцій.

Хвостова частина забезпечує передачу обертального моменту на черв'яки, передачу осьового зусилля на упорний підшипник, циркуляцію рідини для охолодження в осьовому каналі при його наявності та запобігати проникненню полімерного матеріалу до редуктора.

Приклади конструктивних схем черв'яків показано на мал. 1.13.



Мал. 1.13. Тип черв'яків екструдерів
 а) тризонний черв'як; б) черв'як з дегазацією;
 в) черв'як із змішувальними елементами.

На мал.1.13.а) показана схема найпростішої конструкції черв'яка, так званий тризонний черв'як. Він має подовженні три зони: 1-зона подачі із циліндричним осердям довжиною l_1 і найбільшою глибиною каналу; 2-зона

плавлення з конічним осердям довжиною l_2 ; 3-зона гомогенізації з циліндричним осердям довжиною l_3 і найменшою глибиною каналу.

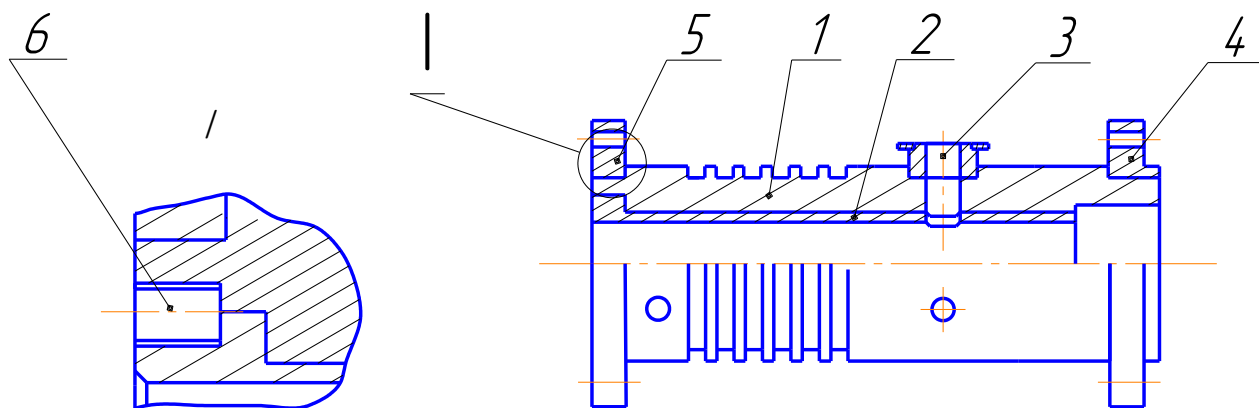
На мал.1.13.б) показана схема черв'яка для переробки полімерів, які потребують дегазації. Перші три зони 1,2,3 такі самі, як і в попередньому типу, а потім глибина каналу різко збільшується зона 4, завдяки чому зменшується тиск і створюється можливість відведення газів через спеціальні отвори в корпусі, дані в зонах 5 і 6 тиск зростає і відбувається подальша гомогенізація розплаву.

Конструкція черв'яка на мал.1.13.в). після конічної зони 3 і циліндричної зони 5 має змішувальні елементи. В зоні 3 забезпечується продавлювання розплаву через малий зазор внаслідок чого відбувається розтирання нерозплавлених частинок, а в зоні 4 встановлені гомогенізувальні елементи, які здійснюють процес зміщення в розплаві деяких полімерів.

Корпус екструдера повинен тримати потрібний тепловий режим по зонах та тиск в цих зонах, і подачою у формувальну головку. Корпус являє собою циліндр із внутрішнім діаметром, товщина його повинна задовільняти навантаження тиску на нього 60 МПа, в корпусі литтєвих машин до 120...150 МПа.

Корпуси можуть бути суцільними (Мал.1.14.) і складеними, як по радіусу, так і по довжині. Найчастіше на підприємствах виготовляють складеними по довжині корпусами з виготовленням фланцевих з'єднань. З боку приводу до корпусу кріпиться (бункер) та вузол упорного підшипника. Частина корпусу, яка містить завантажувальну воронку, називають корпусом завантажувальної воронки (Мал1.15.). При роботі екструдера тепло від корпусу потрібно відводити, особливо в зоні подачі та в зоні розплаву. Для зменшення температури на корпусі роблять канавки для охолодження водою.

В зонах стискання і дозування на корпусі встановлюються електронагрівачі. Для контролю температури на його зовнішній поверхні ряд радіальних отворів для встановлення термопар.



Мал. 1.15. Корпус завантажувальної воронки
 1 – корпус ; 2 – гільза; 3 – фланець воронки; 4 – фланець кінцевий;
 5 – фланець проміжний; 6 – гвинт.

1.3. Фільтруючі решітки.

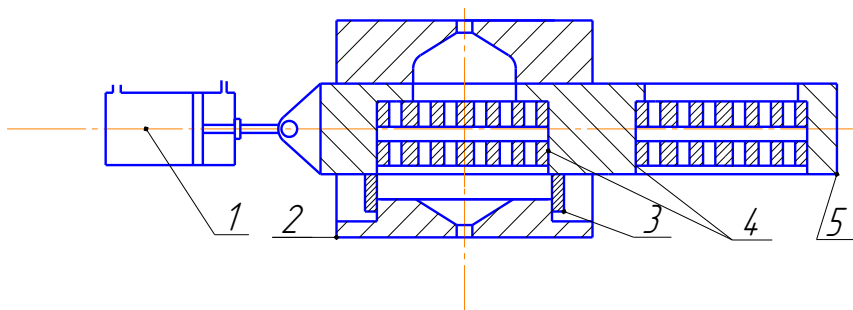
Одним із складовим елементом головок являється решітка, яка стоїть на вході в голівку. Решітка робить додатковий гідравлічний опір потоку, що покращує гомогенізацію розплаву. До решітки кріпиться одна або декілька сіток, які є фільтром для розплаву полімеру і захищаючих мундштук від попадання сторонніх включень. За допомогою змінних решіток з отворами різних діаметрів можливо змінювати діапазон продуктивність екструдера, коли можливості регулювання частоти обертів черв'яка обмежені. Фільтруючої решітки залежить надійність роботи всього агрегату, а спосіб її очистки впливає на продовження безперервної роботи всього агрегату. Значення конструкція фільтруючих решіток має в ексклюзивних агрегатах для гранулювання порошко подібної сировини, (відходи термопластів). В випадку ймовірність забруднення велика.

Викорестанів екструдерах фільтруючі решітки мають невелику площу фільтруючої поверхні, яка рівна площі внутрішньої насічки циліндра. Після засмічення фільтра весь агрегат зупиняють, змінюють фільтруючий елемент , а потім знову налагоджують агрегат. Для збільшення продуктивності обладнання

та зменшення відходів полімерних матеріалів при заміні фільтруючих елементів пере заправці допоміжного обладнання використовують вихідний матеріал високої чистоти. Тому найпростіші фільтруючі решітки періодичної дії не відповідають без зупинному процесу екструзії.

Є велика кількість фільтруючих пристроїв які забезпечують безперервну роботу екструзійних машин. Ці фільтри діляться на три групи:

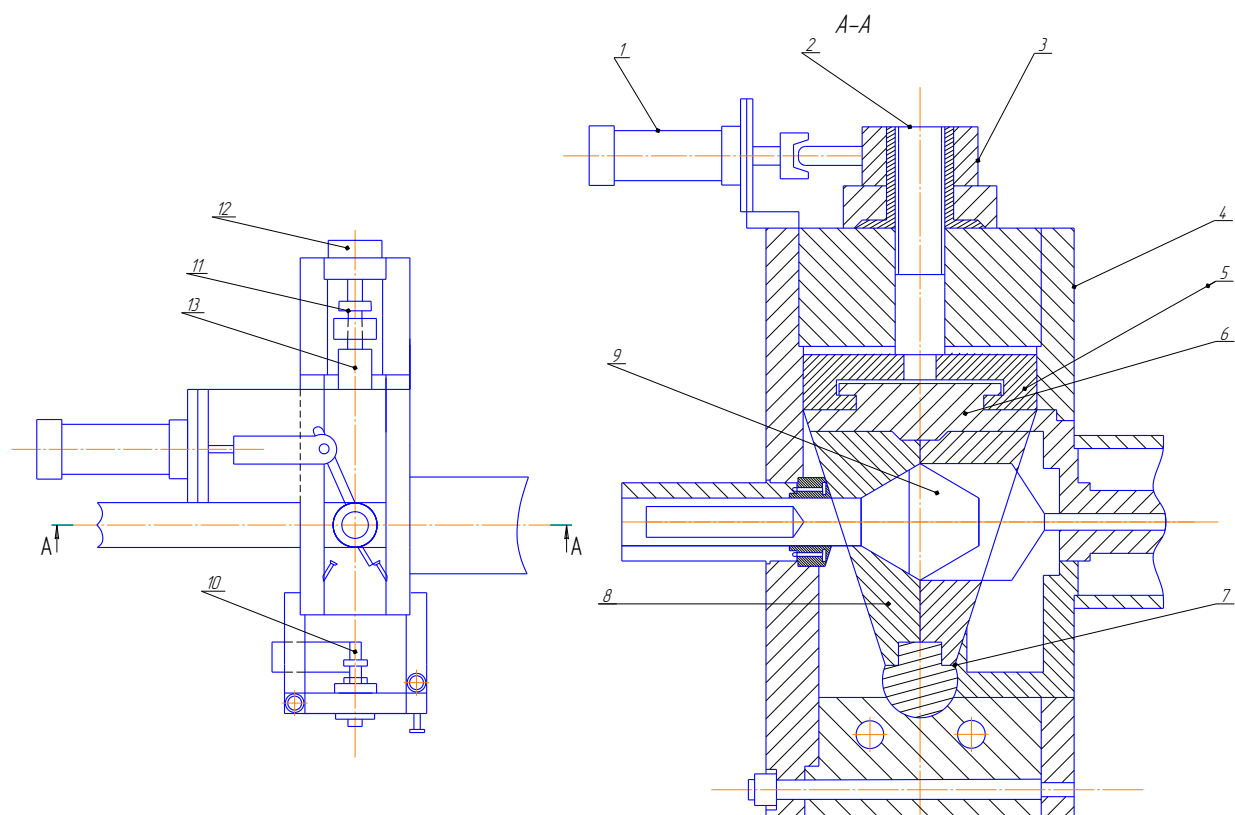
Із фільтруючими елементами, з періодичною промивкою фільтруючих елементів і з безперервною промивкою фільтруючих елементів. На мал.1.16. і 1.17. показані фільтри першої групи. В одній конструкції (мал.1.16.) на плиті розміщені два фільтруючих елемента 4, працюючих по черзі. Після забруднення одного з них плита 5 пневмо- або гідро циліндром 1 переміщується в паз корпусу головки 2 і вводить в роботу другий елемент. Відпрацьований фільтруючий елемент замінюють на комплект з новим пакетом сит. Після забруднення другого елемента цикл повторюється. За допомогою гайки 3 забезпечується необхідний затиск плити 5, який попереджує вилит розплаву.



Мал. 1.16 Фільтруючі елементи екструзійних головок

В другій конструкції (мал. 1.17.) набір решіток 9 кріпиться між клинками 7 та 8, установленими в обоймі 6. Остання знаходиться в корпусі голівки 4 екструдера. Обойма 6 входить в з'єднуючу деталь 5, зв'язану з штоком, що натискається 2. Шток переміщується у вертикальній площині пневмо циліндром 1, який повертає гайку 3 на деякий кут. При русі штоку 2 в верх відбувається розпресовка обійми 6 і шток 11 пневмоциліндра 12 переміщує запасну обійму 13 з сітками та решітками на місце обійти 6, яка виштовхується з голівки до

зіткнення з кінцевим вимикачем 10. Після цього шток 2 переміщує запасну обойму 13 вниз, та запресовує її. Цей Пристрій дозволяє механізувати процес заміни решіток і значно зменшити витрати часу.



Мал. 1.17 Фільтруючі елементи екструзійних головок

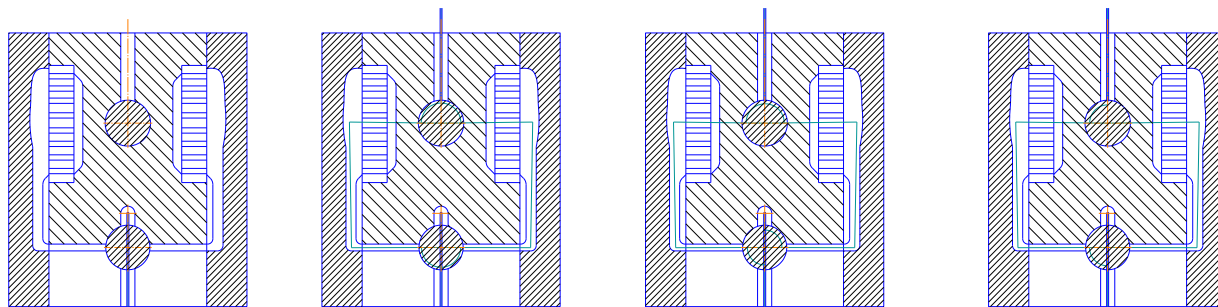
Можливість при засмічення фільтрів і як наслідок час роботи агрегату залежать в основному від забруднення вихідного продукту та густини пакета сит. В основному час роботи фільтра становить від 5 до 20 годин. Час затрачений на переключення потоку розплаву полімеру з засміченого фільтруючого елемента на новий, не перевищує 15 сек.

Одним з не достатків конструкції фільтрів із змінними фільтруючими елементами являється складність їх обслуговування, тому що відпрацьований фільтруючий елемент замінюють в основному при температурі переробки. Тому перед переключенням елемента необхідно добре очистити плиту від прилиплої розплаву, а для запобігання зупинки екструдера – повністю очистити загуслий полімер з отворів опорних решіток.

Крім того, необхідно слідить за ростом тиску і переключать фільтри при досягненні найвищого значення тиску.

В конструкціях цих фільтрів фільтруючі елементи замінюють після того, як порветься фільтруюче сито. Недоліком цих конструкцій являється циклічна зміна тиску розплаву на кінці черв'яка від мінімального значення при встановленні нового фільтруючого елемента до максимального при повному засміченні. Такі зміни в тиску викликають не стабільність роботи екструдера і передусім приводять до коливання продуктивності. До не достатків конструкції фільтрів із змінними елементами слід віднести також і необхідність пере заправки комплектуючого обладнання після зміни фільтруючих елементів.

На мал.1.18. - приведена схема робочих положень фільтра з періодичною очисткою фільтруючих елементів. При засміченні одного з елементів потік розплаву за допомогою розподільчого крану направляється через інший елемент, в якому проходить очистка розплаву. Основна частина є очищеного розплаву надходить в формуючу голівку, а не велика його частина повертається і проходить через забруднений фільтруючий елемент в протилежному напрямку. При цьому елемент очищається від затриманих і осівши на ньому сторонніх часток. Забруднений розплав відводиться через зливний отвір. В цих фільтрах за допомогою кранів звільняються шість робочих операцій. Спочатку весь потік розплаву із екструдера відводиться через зливний отвір, що особливо необхідно в період пуску екструдера, коли в процесі розігріву установки видавлюється розложений матеріал, який може швидко забруднити фільтруючий елемент. Після цього потік розплаву із екструдера проходить через обидва фільтруючі елементи. Така робота фільтра обумовлена засмічення його проходить протягом декількох хвилин. При засміченні потік розплаву направляється через один із фільтруючих елементів, а другий в цей час відмивається. Після по чергової промивки обох елементів потік розплаву знову фільтрується через два елементи.



Мал. 118 Фільтруючі елементи екструзійних головок

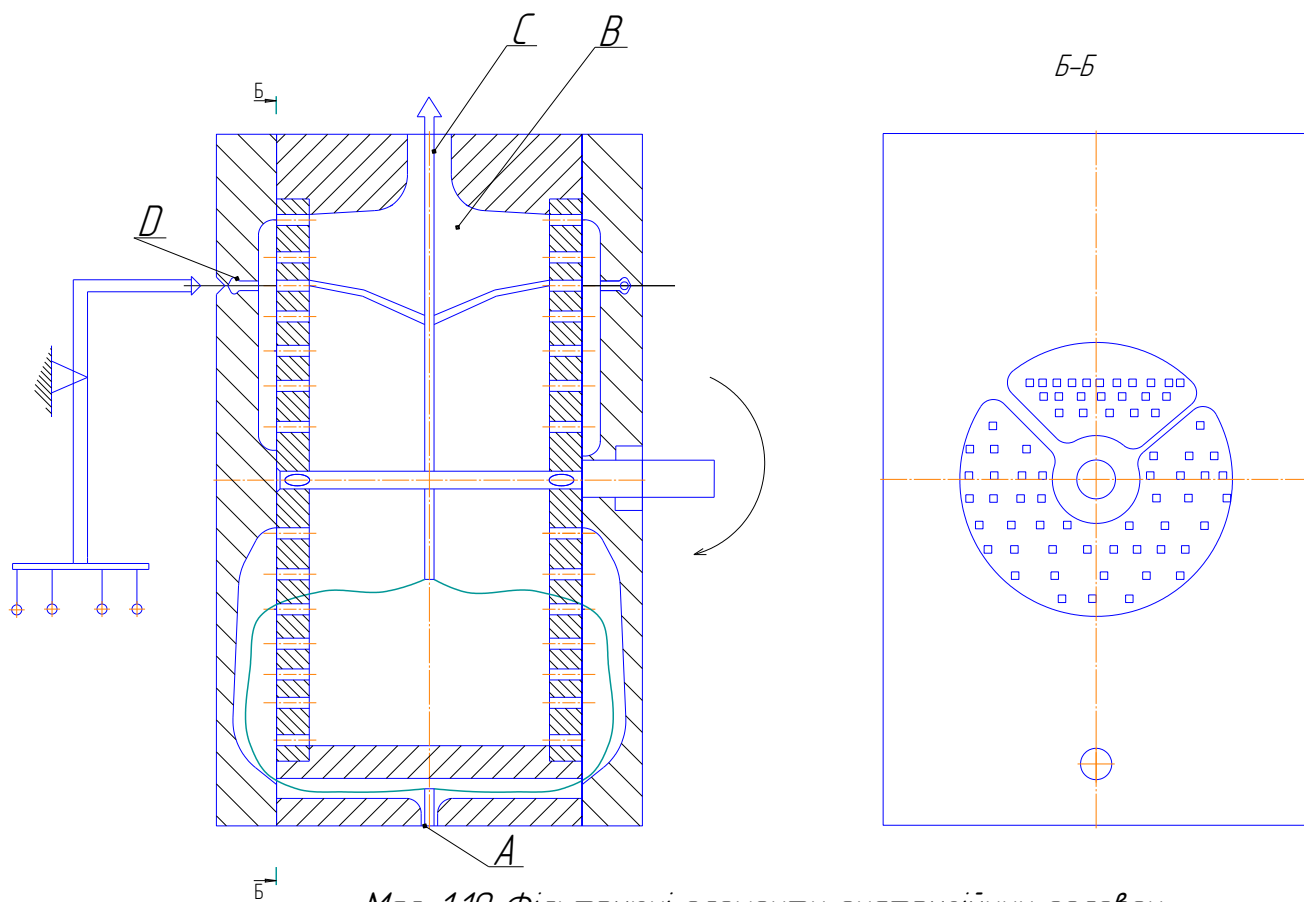
Така конструкція дозволяє без зупинки екструзійного агрегату знімати засмічений фільтруючий елемент та міняти його комплектом на новий пакет сит, а також встановлювати фільтруючий елемент іншою густиною сит при переході на інший матеріал. Переключення фільтра із одного положення в інше проходить без перерви потоку розплаву полімеру в формуючому інструменті за декілька секунд. Цей фільтр забезпечує безперервну роботу екструдера в продовж довгого часу без зупинки чи пере заправки комплектуючого обладнання. Недоліком цієї конструкції являється складність експлуатації – управління фільтром при переключенні фільтруючих елементів із одного положення в інше та регулювання кількості злитого розплаву виконується вручну.

Другий недолік – це циклічний характер зміни тиску розплаву на вихідному кінці черв'яка та зв'язана з цим пульсація продуктивності.

На мал. 1.19. -це показаний фільтр з безперервною промивкою фільтруючого елемента, повороти якого здійснюються від індивідуального приводу. Фільтр працює по наступному принципу розплав проходить область фільтруючого елемента, де очищається від сторонніх добавок та нерозплавлених часток. Ці частки млжуть осідати на пакеті сит. Очищений розплав поступає в камеру В, де основна частина потоку проходить в вихідний отвір С та направляється до формуючого інструменту екструдера. Друга частина потоку очищеного розплаву з камери В проходить фільтруючий елемент в зоні *a* в протилежному напрямку.

Вимивається осівши на сітках сторонні частки і фільтруючий елемент очищається. Забруднений розплав виводиться через канал D. При повороті фільтруючих решіток в зоні фільтрації безперервно вводиться очищений, а в зону очистки б – забруднений розплав. Таким чином, фільтрація розплаву та очистки фільтруючого елемента проходять одноразово та безперервно.

Така конструкція фільтра дозволяє стабілізувати роботу екструдера при повній очистці переробного матеріалу від сторонніх добавок або нерозплавлених часток.



Мал. 1.19 Фільтруючі елементи екструзійних головок

Фільтри

Між циліндром екструдера 1 і головкою 2 (мал. 1.20) часто встановлюють решітку 3 з однією або декількома сітками 4 перед нею. Основне призначення цих елементів – це очищення поступаючого в головку розплаву від випадкових включень.

зменшена за рахунок введення в плиту опорного кільця 17. Шибер притискається до кільця тиском розплаву, який діє на сітку. З іншого боку від шибера ущільнення досягається притисканням до нього втулки 9. При такій конструкції виникає дві осьові сили на втулці, які притискають її до шибера: перша – від розклинюючого ефекту еластичної фторопластової прокладки 7, яка вдавлюється в конічний зазор тиском розплаву і друга – рівнодійна дотичних напруг, яка виникає на поверхні контакту втулки з розплавом, внаслідок течії останнього. Введення обтікаючого сердечника 8, який закріплений на втулці, збільшує поверхню її контакту з розплавом і рівнодійну дотичну напруг.

2. Характеристика перероблюваного матеріалу (ПЕВГ), (ПЕНТ)

Призначення.

Структура : - Кристалічний матеріал.

Температура експлуатації:

- Матеріал із коротко часовою термостійкістю окремих марок до 110⁰ С.
- Витримує охолодження до -80°С.
- Температура плавлення -120-135°С.
- Температура силювання -20°С.

Механічні властивості:

- Характеризується гарною ударною в'язкістю.

Електричні властивості:

- Володіє діелектричними характеристиками.

Хімічні властивості:

- Має високу хімічну стійкість.

Переробка :

Легко перероблюється.

Примітка :

Властивості сильно залежать від густини матеріалу, характеристик :жорсткість, міцність, твердість, хімічна стійкість.

					ДП27 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Характеристика перероблюваного ма			Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Щетінін									
Перевір.	Васильківський									
Реценз.										
Н. Контр.	.									
Затверд.					НУХТ Каф. М та ПТ ПУ-4-15					

Показники поліетилену високої густини
(поліетилену низького тиску)

Фізичні :

Густина (23°C), г/см³ – 0,95.

Механічні :

Границя текучості при розтягу – (23°C), МПа -18-32.

Модуль пружності при розтягу – (23°C), МПа – 610-1600.

Відносне видовження при розтягу – (23°C), % - 600-700.

Ударна в'язкість по Жарпі– (із надрізом 23°C), кДж/м² -2

Твердість при вдавлюванні кульки (23°C, 358 Н, 30 с), МПа – 38-59

Теплофізичні:

Температура пом'якшення по Віка (50 Н), °С – 55 – 87

Електричні:

Граничний поверхневий електричний опір (23°C), Ом – 10¹⁴-10¹⁵

3. Лінія гранулювання полімерних матеріалів

Призначена для виготовлення гранул полімерного матеріалу визначених розмірів від 2 до 8 мм і правильної форми. На Рис. 3.1. приведена лінія гранулювання, яка складається із таких основних елементів: роторно-ножової дробарки, агломератора 2, екструдера 3, фільтра 4, гранулюючої головки 5, охолоджувача стренгів 6, сушильного пристрою 7, гранулятора 8, накопичувача 9, пневмосистеми з трубопроводами 11, вентилятора 12 і циклона 14.

Полімерні відходи попередньо підготовлені до подрібнення, оператором завантажуються в роторно-ножову дробарку і подрібнюються на меншу фракцію до розмірів, при яких може пройти крізь отвори решітки. Вивантаження матеріалу відбувається через вивантажувальну воронку по трубопроводу за рахунок потоку повітря, який створюється вентилятором. Далі сировина порціями подається в агломератор, де вона піддається процесу агломерації, при якому з відходів полімерних плівок формуються оплавлені частки неправильної форми розміром від 2 до 8 мм, які володіють в порівнянні із вхідною сировиною підвищеною насипною вагою і сипкістю, що забезпечує поліпшені умови завантаження і переробки полімерних відходів в екструдері.

Рівномірне завантаження пневмосистемою забезпечується бункером-живильником 14 із циклоном 15. В екструдері в міру переміщення матеріал ущільнюється і під дією механічної енергії шнека і теплової енергії електронагрівачів, розташованих на циліндрі, розплавляється, гомогенізується і генерується тиск, необхідний для продавлювання розплаву через фільтр 4 і стренгову головку 5 у вигляді пучка стренг визначеного діаметра.

					ДП27 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Щетинін				Лінія гранулювання полімерних матеріалів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Васильківський							
Реценз.								
Н. Контр.	.							
Затверд.								
						НУХТ Каф. М та ПТ ПУ-4-15		

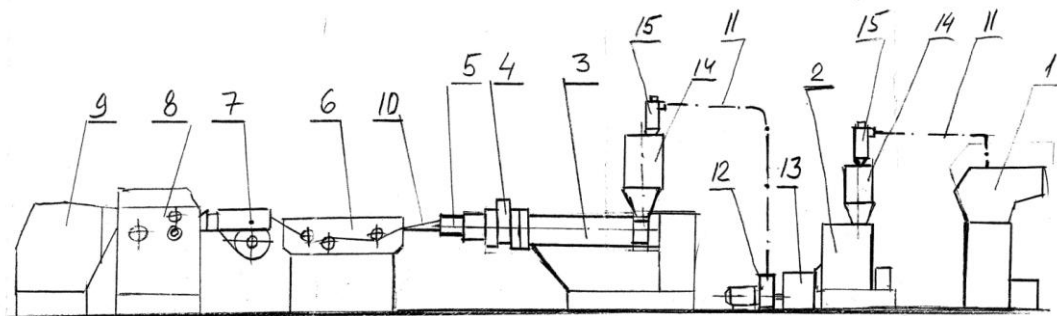


Рис.1. Лінія гранулювання полімерних відходів:

1 – роторно-ножова дробарка; 2 – агломератор; 3 – екструдер; 4 – фільтр; 5 – грануючі головки; 6 – охолоджувач стренгів; 7 – сушильний пристрій; 8 – гранулятор; 9 – накопичувач гранул; 10 – пучок стренгів; 11 – трубопровід; 12 – вентилятор; 13 – бункер «окатишів»; 14 – бункер-живильник; 15 – циклон.

В дипломному проекті використаний метод гранулювання із різною охолоджених стренгів. При цьому методі гранулювання пучок стренгів, який виходить з формуючої головки (звичайно числом не більше 25..25), проходять через охолоджуючу ванну 6 і за допомогою гумових валиків подаються в сушильну камеру 7, де підсушуються і далі поступають в ріжучий пристрій гранулятора роторного типу. Необхідний розмір гранул досягається підбором частоти обертання роторів ріжучого пристрою.

Перевагою такого гранулятора над іншими є можливість гранулювання більш широкого асортименту матеріалів використаної упаковки (поліамідів, полістиролу, поліетилену високої густини, і інше), підвищена продуктивність до 500 кг/год і однорідність розмірів гранул.

Одним із основних складових елементів лінії являється екструдер черв'ячний, який представляє собою товстостінний циліндричний корпус, в якому обертається черв'як, що має гвинтову нарізку. В екструдері здійснюється екструзійний метод формування гранул з полімерних відходів. В процесі екструзії підготовлений полімерний матеріал через бункер-змішувач і завантажувальний отвір подається в циліндр і переміщується в осьовому

						Лист
						5
Зміт.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

направленні по гвинтовому каналу, утвореному внутрішньою поверхнею циліндра і нарізкою черв'яка.

Переміщення матеріалу супроводжується його ущільненням, розмягченням і розплавленням та зростанням тиску.

Далі розплав через фільтруючу решітку, призначену для непопадання не проплавлених частинок полімеру, потрапляє до фільери.

Фільера гранулятора призначена для видавлювання прутиків круглої форми «стренг» через отвори. Вона представляє собою прямокутну плиту з отворами 3-4 мм, кількість яких залежить від продуктивності лінії (рис. 3.2). Внутрішня поверхня фільери звернена назустріч потоку розплаву. Отвір починається з конічної ділянки, завдяки чому ліквідується можливість виникнення в головці зон застою.

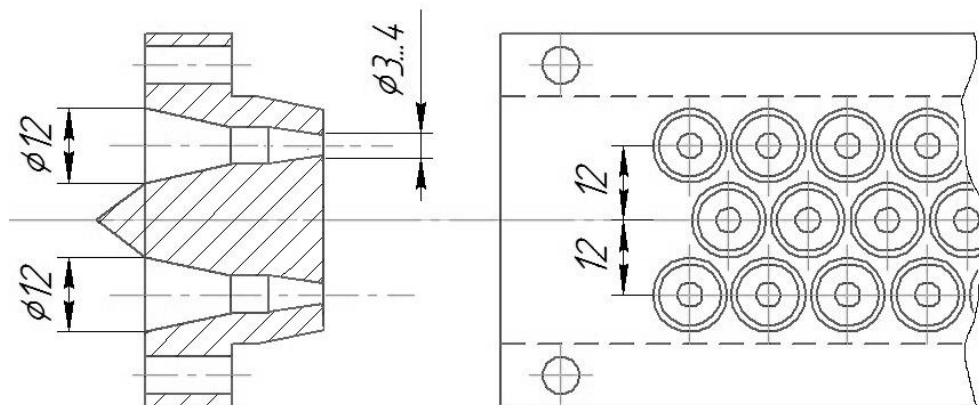


Рис..2 Фільера гранулятора

Фільера гранулятора для зменшення зносу робочої поверхні виготовляють із спеціальних сталей високої твердості ($HRC > 60$), іноді зміцнюють поверхню фільери направленням шару твердого сплаву.

						Лист
						5
Заш	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Стабільність роботи екструдера забезпечується встановленням фільтруючих решіток на виході із черв'яка, які запобігають попаданню в фільтруючий елемент гранулятора не проплавленого полімеру. Фільтруюча решітка представляє собою пакет фільтруючих сіток з отворами різного діаметру.

В основному пакет набирається із трьох-чотирьох сіток з отворами різної величини. При цьому в основу пакета вкладається опорна сітка із самими крупними комірками. Потім встановлюються одна або дві проміжні підтримуючі сітки, на які накладається остання фільтруюча сітка із самими малими комірками. Зібраний таким чином пакет встановлюється в корпус решітки між черв'яком і фільтрою. При установці пакета необхідно звертати увагу на те, щоб мілка фільтруюча решітка була розташована із зовнішньої сторони пакету, тобто до черв'яка. В противному разі тиск розплаву прорве сітку і видавить її по ходу розплаву.

Такі фільтри розраховані на затримку частинок з лінійними розмірами не менше 200 мкм. Конструкція фільтрів, призначених для очищення розплаву повинна задовольняти наступним вимогам:

- забезпечувати заміну фільтруючих сіток при мінімальній тривалості зупинки технологічного процесу, або без зупинки;
- повинна бути герметичною, не допускати вибігу розплаву повз фільтруючі сітки, а також в навколишнє середовище;
- гідравлічний опір фільтра повинен бути мінімальним;
- розподіл температури в розплаві при проходженні через фільтр повинен залишатись незмінним;

Конструкції фільтрів класифікують за характером фільтруючих елементів (шиберного, касетного і пробкового типу) і по числу фільтруючих елементів (одно- і двокамерні).

В теперішній час в обладнанні для переробки полімерів найбільш широко використовують фільтри шиберного типу з ручним, пневматичним або гідравлічним приводом шибера.

									Лист
Зач.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

На рис. 3.3 показана принципова схема шиберного типу із змінними фільтруючими елементами.

Основним робочим елементом фільтру являється фільтруюча решітка 1, яка повертається відносно шпильки 5 за допомогою ручки 4 в направляючих корпусу 2 і фланцю 3. На решітці розташовані два фільтруючі елементи 6, які працюють по черзі один за одним. Необхідне затискання шиберної решітки забезпечується ущільнюючими кільцями 7,8.

Після забруднення одного із фільтрів плита шиберна ручкою 4 переміщується в корпусі фільтра і вводить в роботу другий чистий фільтр. Відпрацьований фільтр видаляють і на його місце встановлюють комплект з

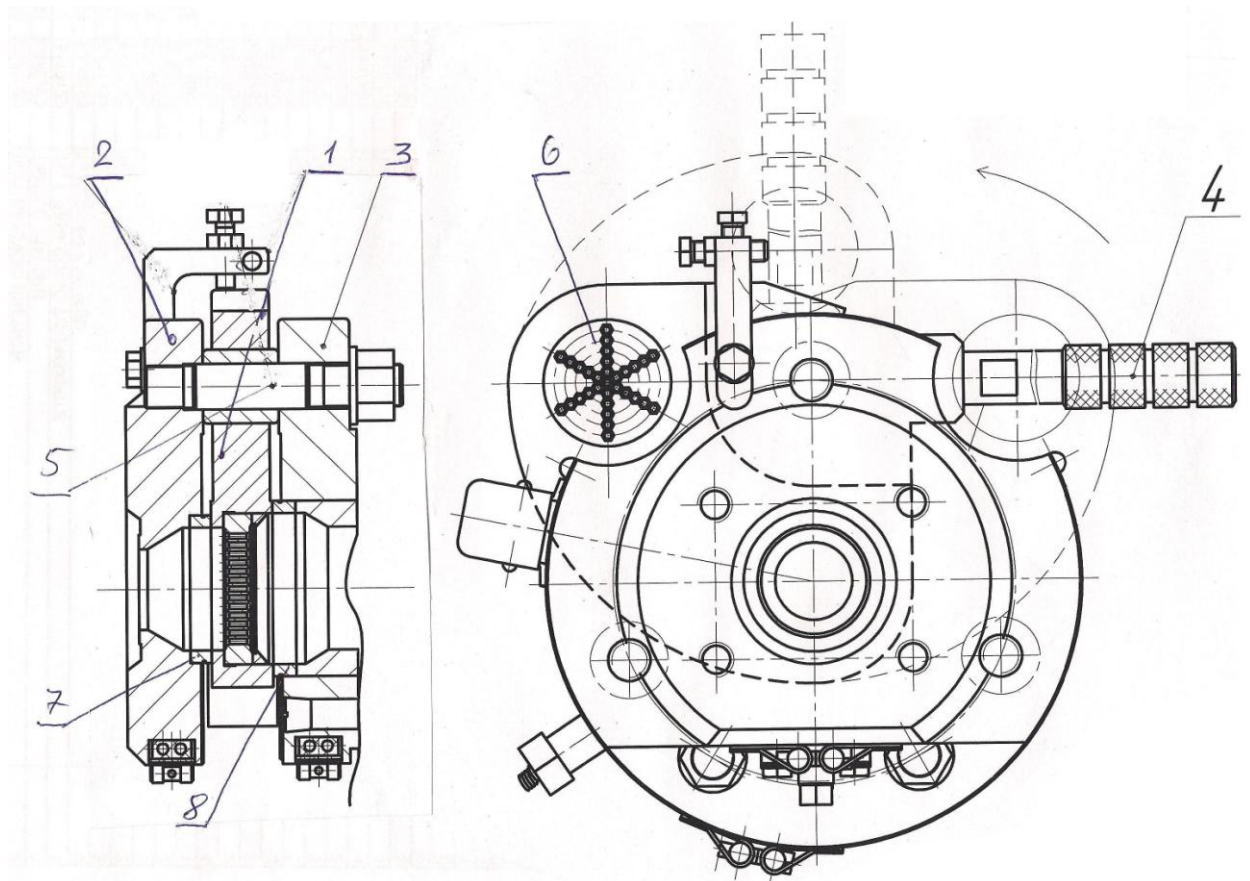


Рис 3. Фільтр шиберний:

1 – фільтруюча решітка; 2 – корпус фільтра; 3 – фланець фільтра; 4 – ручка; 5 – шпилька; 6 – фільтруючий елемент; 7,8 – ущільнючі

											Лист
Зам.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

новим пакетом сіток. В основному тривалість роботи фільтру складає від 5 до 20 годин. Час заміни забрудненого фільтру на новий без зупинки екструдера не перевищує 15 с. Сигналом для заміни фільтра являється підвищення тиску в розплаві перед фільтром.

							Лист
							5
Зам.	Лист	Мі. початку	Після	Пого.			

4. Гранулятор

Гранулятор призначений для подрібнення стренг, які попередньо виготовлені в черв'ячному пресі за допомогою фільтри, охолоджені і підсушені для кращого процесу подрібнення.

Основні робочі елементи гранулятора показані на рис. 4.1.

Пучок стренгів захоплюється ведучим валиком 2 і прижимним 6, далі подається до ріжучого елемента циліндричної фрези 5 із суцільними ножами. Направлений рух пучка забезпечується направляючим валиком 10, напрямними лотка 6 і прижимною плитою 4. Зазор між ножами фрези 5 і нерухомим ножем 3 переміщенням кронштейном 7 за допомогою гвинтів 8 (їх два) в направляючих втулках 9.

Обертальний рух циліндричної фрези забезпечується електродвигуном через клинопасову передачу, а обертальний рух валиків через зубчасту циліндричну передачу.

На даному грануляторі отримують гранули довжиною 8 мм і діаметром 3,5 мм.

Для збільшення довговічності циліндричної фрези (її ріжучої частини), використаємо пластини, які будуть напаяні на робочі зубці фрези 1 і нерухомого зустрічного ножа 2 із високотемпературного твердого сплаву TSK10 (рис. 4.2.).

Змінивши ріжучий елемент, на фрезі, а також на зустрічному ножі 2^ Стримаємо надійну і довговічну роботу гранулятора. Зменшиться ремонтний час обслуговування. Відпаде потреба в частій заточці і ріжучих елементів. Пластини бажано виконувати вставними, тому що, при появі тріщин доведеться міняти всю фрезу.

					ДП27 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Щетинін				Гранулятор		
Перевір.	Васильківський.						
Реценз.					Літ.	Арк.	Аркушіє
Н. Контр.	.				НУХТ Каф. М та ПТ ПУ-4-15		
Затверд.							

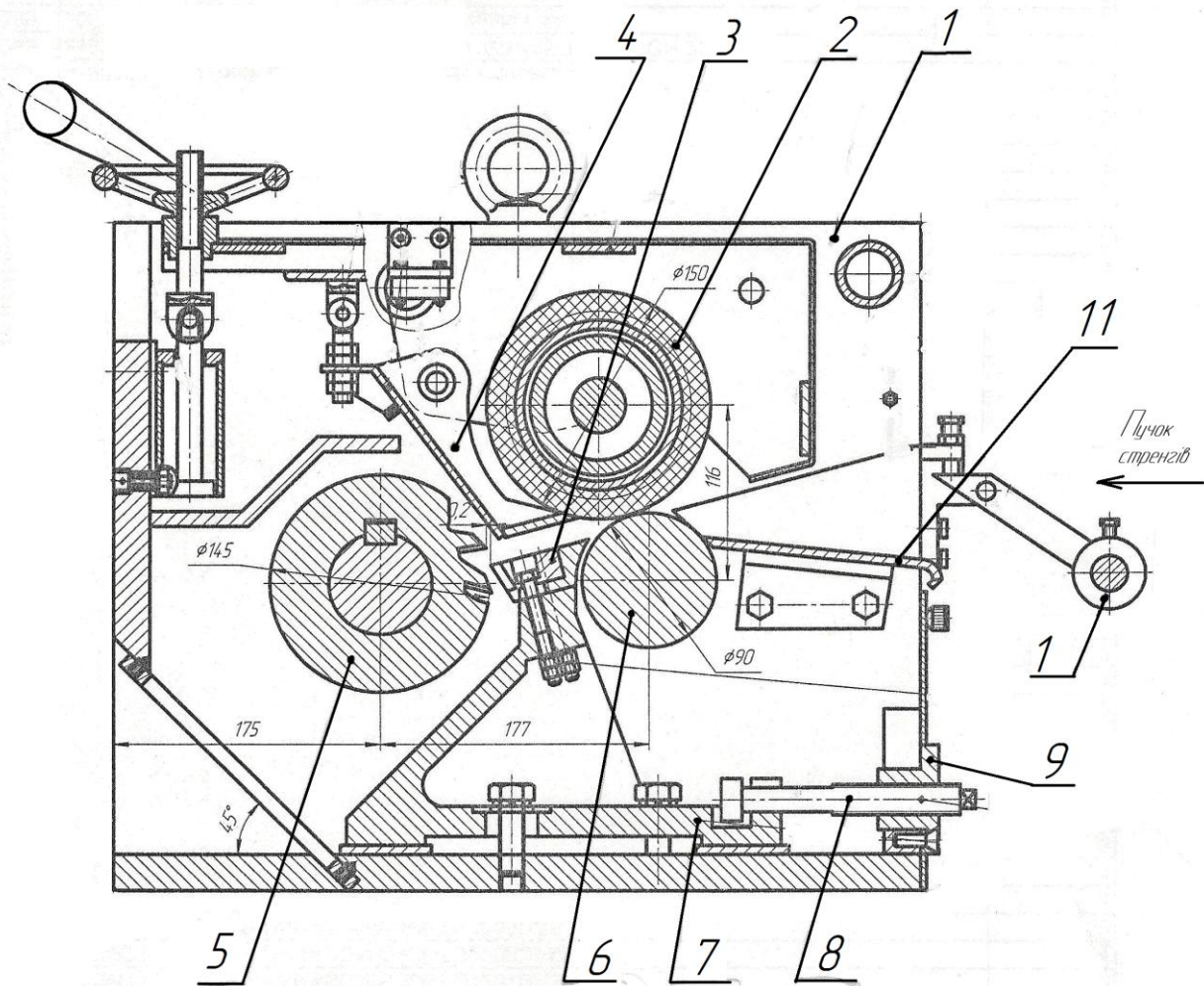


Рис. 4.1 Гранулятор:

- 1 – корпус; 2 – валик ведучий; 3 – ніж нерухомий; 4 – прижимна плита; 5 – фреза циліндрична; 6 – валик прижимним; 7 кронштейн; 8 – гвинт; 9 –

5. Розрахункова частина

Модернізація лінії гранулювання відходів полімерних упаковок з розробкою фільтра шиберного і фільтери, з вдосконаленням гранулятора проведена на основі научно – механічних розрахунків їх вузлів і деталей. Проведемо проектний розрахунок гранулятора і перевірковий розрахунок черв'ячного екструдера з вдосконаленням привода.

Розрахунок гранулятора

Вихідні дані для розрахунку:

продуктивність при однозмінній роботі — $Q = 250 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$;

матеріал, який переробляють – вторинний поліетилен;

розміри гранул: діаметр — $d_{gp} = 4 \text{ мм}$;

довжина — $l_{gp} = 8 \text{ мм}$;

щільність розплаву — $\mu = 850 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

кількість отворів у фільтері — $n_{отв} = 61 \text{ шт.}$

Гранулятор призначений для подрібнення стренг, які попередньо виготовляють в черв'ячному пресі і після чого охолоджують в водній ванні, для кращого процесу подрібнення.

Кінематична схема гранулятора показана на рис. 5.1.

1 – валики тягучі; 2 – фреза циліндрична; 3 – електродвигун; 4 – клинопасова передача; 5 – шестерня; 6 – зубчасте колесо.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахункова частина		
Розроб.		Щетинін					
Перевір.		Васильківський					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							
					НУХТ Каф.М та ПТ ПУ-4-15		

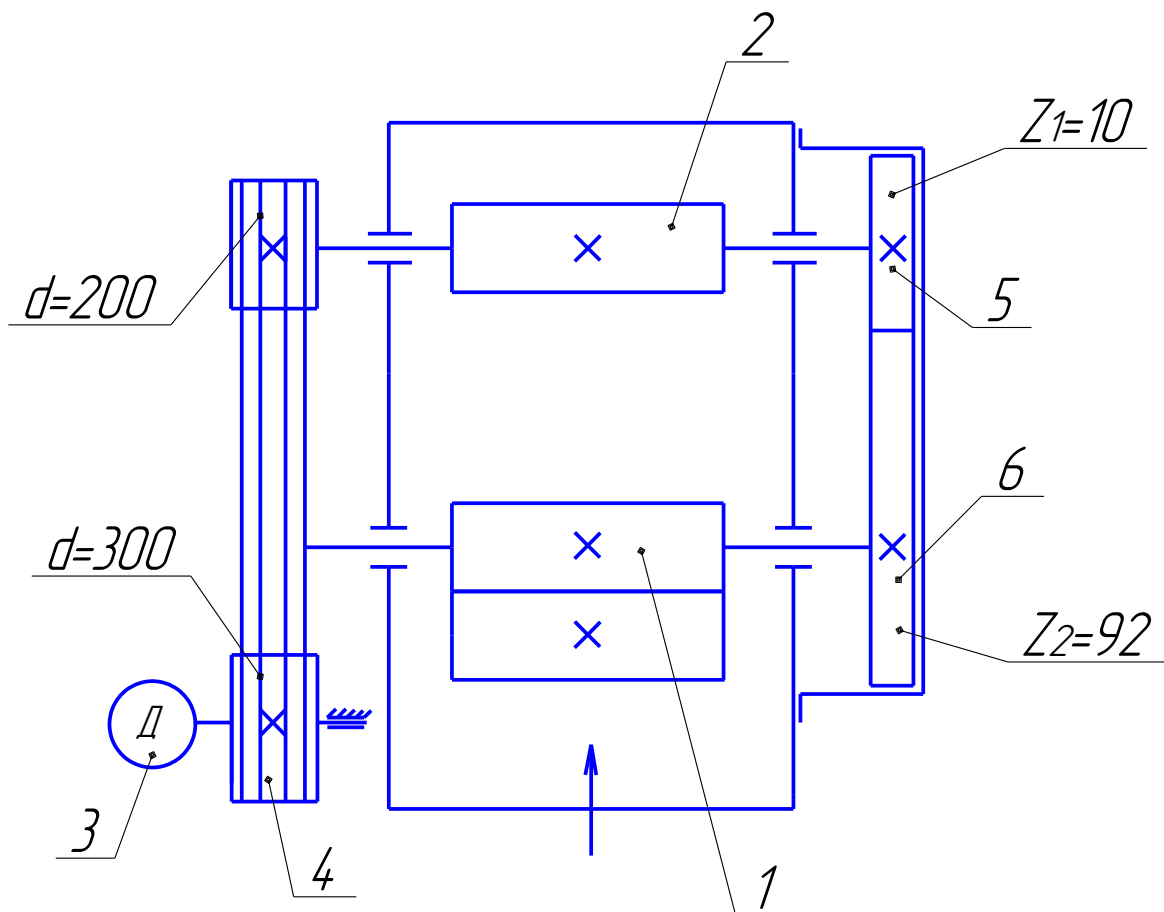


Рис.

5.1. Кінематична схема гранулятора:

Тягучі ролики 1 захоплюють стренги і подають їх до ріжучого елемента 2 (циліндрична фреза із суцільним ножем).

Обертання фрези гранулятора забезпечується двигуном 3, через пасову передачу 4, а обертальний момент на валки передається через зубчасту циліндричну передачу із колеса 5 на 6.

5.1. Визначаємо швидкість подачі стренг:

$$g = \frac{Q}{60 \cdot F \cdot \mu} = \frac{250}{60 \cdot 0.77 \cdot 10^{-3} \cdot 850} = 6.37 \frac{м}{хв},$$

тут F – сумарна площа перерізу стренгів

$$F = \frac{\pi \cdot d_{ср}^2}{4} \cdot n_{ср} = \frac{3.14 \cdot 0.004^2}{4} \cdot 61 = 0.77 \cdot 10^{-3} м^2,$$

Змч	Лпр	№ докум	Підпис	Дата	Лпр

де $d_{стр}$ – діаметр стренгів, $d_{стр}=4\text{мм}$;

$n_{стр}$ – кількість стренгів, $n_{стр}=61\text{мм}$.

5.2. Частота обертання фрези

$$n_{фр} = \frac{1000 \cdot g}{z_{фр} \cdot l_{гр}} = \frac{1000 \cdot 6,37}{16 \cdot 5} = 88,0 \frac{\text{об}}{\text{хв}},$$

тут $l_{гр}$ – довжина гранул, $l_{гр}=5\text{мм}$;

$z_{фр}$ – кількість зубців фрези, $z_{фр}=16$.

5.3. Частота обертання приводного тягнучого вала

$$n_{м.в.} = \frac{1000 \cdot g}{\pi \cdot D_{т.в.}} = \frac{1000 \cdot 6,37}{3,14 \cdot 90} = 22 \frac{\text{об}}{\text{хв}},$$

Тут $D_{т.в.}$ – діаметр тягнучого вала, $D_{т.в.}=90\text{мм}$.

5.4. Кінематичний і силовий розрахунок приводу гранулятора.

Крутний момент на тягнучому валку від зусилля тяги, яке створюється за рахунок сил тертя між поверхнею валка і поверхнею пучка стренгів, складає $T_{т.в.}=840\text{Нм}$.

Тоді потужність на тягнучому валку $N_{м.в.} = \frac{T_{м.в.} \cdot n_{м.в.}}{9550} = \frac{840 \cdot 22}{9550} = 2,01\text{кВт}$.

Розрахункова потужність на валу фрези $N_{м.в.}^1 = \frac{N_{м.в.}}{\eta_{з.п.}} = \frac{2,01}{0,93} = 2,16\text{кВт}$,

тут $\eta_{з.п.}$ – ККД відкритої зубчастої передачі.

Крутний момент на валу фрези від зусилля різки стренгів складає $T_{фр}=870\text{Нм}$.

Змі	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Лист

Тоді потужність на валу фрези від зусилля різки

$$N_{фр}^1 = \frac{T_{фр} \cdot n_{фр}}{9550} = \frac{870 \cdot 88}{9550} = 8,02 \text{ кВт.}$$

Сумарна потужність на валу фрези $N_{фр} = N_{фр} + N_{м.с.} = 8,02 + 2,16 = 10,18 \text{ кВт.}$

Розрахункова потужність електродвигуна: $N_p = \frac{N_{фр}}{\eta_{кл.п.}} = \frac{10,18}{0,92} = 11,06 \text{ кВт.}$

В склад приводу вибираємо мотор – двигун одноступінчастий планетарного типу МПЗ:

Типорозмір МПЗ – 63 – 151 ДСТУ 24355

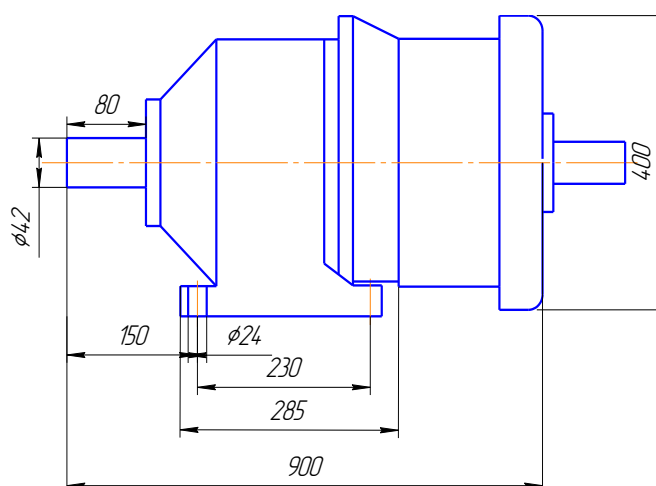
Частота обертання вихідного вала – $n_{м.р.} = 151 \text{ об/хв}$

електродвигун 4A160S4P3

потужність $N_{дв} = 11 \text{ кВт}$

частота обертання $n_{дв} = 1400 \text{ об/хв.}$

Передаточне число клинопасової передачі: $u_{кл.пас} = \frac{n_{м.р.}}{n_{фр}} = \frac{151}{88} = 1,7.$



На рис. Ескіз двигуна

Передаточне число зубчастої передачі: $u_{з.п.} = \frac{n_{фр.}}{n_{м.с.}} = \frac{88}{22} = 4.$

Заш	Лрк	№ докум	Підпис	Дата			Лрк

Розрахунок клинопасової передачі:

Розраховуємо клинопасову передачу при заданих умовах: $N_1 = 11,06 \text{ кВт}$;

$$n_1 = 151 \frac{\text{об}}{\text{хв}}; \text{ передаточне число } u = 1.7$$

Розрахунок:

1. Крутний момент на швидкохідному валу:

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{N_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{11.06}{151} = 699 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

2. При даному моменті за таблицею (2.12 [Кіркач, Баласанян]) приймаємо січення пасу. «В» із розмірами: $b_p=19\text{мм}$, $h=13.5\text{мм}$, $b_o=22\text{мм}$, $у.с=4.8\text{мм}$, $F=2.8\text{см}^2$

3. Діаметр меншого шківів в відповідності з рекомендаціями $d_{\min}=200\text{мм}$, але так як в розглянутому випадку немає характеристики обмежень до габаритів передачі, то для підвищення довговічності пасу приймаємо d_{p1} наступним мінімальним $d_{p1}=200\text{мм}$.

4. Діаметр більшого шківів, визначаємо за формулою:

$$d_{p1} = d_{p2} \cdot u \cdot (1 - \varepsilon) = 200 \cdot 1.7 \cdot (1 - 0.02) \approx 333 \text{ мм}$$

Стандартний діаметр за ГОСТ 17383-73

$$d_{p2} = 300 \text{ мм}$$

5. Фактичне передаточне число за формулою: $u_p = \frac{d_{p2}}{d_{p1}(1 - \varepsilon)} = \frac{300}{200(1 - 0.02)} = 1.69$

Приймаємо 1,7

Швидкість пасу:

$$6. v = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n_1}{60000} = \frac{3.14 \cdot 200 \cdot 1410}{60000} = 14.8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

7. Частота обертання веденого валу:

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		Лист

$$n_2 = \frac{d_{p1} \cdot n_1 (1 - \varepsilon)}{d_{p2}} = \frac{200 \cdot 1410 \cdot (1 - 0.02)}{300} = 830 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

8. Міжосьова відстань за рекомендаціями:

$$a = 0,95 \cdot d_{p2} = 0,95 \cdot 300 = 316,35 \text{ мм}$$

9. Розрахункова довжина пасу:

$$L = 2a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p1} - d_{p2})^2}{2a} = 2 \cdot 316,35 + \frac{3,14}{2} \cdot (200 + 300) + \frac{(300 - 200)^2}{2 \cdot 316,35} = 1609,31 \text{ мм}$$

10. По стандартній довжині пасу уточнюємо міжосьову відстань

$$a = \frac{2L - \pi(d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{[2L - \pi(d_{p1} + d_{p2})]^2 - 8(d_{p2} - d_{p1})^2}}{8} =$$

$$a = \frac{2 \cdot 1800 - 3,14 \cdot (200 + 300) + \sqrt{[2 \cdot 1800 - 3,14 \cdot (200 + 300)]^2 - 8(300 - 200)^2}}{8} = 477 \text{ мм}$$

Натяжний пристрій повинен забезпечити зміну міжосьової відстані в наступних межах:

$$a_{\min} = a - 0,01 \cdot L = 477 - 0,01 \cdot 1800 = 459 \text{ мм}$$

Максимальна міжосьова відстань для створення натягу й натягуванні пасу при витягуванні:

$$a_{\max} = a + 0,025 \cdot L = 477 + 0,025 \cdot 1800 = 522 \text{ мм}$$

11. Кут обхвату меншого шківів:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{d_{p2} - d_{p1}}{a} = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{300 - 200}{477} = 130^\circ < [\alpha_1] = 110^\circ$$

12. Вихідна довжина пасу $L_0 = 1609 \text{ мм}$. Відносна довжина $\frac{L}{L_0} = \frac{1609}{1800} = 0,89$

13. Коефіцієнт довжини (за табл. 2.19. підручник «Деталі машин», Кіркач, Баласанян), $C_L = 1,1$

Зам.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		Лист

14. Вхідна потужність при $d_{p1}=200\text{мм}$; за табл.2.15. $N_0=5.08\text{ кВт}$.

15. Коефіцієнт кута обхвату $C_\alpha=0,79$

16. Поправка на передаточне число до крутного моменту (за табл. 2.20)
 $\Delta T_H=9\text{ Нм}$.

17. Поправка до потужності: $\Delta N=0,0001 \Delta T_H \delta=0.0001 \cdot 9 \cdot 1410 = 1.269\text{ кВт}$

18. Коефіцієнт режиму роботи при вказаному навантаженні: $C_p=0,68$.

19. Допустима потужність на один пас:

$$[N] = (N_0 \cdot C_0 \cdot C_L + \Delta N) C_p = (6.08 \cdot 0.79 \cdot 1.1 + 1.269) 0.68 = 5.86\text{ кВт}$$

20. Розрахункове число пасів за формулою: $Z = \frac{N}{[N]} = \frac{11.06}{5.86} = 1.9$

21. Коефіцієнт, що враховує нерівномірність навантаження: $C_z=0.9$

22. Дійсне число пасів в передачі за формулою: $Z' = \frac{Z}{C_z} = \frac{1.9}{0.9} = 2.3$

Приймаємо кількість пасів 3.

23. Сила початкового натягу одного клинового пасу за формулою:

$$S_{0.1} = \frac{780 \cdot N}{C_p \cdot v \cdot C_\alpha \cdot Z'} + q \cdot v^2 = \frac{780 \cdot 11.06}{14.8 \cdot 0.79 \cdot 0.68 \cdot 4} + 0.3 \cdot 14.5^2 = 178\text{ Н}$$

24. Зусилля, що діє на вали передачі:

$$Q = 2 \cdot S_{0.1} \cdot Z' \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 178 \cdot 3 \cdot \sin \frac{110}{2} = 875\text{ Н}$$

25. Розміри обода шківів:

$l_p=19\text{мм}$; $h=14.3\text{мм}$; $b=5.7\text{мм}$; $e=25.5^{+0.5}\text{мм}$; $f=17\text{мм}$; $\Gamma=1,5\text{мм}$; $h_{1\text{min}}=10\text{мм}$;
 $\alpha_1=36^\circ$; $\alpha_2=40^\circ$.

26. Зовнішні діаметри шківів за формулою:

Змн	Лист	№ докум	Підпис	Дата		Лист

Розрахунок вала – фрези.

Зусилля, які діють на вал:

крутний момент – $T_{фр}=870\text{Нм}$;

зусилля від клинопасової передачі – $Q=875\text{Н}$

зусилля від різки стренгів – $F_{фр}=2 T_{фр}/d_{ф}=\frac{2 \cdot 870}{0.145}=12000\text{Н}$;

зусилля від зубчастої передачі, для якої діаметр шестерні $d_u = 72\text{мм}$, діаметр

колеса $d_k=288\text{мм}$, колове $F_{t1} = \frac{2 \cdot T_{фр}}{d_u} = \frac{2 \cdot 870}{0,072} = 24166\text{Н}$;

радіальне $F_{r1} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha_w = 2166 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 6380\text{Н}$.

Матеріал вала – сталь 40Х для якої $\sigma_B = 1000\text{МПа}$, $\sigma_T = 800\text{МПа}$,
 $\sigma_{-1} = 450\text{МПа}$.

Так як клинопасова передача розташована під кутом 20° до вертикалі, то розкладемо зусилля на дві складові:

$$Q_B = 875 \cdot \cos 20^\circ = 822\text{Н}; Q_{гор} = 875 \cdot \sin 20^\circ = 298\text{Н}.$$

Від зубчастої передачі колове зусилля направляє по горизонталі, а радіальне по вертикалі. Розглянемо вал, як балку на двох опорах в горизонтальній і вертикальних площинах. Розрахункова схема вала представлена на рис.5.4.

Горизонтальна площина. Реакції в опорах:

$$\sum M_A = 0;$$

$$Q_{гор} \cdot a - R_B^{гор} \cdot b + F_{t1} (b + c) = 0;$$

$$R_B^{гор} = \frac{298 \cdot 100 + 24166 \cdot 430}{350} = 29767\text{Н};$$

$$\sum M_B = 0;$$

Змі	Лист	№ докум	Підпис	Дата		Лист

$$F_{t1} \cdot c - R_A^{zop} \cdot b + Q_{zop} \cdot (b + a) = 0;$$

$$R_A^{zop} = \frac{24166 \cdot 80 + 298 \cdot 450}{350} = 5899H.$$

Перевірка: $\sum F_x = 0;$

$$Q_{zop} - R_A^{zop} + R_B^{zop} - F_{t1} = 298 - 5899 + 29767 - 24166 = 0.$$

Згинаючі моменти:

$$M_{32.A}^{zop} = Q_{zop} \cdot a = 298 \cdot 0.1 = 29.8H \cdot m;$$

$$M_{32.B}^{zop} = -F_{t1} \cdot c = -24166 \cdot 0.08 = 1930H \cdot m$$

Вертикальна площина. Реакції в опорах:

$$\sum M_A = 0;$$

$$-Q_B \cdot a + F_{\phi p} \cdot b / 2 + R_B^b \cdot b - F_{ri} \cdot (b + c) = 0$$

$$R_B^b = \frac{822 \cdot 100 - 12000 \cdot 175 + 6380 \cdot 430}{350} = 2071H$$

$$\sum M_B = 0;$$

$$-Q_B \cdot (b + a) - F_{\phi p} \cdot b / 2 - F_{ri} \cdot c + R_A^b \cdot b = 0$$

$$R_A^b = \frac{822 \cdot 450 + 12000 \cdot 175 + 6380 \cdot 80}{350} = 8513H$$

Перевірка:

$$\sum F_y = 0;$$

$$-Q_B + R_A^b - F_{\phi p} - R_B^b + F_{ri} = -822 + 8513 - 12000 - 2071 + 6380 = 0$$

Згинаючі моменти:

$$M_{32.A}^e = -Q_B \cdot a = -822 \cdot 0.1 = -82 \text{ Нм};$$

$$M_{32.\phi p}^e = -Q_B \cdot \left(a + \frac{b}{2}\right) + R_A^b \cdot \frac{b}{2} = -822 \cdot 0.275 + 8513 \cdot 0.175 = 1263 \text{ Нм};$$

$$M_{32.B}^e = F_{ri} \cdot c = 6380 \cdot 0.08 = 510 \text{ Нм}.$$

Сумарні моменти: $M_{\text{сум}} = \sqrt{(M_{32.}^{\text{оп}})^2 + (M_{32.}^e)^2}$;

$$M_{\text{сум.А}} = \sqrt{29,8^2 + 82^2} = 87 \text{ Нм}; \quad M_{\text{сум.}\phi p} = \sqrt{530^2 + 1263^2} = 1560 \text{ Нм};$$

$$M_{\text{сум.В}} = \sqrt{1930^2 + 510^2} = 1996 \text{ Нм}$$

Приведені моменти:

$$M_{\text{пр}} = \sqrt{M_{\text{сум}}^2 + T^2} ;$$

$$M_{\text{пр.шк.}} = 1105 \text{ Нм};$$

$$M_{\text{пр.А}} = \sqrt{87^2 + 1105^2} = 1120 \text{ Нм};$$

$$M_{\text{пр.}\phi p} = \sqrt{1560^2 + 1105^2} = 1911 \text{ Нм};$$

$$M_{\text{пр.В}} = \sqrt{1996^2 + 235^2} = 2009 \text{ Нм};$$

$$M_{\text{пр.Ш}} = 235 \text{ Нм}.$$

Змі	Лист	№ докум	Підпис	Дата		Лист

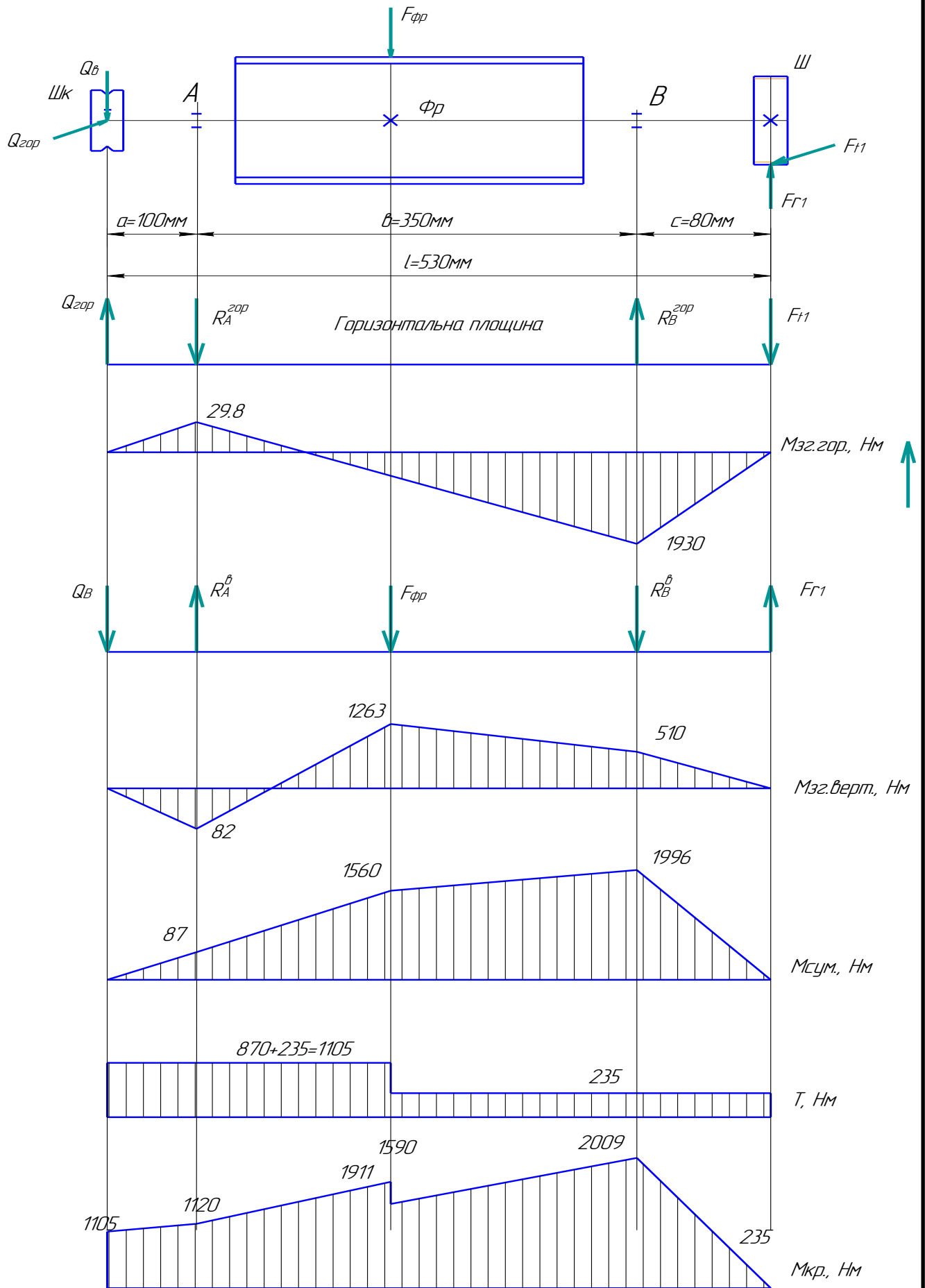


Рис.5.4. Розрахункова схема і епюри моментів вала - фрези

					Лист
Зам.	Лист	№ докум.	Підрис.	Дата	

Діаметр вала із умови міцності на згин

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{M_{np.B}}{0.1[\sigma_{зг}]}} = \sqrt[3]{\frac{2009}{0.1 \cdot 110}} = 54 \text{ мм},$$

тут $[\sigma_{зг}]$ – допустима напруга на згин, для валів із сталі 40Х

$$[\sigma_{зг}] = 110 \dots 130 \text{ МПа}.$$

Діаметр вала із умови міцності на кручення:

$$d_{ук} = \sqrt[3]{\frac{T_{ук}}{0.2[\tau_{кр}]}} = \sqrt[3]{\frac{1105 \cdot 10^3}{0.2 \cdot 45}} = 49,5 \text{ мм},$$

тут $[\tau_{кр}] = 45 \div 55 \text{ МПа}$ – допустиме напруження на кручення.

Приймаємо наступні розміри вала:

- під шківом – 50мм;
- під підшипником опор А – 60мм;
- під фрезою – 70мм;
- під підшипником опор В – 55мм;
- під шестернею – 35мм.

						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок підшипників.

Згідно ДСТУ 333-79 вибираємо роликопідшипники двохрядні сферичні типу 3000 і 13000 середньої серії:

опора А – 3612, $d=60\text{мм}$, $B=46\text{мм}$, $D=130\text{мм}$, $C=130\text{кН}$

опора В – 13611, $d=55\text{мм}$, $B=43\text{мм}$, $D=130\text{мм}$, $C=113\text{кН}$.

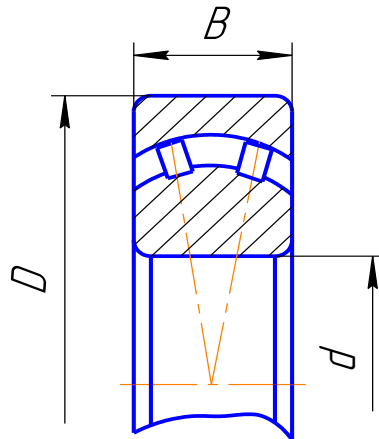


Рис. 5.5. Роликопідшипник двохрядний сферичний

Радіальне навантаження в опорах

$$R_A = \sqrt{(R_A^{zop})^2 + (R_B^e)^2} = \sqrt{5899^2 + 8513^2} = 10357H;$$

$$R_B = \sqrt{(R_B^{zop})^2 + (R_B^e)^2} = \sqrt{29767^2 + 2071^2} = 29930H.$$

Еквівалентне навантаження для радіальних підшипників з короткими циліндричними роликами:

$$P_{екв} = V \cdot F_q \cdot k_\sigma \cdot k_m;$$

V – коефіцієнт обертання кільця, при обертанні внутрішнього кільця $V=1$;

F_q – радіальне навантаження, $F_{qA} = 10357H$; $F_{qB} = 29930H$;

k_σ – коефіцієнт безпеки, для конвеєрів $k_\sigma=1.0$;

k_m – температурний коефіцієнт, при температурі до 100°C $k_m=1$.

						Лист
Зміст	Лист	№ докум	Підрис	Дата		

$$P_{еквА} = 1 \cdot 10357 \cdot 1 \cdot 1 = 10357Н; P_{еквВ} = 1 \cdot 29930 \cdot 1 \cdot 1 = 29930Н.$$

Довговічність підшипника:

$$L_h = \frac{10^6}{n} \left(\frac{C}{P_{екв}} \right)^3,$$

тут n – частота обертання вала, n=88об/хв;

C – динамічна вантажопідйомність підшипника.

$$L_{hА} = \frac{10^6}{88} \left(\frac{130 \cdot 10^3}{10357} \right)^3 = 122390 год,$$

$$L_{hВ} = \frac{10^6}{88} \left(\frac{113 \cdot 10^3}{29930} \right)^3 = 61139 год, \text{ що значно більше допустимої } [L_n]=20000 \text{ год.}$$

Розрахунок шпонкового з'єднання.

На міцність перевіримо шпонки під шківом і шестернею. Згідно СТ СЕВ 189-75 вибираємо шпонки призматичні із прямими торцями.

Діаметр вала, мм	Розміри перерізу		Глибина пазів	
	b	h	t	t ₁
50	10	8	5	3.3
35	16	10	6	4.3

Міцність шпонок перевіримо на зминання

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot t_1} \leq [\sigma_{зм}],$$

тут T – крутний момент на валу шківів T_{шк}=1105Нм і валу шестерні T_ш=235Нм;

d – діаметр вала, мм;

Змш	Арх	№ докум	Підпис	Дата					Арх

t_1 – глибина паза на ступиці, мм;

l_p - розрахункова довжина шпонки; $l_{p \text{ шк.}}=80\text{мм}$, $l_{p \text{ ш.}}=30\text{мм}$;

$[\sigma_{зм}]$ – допустима напруга на зминання, для сталевих вала і ступиці

$[\sigma_{зм}]=100\dots150\text{МПа}$

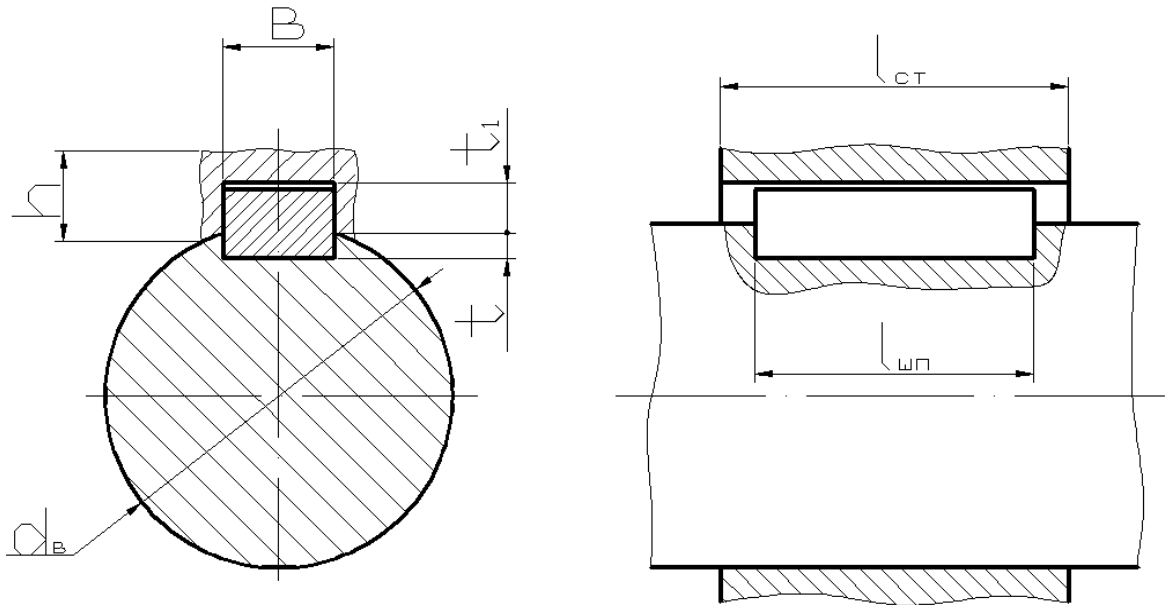


Рис.5.6. Шпонкове з'єднання

Умова міцності

$$\sigma_{зм.шк} = \frac{2 \cdot 1105 \cdot 10^3}{50 \cdot 4.3 \cdot 80} = 128 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}];$$

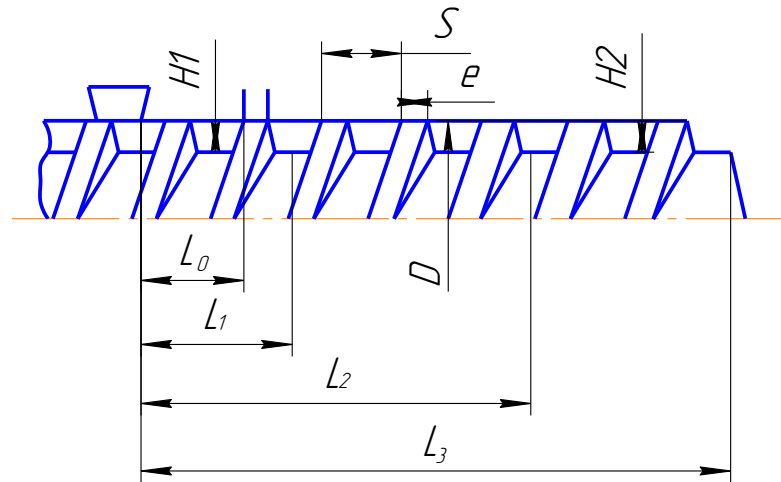
$$\sigma_{зм.ш} = \frac{2 \cdot 235 \cdot 10^3}{35 \cdot 3.3 \cdot 30} = 135 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}].$$

Умови міцності виконуються.

Зач	Арх	№ докум	Підпис	Дата		Арх

Розрахунок геометричних параметрів черв'яка

Розрахункова схема черв'яка представлена на рис.1.1.



Розрахункова схема черв'яка

Діаметр черв'яка $D=90\text{мм}$.

Крок гвинтової нарізки черв'яка:

$$t = (0.8...1.2)D = 1.0 \cdot 90 = 90\text{мм},$$

Ширина гребеня витка:

$$e = (0.08...0.1)D = 0.1 \cdot 90 = 0.9\text{мм}.$$

Глибина гвинтового каналу під завантажувальною воронкою:

$$h_1 = (0.12...0.16)D = 0.15 \cdot 90 = 13.5\text{мм},$$

Глибина гвинтового каналу на кінці черв'яка (зона дозування):

$$h_2 = 0.5 \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4h_1}{i}(D - h_1)} \right] = 0.5 \left[90 - \sqrt{90^2 - \frac{4 \cdot 13.5}{2.25}(90 - 13.5)} \right] = 5.42\text{мм},$$

де i – ступінь стиску, приймаємо $i=2,25$.

Радіальний зазор δ між внутрішньою поверхнею корпуса і зовнішньою поверхнею гвинтової нарізки черв'яка:

										Лист
Змі	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

$$\delta = 0.003 \cdot D = \cdot 90 = 0.003 \cdot 90 = 0.27 \text{ мм.}$$

Діаметр стержня в зоні завантаження:

$$d_1 = D - 2h_1 = 90 - 2 \cdot 13.5 = 63 \text{ мм.}$$

Діаметр стержня в зоні дозування:

$$d_2 = D - 2h_2 = 90 - 2 \cdot 5.42 = 79.16 \text{ мм.}$$

У зоні стиску приймаємо нахил поверхні осердя постійним (глибина каналу монотонно зменшується).

Довжина торпеди:

$$l_{\text{торп}} = (0.6 \dots 0.8)D = 0.7 \cdot 90 = 63 \text{ мм,}$$

Довжина робочої частини черв'яка:

$$l_{\text{раб}} = (20 \dots 30 \dots 30)D = 20 \cdot 90 = 1800 \text{ мм,}$$

Довжина зони дозування:

$$l_{\text{доз}} = (3 \dots 6)D = 5 \cdot 90 = 450 \text{ мм,}$$

Довжина зони стиску:

$$l_{\text{ст}} = (7 \dots 13)D = 13 \cdot 90 = 1170 \text{ мм.}$$

Довжина циліндричної частини черв'яка:

$$l_{\text{цил}} = (1.5 \dots 3)D = 2 \cdot 90 = 180 \text{ мм.}$$

Довжина відбійної частини:

$$l_{\text{отб}} = (0.1 \dots 0.5)D = 0.2 \cdot 90 = 18 \text{ мм.}$$

Загальна довжина черв'яка:

$$L = l_{\text{раб}} + l_{\text{ес}} + l_{\text{цил}} + l_{\text{отб}} = 1800 + 250 + 180 + 18 = 2248 \text{ мм.}$$

Змі	Арх	№ докум	Підпис	Дата		Арх

Продуктивність машини по зоні дозування з врахуванням впливу ГОЛІВКИ.

Робота черв'ячної машини залежить не тільки від геометричних розмірів черв'яка і процесів, що протікають у його каналах, але також від геометрії і конфігурації голівки черв'ячної машини та її елементів.

Об'ємна продуктивність потоку в'язких рідин через головку на передній частині черв'ячної машини прямо пропорційна падінню тиску ΔP і обернено пропорційна в'язкості маси μ :

$$Q_v = K \cdot \frac{\Delta P}{\mu},$$

Також рівняння продуктивності можна представити у вигляді рівняння:

$$Q_v = \frac{\alpha \cdot K}{K + \beta + \gamma} \cdot n,$$

де K – коефіцієнт пропорційності, що залежить від геометрії голівки (коефіцієнт геометричної форми голівки),

n – кількість обертів черв'яка за хвилину;

α - постійна прямого потоку для черв'яка зі змінною глибиною гвинтового каналу:

$$\alpha = \frac{\pi^3 \cdot (t - \lambda \cdot e) \cdot \sigma}{a + t^2 \cdot b},$$

β – постійна оберненого потоку для черв'яка з перемінною глибиною гвинтового каналу:

$$\beta = \frac{\pi \cdot t - (t - \lambda \cdot e)}{12 \cdot L_n \cdot (a + t^2 \cdot b)},$$

γ - постійна потоку перетоку для черв'яка зі змінною глибиною гвинтового каналу:

Заш.	Лист	№ докум.	Підпис	Печат.					Лист

$$\gamma = \frac{\pi \cdot D \cdot \delta^3 \cdot t^2}{10 \cdot e \cdot L_H \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + t^2}},$$

де σ – коефіцієнт, що залежить від геометричних розмірів черв'яка:

$$\sigma = 1 - \frac{6.9 \cdot D}{2 \cdot (h_n - h_2)} \cdot \lg \frac{h_n}{h_2} + \frac{D^2}{2 \cdot h_n \cdot h_2},$$

a – коефіцієнт, що розраховується по формулі:

$$a = \frac{\pi^2}{h_n \cdot h_2} \cdot \left(\frac{D \cdot (h_n + h_2)}{2 \cdot h_n \cdot h_2} - 1 \right),$$

b – коефіцієнт, що розраховується по формулі:

$$b = \frac{2.3}{(h_n - h_2) \cdot D^3} \cdot \lg \frac{h_n (D + d_2)}{h_2 \cdot (D + d_1)} + \frac{2 \cdot h_n \cdot h_2 + (h_n - h_2) \cdot D}{2 \cdot D^2 \cdot h_n^2 \cdot h_2^2},$$

де h_1 – глибина гвинтового каналу в зоні завантаження, мм

h_H – глибина гвинтового каналу на початку зони дозування, мм

h_2 – глибина гвинтового каналу на кінці черв'яка, мм

L_H – довжина зони дозування, мм

D – зовнішній діаметр черв'яка, мм

d_1 – діаметр осердя в зоні дозування, мм

d_2 – діаметр осердя на кінці черв'яка, мм

e – ширина гребеня витка черв'яка, мм

δ – зазор між черв'яком і гільзою, мм

Підставивши у вище наведені рівняння значення величин, обчислимо продуктивність черв'ячної машини по зоні дозування з урахуванням впливу голівки:

Зміт	Лист	№ докум	Підпис	Дата		Лист

$$a = \frac{3.14^2}{1.35 \cdot 0.54} \cdot \left(\frac{9 \cdot (1.35 + 0.54)}{2 \cdot 1.35 \cdot 0.54} - 1 \right) = 156.7,$$

$$b = \frac{2.3}{(1.35 - 0.54) \cdot 9^3} \cdot \lg \frac{1.35(9 + 3.91)}{0.54 \cdot (9 + 7.91)} + \frac{2 \cdot 1.35 \cdot 0.54 + (1.35 - 0.54) \cdot 9}{2 \cdot 9^2 \cdot 1.35^2 \cdot 0.54^2} = 1.84,$$

$$\sigma = 1 - \frac{6.9 \cdot 9}{2 \cdot (1.35 - 0.54)} \cdot \lg \frac{1.35}{0.54} + \frac{9^2}{2 \cdot 1.35 \cdot 0.54} = 89.68,$$

$$\alpha = \frac{3.14^3 \cdot (9 - 1 \cdot 0.9) \cdot 89.68}{156.7 + 9^2 \cdot 1.84} = 2925.5 \text{ мм}^3,$$

$$\beta = \frac{3.14 \cdot 9 - (9 - 1 \cdot 0.9)}{12 \cdot 45 \cdot (156.7 + 9^2 \cdot 1.84)} = 1.22 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^3,$$

$$\gamma = \frac{3.14 \cdot 9 \cdot 0.027^3 \cdot 9^2}{10 \cdot 0.9 \cdot 45 \cdot \sqrt{3.14^2 \cdot 9^2 + 0.9^2}} = 3.9 \cdot 10^{-5} \text{ мм}^3,$$

$$Q_v = \frac{292.55 \cdot 0.09}{0.09 + 1.22 \cdot 10^{-4} + 3.9 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{120}{60} = 0.38 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Отже при питомій вазі поліетилену $\gamma = 785 \text{ кг/м}^3$ за температури 190°C продуктивність черв'ячної машини складає:

$$Q = 300 \text{ кг/год.}$$

Розрахунок потужності приводу

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

Потужність черв'ячної машини:

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

Зашт.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		Лист

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

$$N_1 = \frac{\pi^3 \cdot (t - e) \cdot L \cdot J \cdot \mu_{\text{эф}} \cdot 10^{-4}}{36 \cdot t} \cdot n^2 + \frac{a_2 \cdot \Delta P \cdot n \cdot 10^{-2}}{6},$$

N_1 – потужність, що витрачається на зріз матеріалу у зазорі між вершиною витка і стінкою циліндра:

$$N_2 = \frac{10^{-4} \cdot \pi^3 \cdot D^3 \cdot e \cdot L \cdot \mu_{\text{эф}} \cdot n}{36 \cdot \delta \cdot t},$$

η - коефіцієнт корисної дії і неврахованих втрат приймаємо $\eta=0,85$;

J - коефіцієнт, що визначається по формулі:

$$J = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4 \cdot t^2}{\pi^2} + \frac{(D - d_2) \cdot (D + d_1)}{3 \cdot (d_2 - d_1)} + \frac{2.3 \cdot \pi^2 \cdot D^5}{(t + \pi^2 \cdot D^2) \cdot (h_n - h_k)} \cdot \lg \frac{h_n}{h_k},$$

де t – крок гвинтової нарізки черв'яка, мм

D - зовнішній діаметр черв'яка, мм

ΔP – перепад тиску в головці, МПА

d_1 – діаметр черв'яка в зоні дозування, мм

d_2 – діаметр сердечника на кінці черв'яка, мм

α_2 – постійна прямого потоку, мм

h_n – глибина нарізки на початку зони дозування, мм

h_k – глибина нарізки на кінці черв'яка, мм

L – довжина зони дозування, мм

e – ширина гребеня витка черв'яка, мм

δ – радіальний зазор, мм

						Лист
Заш.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$J = \frac{3.14^2 \cdot 90^2 - 4 \cdot 90^2}{3.14^2} + \frac{(90 - 79.1) \cdot (90 + 76.8)}{3 \cdot (79.1 - 76.8)} + \frac{2.3 \cdot 3.14^2 \cdot 90^5}{(90 + 3.14^2 \cdot 90^2) \cdot (13.5 - 5.4)} \cdot \lg \frac{13.5}{5.4} = 108.35.$$

Швидкість зсуву в гвинтовій нарізці черв'яка для визначення ефективної динамічної в'язкості можна визначити по формулі:

$$S = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n}{60 \cdot \delta \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + t^2}} = \frac{3.14^2 \cdot 90^2 \cdot 45}{60 \cdot 0.27 \cdot \sqrt{3.14^2 \cdot 90^2 + 9^2}} = 1994.62 \text{сек}^{-1}$$

Ефективна в'язкість при температурі розплаву 190 °C і швидкості зсуву 1994,62 сек⁻¹,

$$\mu_{\text{эф}} = 0,14 \cdot 10^{-3} \text{МПа} \cdot \text{с},$$

$$N_2 = \frac{10^{-4} \cdot 3,14^3 \cdot 90^3 \cdot 0,9 \cdot 450 \cdot 0,14 \cdot 10^{-3} \cdot 45}{36 \cdot 0,27 \cdot 90} = 6,4 \text{кВт}.$$

Ефективна динамічна в'язкість визначається з графічної залежності при температурі розплаву 190°C і швидкості зсуву розплаву, обумовленої по формулі:

$$S = \frac{\pi^2 \cdot (D - h_{cp}) \cdot (D - 2 \cdot h_{cp}) \cdot n}{60 \cdot h_{cp} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot (D - 2h_{cp})^2 - t^2}},$$

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

$$h_{cp} = \frac{h_H + h_K}{2} = \frac{1.35 + 0.54}{2} = 9.5 \text{мм},$$

$$S = \frac{3,14^2 \cdot (90 - 9,5) \cdot (90 - 2 \cdot 9,5) \cdot 45}{60 \cdot 9,5 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot (90 - 2 \cdot 9,5)^2 - 90^2}} = 58,16 \text{сек}^{-1},$$

Ефективна в'язкість при температурі розплаву 190°C і швидкості зсуву 58.16сек⁻¹,

$$\mu_{\text{эф}} = 0,63 \cdot 10^{-3} \text{МПа} \cdot \text{с},$$

							Лук
Зми	Лук	№ докум	Підпис	Дата			

$$N_1 = \frac{3,14^3 \cdot (90 - 9) \cdot 45 \cdot 108,35 \cdot 0,63 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-4}}{36 \cdot 90} \cdot 45^2 + \frac{292,55 \cdot 51,83 \cdot 45 \cdot 10^{-2}}{6} = 12,2 \text{ кВт.}$$

Загальна потужність буде дорівнювати:

$$N = N_1 + N_2 = 12,2 + 6,4 = 18,6 \text{ кВт.}$$

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

$$N = N/\eta = 18,6/0,85 = 21,9 \text{ кВт.}$$

Згідно стандарту вибираємо двигун асинхронний загального призначення:
тип АИР180S4, потужність 22кВт, частота обертання 1465об/хв..

Передаточне число редуктора $U = 1465/45 = 32,5$.

Вибираємо редуктор двохступінчастий циліндричний:

типорозмір – 1Ц2У – 200 – 31,5;

передаточне число - $u_{ред} = 31,5$;

крутний момент на т. х. валу – 2500Нм;

частота обертання шв. х. вала – 1500об/хв.

Змі	Лист	№ докум	Підпис	Дата		Лист

6. Розроблення технологічного процесу виготовлення шківів

Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалів

Деталь «Шків» відноситься до класу – тіла обертання. Дана деталь В«шків» являє собою колесо, яке є частиною пасової передачі. Службове призначення шківів полягає в тому, щоб передавати крутний момент через ремінь на вал. З валом шків з'єднується посадкою з натягом, притискається шайбою і фіксується болтами. У внутрішню частину шківів кріпиться зубчаста полумуфта перехідною посадкою і фіксується штифтом. З'єднання деталей здійснюється під пресом. При роботі даного механізму обертання шківів на валу передається на зубчасту напівмуфту, далі через зубчасту втулку - на напівмуфту і на вал. Даній деталі більше підходить Сталь 45Л ГОСТ977-88. Це конструкційна вуглецева сталь. Після термообробки - нормалізація, проходить механічну обробку. Провівши необхідний аналіз можна зробити висновок що саме конструкційна сталь марки 45Л ГОСТ977-88 є найбільш підходящим матеріалом для виготовлення даного шківів.

Механічні властивості сталі 45Л ГОСТ977-88

Гранична міцність σ_B , МПа	Гранична текучість σ_T , МПа	Відносне видовження δ , %	Ударна в'язкість КСУ, кДж/м ²	Критичний діаметр гартування $D_{кр}$, мм	Твердість за Брінеллем НВ не більше
540	314	12	294	160-172	241

					ДП27 ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічні основи машинобудування		
Вароб.	Шетінін						
Параліт.							
Корінник	Володимир ІІ						
Н. Кошар							
Затверд.					Підп.	Лист	Листів
НУХТ Каф. М та ПТ ПУ-4-15							

Хімічний склад сталі 45Л ГОСТ977-88

Склад елементів в %								
Вуглець С	Кремні й Si	Марганець Mg	Сірка S	Фосфор P	Мідь Cu	Нікель Ni	Хром Cr	Азот N
0,42-0,5	0,2- 0,52	0,45-0,9	до 0,06	до 0,06	до 0,3	до 0,3	до 0,25	0,08

Перевірка вибраної деталі на відповідність умовам взаємозамінності, надійності та довговічності

Робота машини, та робота їх основних вузлів та механізмів, деякі деталі можна згрупувати за призначенням, характером роботи і формою, та іншими властивостями. Такий підхід дає змогу систематизувати комплектуючі та запасні частини.

Шків - деталь достатньо розповсюджена, то на заводі виробнику заготовлено запас аналогічних деталей, і є можливість замовляти їх у невеликих тиражах.

Проаналізувавши умови роботи шківа з точки зору надійності і зносостійкості, можна зробити висновки, що факторами які впливатимуть на його роботу будуть крутний момент та місцеві навантаження. Матеріал з якого виготовлена шків, а саме сталь марки 45Л ГОСТ977-88, не реагує на температурні коливання, має малу чутливість до впливу зовнішніх концентраторів напружень при циклічних навантаженнях

Заготовку отримуємо литвом.

Припуск на підрізання торців становить $2,5 \cdot 2 = 5$ мм.

Отже, заготовка являє собою $\varnothing 180$ мм і довжиною 45 мм.

Розрахунок припуску литої заготовки візьмем за розміром $\varnothing 45$ Н7.

Припуск на чистове розвертання:

					Технологія машинобудування			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$$2Z_{4\min} = 2 \cdot \left(R_{z3} + D_3 + \sqrt{T_{np3}^2 + \varepsilon_{y4}^2} \right),$$

де R_{z3} , D_3 , T_{np3} - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових похибок при чорновому точінні; ε_{y4} - похибка установавання деталі під час чистового точіння. $R_{z3} = 10$ мкм, $D_3 = 20$ мкм, $T_{np3} = 100$ мкм, $\varepsilon_{y2} = 100$ мкм – при установаці деталі в патрон.

Тоді
$$2Z_{4\min} = 2 \cdot \left(10 + 20 + \sqrt{100^2 + 100^2} \right) = 342,8 \text{ мкм.}$$

Максимальний припуск при обробленні:

$$2Z_{4\max} = 2Z_{4\min} + T_1 - T_2,$$

де $T_1 = 39$ мкм - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення; $T_2 = 25$ мкм - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення.

Тоді
$$2Z_{2\max} = 342,8 + 39 - 25 = 356,8 \text{ мкм.}$$

Номінальний припуск на оброблення поверхні:

$$2Z_{4\text{ном}} = \frac{2Z_{4\max} + 2Z_{4\min}}{2} = \frac{356,8 + 342,8}{2} = 349,8 \text{ мкм.}$$

Припуск на чорнове розвертання:

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot \left(R_{z2} + D_2 + \sqrt{T_{np2}^2 + \varepsilon_{y3}^2} \right),$$

де R_{z2} , D_2 , T_{np2} - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових похибок при чорновому точінні; ε_{y3} - похибка установавання деталі під час чистового точіння. $R_{z2} = 25$ мкм, $D_3 = 25$ мкм, $T_{np3} = 100$ мкм, $\varepsilon_{y2} = 100$ мкм – при установаці деталі в патрон.

Тоді
$$2Z_{3\min} = 2 \cdot \left(25 + 25 + \sqrt{100^2 + 100^2} \right) = 382,8 \text{ мкм.}$$

					Технологія виготовлення деталі	Апр
Зам	Апр	№ докум	Підпис	Дата		

Максимальний припуск при обробленні:

$$2Z_{3\max} = 2Z_{3\min} + T_1 - T_2,$$

де $T_1 = 160$ мкм - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення; $T_2 = 39$ мкм - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення.

Тоді
$$2Z_{3\max} = 382,8 + 160 - 39 = 503,8 \text{ мкм.}$$

Номинальний припуск на оброблення поверхні:

$$2Z_{3\text{ном}} = \frac{2Z_{3\max} + 2Z_{3\min}}{2} = \frac{503,8 + 382,8}{2} = 443,3 \text{ мкм.}$$

Припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot \left(R_{z1} + D_1 + \sqrt{T_{\text{нр1}}^2 + \varepsilon_{y_2}^2} \right),$$

де R_{z1} , D_1 , $T_{\text{нр1}}$ - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових похибок при чорновому точінні; ε_{y_2} - похибка установлення деталі під час чистового точіння. $R_{z1} = 100$ мкм, $D_1 = 100$ мкм, $T_{\text{нр1}} = 100$ мкм, $\varepsilon_{y_2} = 100$ мкм – при установці деталі в патрон.

Тоді
$$2Z_{2\min} = 2 \cdot \left(100 + 100 + \sqrt{100^2 + 100^2} \right) = 682,8 \text{ мкм.}$$

					Технологія машинобудування	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальний припуск при обробленні:

$$2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 + T_2,$$

де $T_1 = 620$ мкм - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення; $T_2 = 100$ мкм - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення.

Тоді
$$2Z_{2\max} = 682,8 + 620 + 100 = 1402,8 \text{ мкм.}$$

Номінальний припуск на оброблення поверхні:

$$2Z_{2\text{ном}} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{1402,8 + 682,8}{2} = 1042,8 \text{ мкм.}$$

Припуск на чорнове точіння:

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot \left(R_{z0} + D_0 + \sqrt{T_{np0}^2 + \varepsilon_{y1}^2} \right),$$

де R_0 , D_0 , T_{np0} - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових похибок виливка; ε_{y1} - похибка установлення деталі під час чорнового точіння. $R_{z0} + D_0 = 600$ мкм, $T_{np0} = 0,2$ мм, $\varepsilon_{y1} = 100$ мкм – при установці деталі в патрон.

Тоді
$$2Z_{1\min} = 2 \cdot \left(600 + \sqrt{200^2 + 100^2} \right) = 1647 \text{ мкм.}$$

Загальний припуск:

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_i^1 2Z_{i\text{ном}} = 349,8 + 443,3 + 1042,8 + 1647 = 3582,9 \text{ мкм.}$$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}} = 4$ мм.

Маса деталі

$$M_{\text{дет}} = V_{\text{д}} \cdot \rho = 0,000146 \cdot 7800 = 1,14 \text{ кг}$$

Маса заготовки

$$M_{\text{заг}} = V_{\text{з}} \cdot \rho = 0,000211 \cdot 7800 = 1,64 \text{ кг}$$

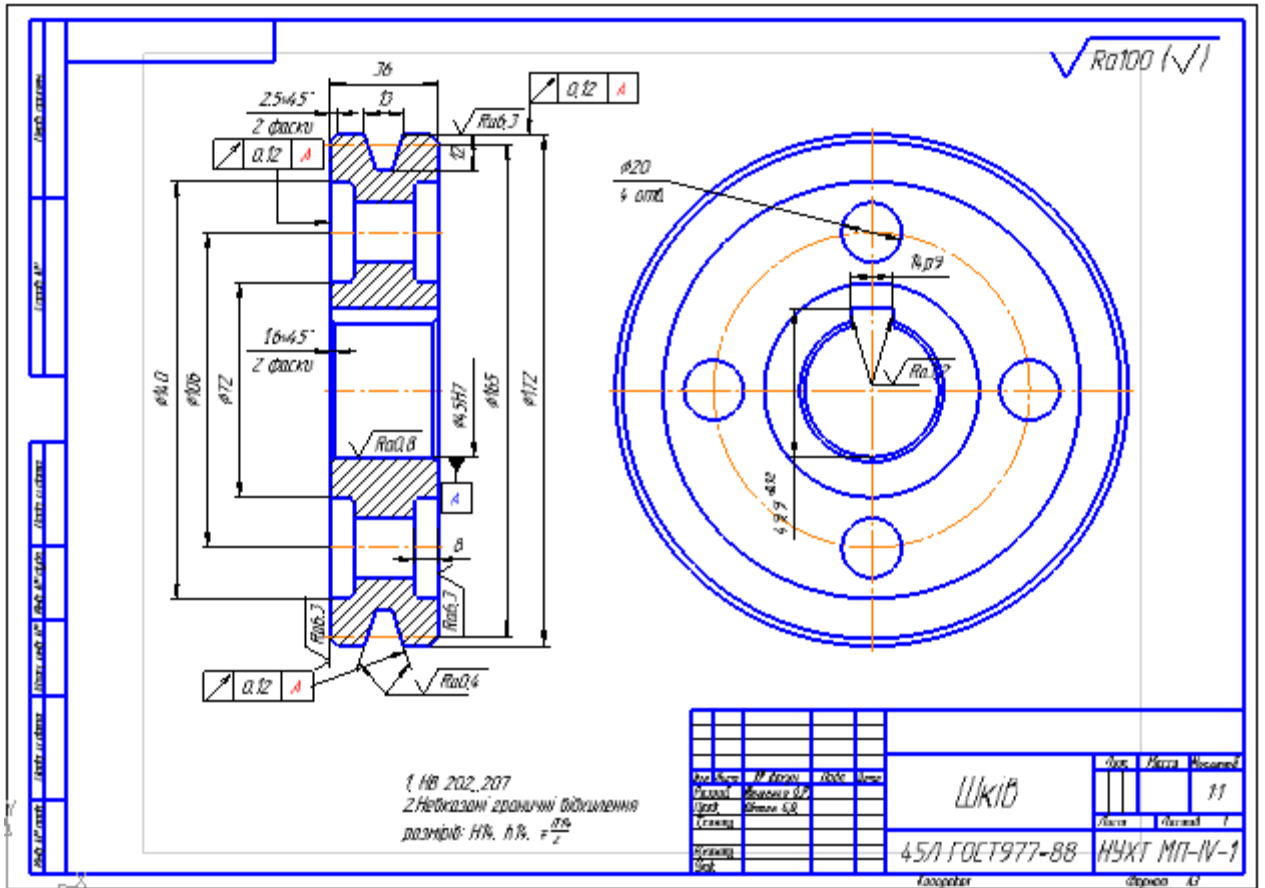
					Технологія виготовлення деталі	Аук
Зам	Аук	№ докум	Підпис	Дата		

Розробка робочого креслення шків

Робочі креслення деталей у сукупності з технічними вказівками повинні містити всі дані, що визначають форму, розміри, точність, шорсткість поверхонь, матеріал, термообробку, обробку й інші відомості, необхідні для виготовлення деталей відповідної якості і для проведення контролю. Якість виготовлення креслень деталей впливає на строки, вартість і якість виготовлення деталей і машини в цілому.

Початок розробки креслення визначаємо конструкторську програму в якій буде створене креслення та формат. Для виконання креслення деталі застосовуємо програму COMPAS, в якості формату вибираємо аркуш формату А3. На кресленні деталі проставлені всі необхідні розміри, які пов'язані з квалітетами точності та відповідними параметрами шорсткості відповідної поверхні. Розташування поверхонь, величина її розмірів, параметра шорсткості і квалітет точності дають можливість оброблювати деталь на універсальному обладнанні. Крім того, при механічній обробці деталі можна контролювати параметри поверхонь не знімаючи деталь з верстату. Проставлені розміри узгоджені з конструкторськими та технологічними базами і дають можливість використовувати стандартний вимірювальний інструмент. Взаємне розташування поверхонь дає можливість застосовувати стандартне технологічне обладнання та різальний інструмент. Конфігурація деталі, матеріал дають можливість отримати заготовку з мінімальними величинами припусків. Деталь цілком міцна та жорстка, отже її можна під час обробки затискати як в патроні так і в центрах. Конструкція деталі допускає обробку на універсальних верстатах стандартним різальним інструментом.

					Технологія Виготовлення деталі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Зам.	Авт.	Мб. доц.	Підпис	Дата

Технологія виготовлення деталі

Авт.

Розроблення технологічного процесу (ТП) виготовлення деталі

Технологічний процес, який розробляється, має забезпечувати:

- 1) підвищення продуктивності праці та якості виробу;
- 2) скорочення витрат праці і матеріальних витрат;
- 3) зменшення шкідливого техногенного впливу на навколишнє природне середовище;

При розробленні технологічного процесу слід керуватись такими рекомендаціями: насамперед обробляють ті поверхні деталі, що є базовими для оброблення найточніших її поверхонь, після цього обробляють поверхні з найбільшим припуском, після цього обробляють поверхні з найбільшим припуском, потім обробляють поверхні, зняття металу з яких найменшою мірою впливає на їх твердість.

Усі заготовки які підлягають механічній (слюсарній) обробці, виготовляються з припуском на розміри готової деталі (припуском на обробку).

Припуск - шар металу, який видаляється з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей поверхні, що оброблюється (до властивостей деталі або її поверхні відносяться розміри, форма, твердість, шорсткість і т. д.).

					Технологія виготовлення деталі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічний маршрут виготовлення шківів.

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна	Лиття в земляну форму .
10.1	Відлити заготовку	Ø172 мм, L=36 мм. Сталь 45 Л ГОСТ 977-88
20	Токарна (У33)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ок кулачковий патрон
20.1	Торцювати пов.(1) z=1,5 мм., начорно.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.2	Точити пов.(2) Ø173, начорно	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.3	Точити пов.(3) Ø44, начорно.	Різець розточний ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=95°, γ=10°, φ=45° з заокругленою кромкою R1,6. ШЦ1
20.4	Свердлити отв. Ø20, пов.(4)	Свердло Ø20, Р6М5
30	Токарна (У33)	Токарно-револьверний верстат 16К20, 3-ок кулачковий патрон
30.1	Торцювати пов.(1) z=1,5 мм, начорно.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30.2	Точити пов.(2) витримуючи розмір L=18 мм. начорно.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30.3	Точити пов.(3) Ø44, начорно.	Різець розточний ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=95°, γ=10°, φ=45° з заокругленою кромкою R1,6. ШЦ1
40	Токарна (У33)	Токарно-гвинторізальний верстат 16К20, 3-ок кулачковий патрон.
40.1	Торцювати пов.(1) z=1 мм., начисто.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
40.2	Точити пов.(2) Ø173h7, начисто.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Заш	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розрахунок операцій.

5.4.1. Токарна операція

Перехід 20.1. Торцювати пов. 1 начорно, $z=2\text{мм}$

Глибина різання;

$$t = z = 2\text{мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x25 мм при обробленні сталених деталей діаметром до 400 мм з глибиною різання до 3 мм $S = 1 \dots 1,4$ мм/об. Приймаємо $S = 1$ мм/об.

З таблиць вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.4}},$$

де T — стійкість різця. Приймаємо $T = 90$ хв.

Тоді:

$$V = \frac{279}{90^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 1^{0.4}} = 102,18\text{м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 102,18}{\pi \cdot 176} = 184,8\text{об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата 16К20 вибираємо ближче менше значення — $n_B = 160$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 176 \cdot 160}{1000} = 88,5\text{м/хв}$$

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Змі	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

де $l = D_3/2 = 176/2 = 88\text{мм}$ — довжина оброблення безпосередньо на деталі; $l_1 = 2\text{мм}$ — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею; $l_2 = t \cdot \text{ctg}\varphi = 2 \cdot \text{ctg}75^\circ = 0,5\text{мм}$ - величина врізання інструменту; $l_3 = 2\text{мм}$ — величина перебігу різця.

Отже: $L = 88 + 2 + 0,5 + 2 = 92,5\text{мм}$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{01} = \frac{L}{n_g \cdot S} = \frac{92,5}{160 \cdot 1} = 0,58\text{хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\partial 1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

де $t_1 = 0,06\text{хв}$ — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі; $t_2 = 0,1\text{ хв}$ — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі; t_3 — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то $t_3 = 0$.

$$t_{\partial 1} = 0,06 + 0,1 = 0,16\text{ хв}$$

Перехід 20.2. Точити пов.2 $\varnothing 173\text{мм}$, $l=18\text{мм}$

Глибина різання при цьому:

$$t = \frac{d_3 - d_0}{2} = \frac{176 - 173}{2} = 1,5\text{мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x25 мм при обробленні сталей деталей діаметром до 400 мм з глибиною різання до 3 мм $S = 1 \dots 1,4\text{мм/об}$. Приймаємо $S = 1\text{мм/об}$.

З таблиць вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Заш	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.4}},$$

де T — стійкість різця. Приймаємо $T = 90$ хв.

Тоді: $V = \frac{223}{90^{0.2} \cdot 1.5^{0.15} \cdot 1^{0.4}} = 85,3 \text{ м/хв}$ Потрібна частота обертів шпінделя верстата:

$$n_g = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 85,3}{\pi \cdot 176} = 154,3 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата 16К20 вибираємо ближче менше значення — $n_B = 125$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 176 \cdot 125}{1000} = 69,1 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

де $l = 18$ мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі; $l_1 = 2$ мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею; $l_2 = t \cdot \text{ctg} \varphi = 1,5 \cdot \text{ctg} 45^\circ = 1,5$ мм - величина врізання інструменту; $l_3 = 2$ мм — величина перебігу різця.

Отже: $L = 18 + 2 + 1,5 + 2 = 23,5$ мм

Основний час на виконання переходу :

$$t_{02} = \frac{L}{n_g \cdot S} = \frac{23,5}{125 \cdot 1} = 0,19 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{02} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

де $t_1 = 0,09$ хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі; $t_2 = 0,1$ хв — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі; t_3 — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то $t_3 = 0$.

					Технологія виготовлення деталі	А...
Зам.	А...	М...	П...	Ц...		

$$t_{\partial 2} = 0,09 + 0,1 = 0,19 \text{ хв}$$

Перехід 20.3. Точити пов.3 до Ø44мм, l=36мм, начорно

Глибина різання при цьому:

$$t = \frac{d_o - d_s}{2} = \frac{44 - 41}{2} = 1,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x16 мм при обробленні сталевих деталей діаметром до 60 мм з глибиною різання до 3 мм S = 0,6...0,8 мм/об. Приймаємо S = 0,6 мм/об.

З таблиць вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.4}},$$

де T — стійкість різця. Приймаємо T = 90 хв.

Тоді:

$$V = \frac{223}{90^{0.2} \cdot 1,5^{0.15} \cdot 0,6^{0.4}} = 104,9 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата:

$$n_g = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 104,9}{\pi \cdot 41} = 814,4 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата 16K20 вибираємо ближче менше значення — n_B = 800 об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 41 \cdot 800}{1000} = 103 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Зміст	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де $l = 36$ мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі; $l_1 = 2$ мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею; $l_2 = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi = 1,5 \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ = 0,9$ мм - величина врізання інструменту; $l_3 = 2$ мм — величина перебігу різця.

Отже: $L = 36 + 2 + 0,9 + 2 = 40,9$ мм

Основний час на виконання переходу :

$$t_{04} = \frac{L}{n_s \cdot S} = \frac{40,9}{800 \cdot 0,6} = 0,09 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{04} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

де $t_1 = 0,11$ хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленим різцем по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі; $t_2 = 0,1$ хв — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі; t_3 — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то $t_3 = 0$.

$$t_{д4} = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв}$$

Перехід 20.4. Свердлити отв. Ø20 пов.(4).

Припуск на оброблення становить $t = \frac{28 - 25}{2} = 1,5$ мм.

Вибраємо діапазон подач: $S = 0,58 \dots 0,72$ мм/об (табл.42)

Приймаємо $S_B = 0,7$ мм/об

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі (табл. 45)

$$V_c = \frac{42,3 \cdot d_{ce}^{0,5}}{T^{0,125} \cdot S^{0,5}} = \frac{42,3 \cdot 28^{0,5}}{50^{0,125} \cdot 0,7^{0,4}} = 16,4 \text{ м/хв}$$

де $T = 50$ хв. – стійкість свердла (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{ce}} = \frac{1000 \cdot 16.5}{3.14 \cdot 28} = 187,7 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 160$ об/хв.

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{ce} \cdot n_B}{1000} = \frac{3.14 \cdot 28 \cdot 160}{1000} = 14,1 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 24 + 3 + 10 = 37 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - глибина різання $l_{ДЕТ} = 58,5$ мм.

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3$ мм

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 10$ мм (табл. 48)

Основний час на перехід 20.4

$$t_0 = \frac{L_3}{S_g \cdot n_g} = \frac{37}{0,7 \cdot 160} = 0,33 \text{ хв};$$

Допоміжний час на перехід 20.4

$t_{д1} = 0,08$ (табл. 51)

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} = 1,01 + 0,3 + 0,05 + 0,33 = 1,69 \text{ хв.}$$

					Технологія виготовлення деталі	App
Зам.	Апр.	М. повом.	Підпис	Дата		

Допоміжний час $T_D = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 2 \cdot 0,32 + (0,23 + 0,93 + 0,93 + 0,08) = 2,81$ хв.

Для установлення деталей масою до 12 кг в патрон з ручним кріпленням
 $t_y = 0,32$

Операційний час $T_{оп} = T_0 + T_D = 1,69 + 2,81 = 4,5$ хв.

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5 + 4,0) \cdot T_{оп} / 100 = 6,5 \cdot 4,5 / 100 = 0,29 \text{ хв.}$$

Штучний час становить $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 4,5 + 0,29 = 4,79$ хв.

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_K = T_{шт} + T_{п.з} / n$$

$T_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час на партію деталей.

$$T_{п.з} = 10 + 10 + 2 = 22 \text{ хв.}$$

n – кількість деталей у партії (серії).

Якщо виходити з річної програми 2000 деталей на рік, яка виконується помісячно 10 раз по 200 шт, то

$$T_K = 4,79 + 22 / 200 = 4,9 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = 60 / T_K = 60 / 4,9 = 12 \text{ деталей}$$

Токарна операція.

Перехід 30.1. Торцювати пов.1.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 1,5$ мм. Подача табл. №19 $S = 0,29 \dots 0,39$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,35$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,2}} = \frac{365}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} = 187,3 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 187,3}{3,14 \cdot 17} = 3508,8 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 1600$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 17 \cdot 1600}{1000} = 85,4 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 17 + 2 + 1,5 = 20,5 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 17$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1,5$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Заш.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{20,5}{1600 \cdot 0,35} = 0,04 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв.}$ – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0 \text{ хв}$ – заміна різця.

Перехід 30.2. Точити пов.(2) витримуючи розмір $L=18 \text{ мм.}$ начорно.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t=1,5 \text{ мм.}$ Подача табл.. №19 $S=0,29 \dots 0,39 \text{ мм/об.}$ Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,35 \text{ мм/об.}$

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,2}} = \frac{365}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} = 187,3 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 187,3}{3,14 \cdot 27,5} = 2169,1 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600 \text{ об/хв.}$

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Зам.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27,5 \cdot 1600}{1000} = 138,2 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 27,5 + 2 + 1,5 = 31 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 27,5$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1,5$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{31}{1600 \cdot 0,35} = 0,06 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$t_3 = 0$ хв – заміна різця.

Перехід 30.3. Точити пов.(3) Ø44, начорно.

Приймаємо глибину різання $t = \frac{65 - 62}{2} = 1,5$ мм.

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Зміг	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Подача табл.. №17 $S=0,5...0,7$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,6$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{304}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,4}} = 154,1 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 154,1}{3,14 \cdot 65} = 755 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B=630$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 630}{1000} = 128,6 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 27,5 + 2 + 1,5 = 31 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 27,5$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1,5$ мм

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{31}{630 \cdot 0,6} = 0,8 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Зміст	Лист	№ докум	Пішче	Дата		

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0,7$ хв. – заміна різця.

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,04 + 0,06 + 0,8 = 0,9 \text{ хв.}$$

Для установлення деталей масою до 12 кг в патрон з ручним кріпленням

$$t_y = 0,32$$

Допоміжний час $T_D = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 2 \cdot 0,32 + (0,23 + 0,23 + 0,93) = 2,03$ хв.

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5 + 4,0) \cdot T_{оп} / 100 = 6,5 \cdot 2,93 / 100 = 0,19 \text{ хв.}$$

Операційний час $T_{оп} = T_0 + T_D = 0,9 + 2,03 = 2,93$ хв.

Штучний час становить $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 2,93 + 0,19 = 3,12$ хв.

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_K = T_{шт} + T_{п.з} / n$$

$T_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час на партію деталей.

$$T_{п.з} = 10 + 10 + 2 = 22 \text{ хв.}$$

n – кількість деталей у партії (серії)

					Технологія виготовлення деталі	Арку
Зим	Арку	№ докум	Підпис	Дата		

Якщо виходити з річної програми 2000 деталей на рік, яка виконується помісячно 10 раз по 200 шт, то

$$T_K = 3,12 + 22/200 = 3,23 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = 60/T_K = 60/3,23 = 18 \text{ деталей.}$$

Перехід 40.1. Торцювати пов.(1) начисто.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 1$ мм. Подача табл.. №19 $S = 0,29 \dots 0,39$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,35$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,2}} = \frac{365}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} = 198,5 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 198,5}{3,14 \cdot 136} = 464,8 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 400$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 136 \cdot 400}{1000} = 170,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 136 + 2 + 1 = 139 \text{ мм}$$

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Звіт	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=136$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{139}{400 \cdot 0,35} = 0,99 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл..26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3=0$ хв – заміна різця.

Перехід 40.2. Точити пов.(2) $\varnothing 173h7$.

Приймаємо глибину різання $t = \frac{272 - 270}{2} = 1$ мм.

Подача табл.. №18 $S=0,25 \div 0,3$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S_g=0,3$ мм/об .

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{365}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,3^{0,4}} = 258,9 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Зам.	Лист	№ посид.	Підпис	Дата		

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 258,9}{3,14 \cdot 272} = 303,1 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=250$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 272 \cdot 250}{1000} = 213,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 41 + 2 + 1 = 44 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=41$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{44}{250 \cdot 0,3} = 0,59 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Зам.	Лист	М. позим	Підпис	Дата		

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0$ хв. – заміна різця.

Перехід 40.3 Точити пов.3 до $\varnothing 44,9$ мм, $l=36$ мм, начисто

Глибина різання при цьому:

$$t = \frac{d_o - d_3}{2} = \frac{44,9 - 44}{2} = 0,45 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x16 мм при обробленні сталей деталей діаметром до 60 мм з глибиною різання до 3 мм $S = 0,6 \dots 0,8$ мм/об. Приймаємо $S = 0,6$ мм/об.

З таблиць вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.4}},$$

де T — стійкість різця. Приймаємо $T = 90$ хв.

Тоді:

$$V = \frac{223}{90^{0.2} \cdot 0,45^{0.15} \cdot 0,6^{0.4}} = 125,5 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата:

$$n_g = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 125,5}{\pi \cdot 44} = 907,9 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпинделя верстата 16К20 вибираємо ближче менше значення — $n_B = 800$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 44 \cdot 800}{1000} = 110,6 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

					Технологія виготовлення деталі	А...
Зам.	А...	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді:
$$V = \frac{9,8 \cdot 45^{0,2}}{120^{0,3} \cdot 0,05^{0,1} \cdot 1} = 6,7 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_p} = \frac{1000 \cdot 6,7}{\pi \cdot 45} = 47,4 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата 16К20 вибираємо ближче менше значення — $n_B = 40 \text{ об/хв}$.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 40}{1000} = 5,7 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

де $l = 36 \text{ мм}$ — довжина оброблення безпосередньо на деталі; $l_1 = 2 \text{ мм}$ — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею; $l_2 + l_3 = 32 \text{ мм}$ — відстань врізання і перебігу розвертки.

Отже:
$$L = 36 + 32 + 2 = 70 \text{ мм}$$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{06} = \frac{L}{n_e \cdot S} = \frac{70}{40 \cdot 1} = 1,75 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д6} = 0,1 \text{ хв}$$

Перехід 40.5. Зняти фаску $1,6 \times 45^\circ$, пов. 4

Частота обертання шпінделя залишається такою самою, як і в попередньому переході $n_B = 40 \text{ об/хв}$.

Основний час на виконання переходу:

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Зам.	Лист	№ докум.	Штук.	Дата		

$$t_{08} = 0,18 \text{ хв}$$

Основний час на виконання операції:

$$T_o = \Sigma t_o = 0,58 + 0,19 + 0,2 + 0,09 + 0,08 + 2 \cdot 1,75 + 0,18 = 4,82 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_\delta = 2 \cdot t_y + \Sigma t_\delta, \text{ де } t_y = 0,2$$

$$T_\delta = 2 \cdot 0,2 + 0,16 + 0,19 + 0,21 + 0,21 + 2 \cdot 0,1 = 1,37 \text{ хв}$$

Операційний час:

$$T_{on} = T_o + T_\delta + 2T_{on.ф.} = 4,82 + 1,37 + 2,4 = 8,59 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{mn} = (2,5 + 4,0) T_{on} / 100 = 6,5 \cdot 8,59 / 100 = 0,56 \text{ хв}$$

Штучний час:

$$T_{шт} = T_{on} + T_{об} + T_{mn} = 8,59 + 0,56 = 9,15 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_k = T_{шт} + T_{nz} / n, \text{ де } T_{nz} = 13 + 10 + 4 = 27 \text{ хв}, n = 200 \text{ шт}$$

$$T_k = 9,15 + 27 / 200 = 9,42 \text{ хв}$$

Кількість деталей за 1 год:

$$N = 60 / 9,42 = 6 \text{ деталей}$$

Перехід 40.6 Зняти фаску $2,5 \times 45^\circ$, пов. 2

Частота обертання шпинделя залишається такою самою, як і в попередньому переході $n_B = 125$ об/хв.

Основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = 0,2xв$$

Розрахунок величини допуску, що забезпечується кондуктором

F – коефіцієнт, що враховує ймовірну межу відхилення координат центрів отворів у кондукторі, для нормальної точності кондуктора $F = 0,8$;

y' - величина крайнього відхилення розмірів кондуктора, для кондукторів нормальної точності $y' = \pm 0,05$ мм;

K – коефіцієнт, що враховує найбільш імовірну межу зазорів у спряженнях і найбільш імовірне зміщення, для нормальної точності кондукторів $K = 0,5$;

$D_{вн}$ – найбільший діаметр отвору під змінну робочу втулку, в даному випадку $D_{вн} = 14H7 = 14,018$ мм;

$D_{см}$ – найменший діаметр отвору робочої втулки, $D_{вн} = 14p6 = 14,018$ мм;

$d_{вн}$ – найбільший діаметр отвору робочої втулки, $d_{вн} = 10H7 = 10,015$ мм;

$d_{св}$ – найменший діаметр свердла, $d_{св} = 10$ мм;

m – коефіцієнт, що враховує найбільш імовірну величину ексцентриситета змінної втулки, $m = 0,4$;

$\epsilon_{рб}$ – ексцентриситет робочої втулки, не повинен перевищувати 0,005-0,01 мм, прийємо $\epsilon_{рб} = 0,005$ мм;

P – коефіцієнт, що враховує найбільш імовірну величину перекосу свердла, для кондукторів нормальної точності $P = 0,35$;

h – відстань між торцем втулки та заготовкою, прийємо $h = 1,3d = 13$ мм;

b – глибина свердлення, $b=25$ мм;

					Технологія виготовлення деталі	Лист
Зашт	Лист	Місце	Підпис	Дата		

l – довжина направляючого отвору робочої втулки, l = 14 мм.

Підставляємо всі величини у формулу і маємо

$$\pm u_{L_{\text{вир}}} \geq \pm 0,8 \cdot 0,05 \pm 0,5 \frac{14,018 - 14,018}{14,018 + 25} \pm 0,5 \frac{10,015 - 10}{2} \pm 0,4 \cdot 0,005 \pm 0,35(10,015 - 10) = \pm 0,042 \text{ мм}$$

Отже, маємо розмір $20 \pm 0,042$ мм.

7. Монтаж, експлуатація та ремонт

7.1 Вимоги до установки і підготовки лінії до експлуатації

Агрегатна лінія встановлюється і балансується на бетонному фундаменті і фіксується на ньому за допомогою анкерних болтів. Відстань між стіною приміщення і задньою стінкою агрегату повинна бути не менш 2.5м, основні проходи по загальному фронті обслуговування екструдера-1.5м ,а робочі проходи між агрегатами – не менш 1м.

Лінія може бути встановлена на першому чи вище, і в такому випадку враховується додатково наявність динамічних ударів при підйомі форм під час роботи.

Проводка джерел енергії, а також система водяного охолодження виконується внизу чи каналах же під стелею у випадку встановлення машини на поверсі вище. Для правильної тривалої експлуатації – температура підведеної охолоджувальної води була в межах 6-8° С при додаванні 350кПа/3,5атм/;

- стиснене повітря на видування тиском 558 кПа /6 атм/ був гранично припустимим змістом вологи не більш 10 г/м³
- система напруги мережі 50±0.5 гц, 380В+5%.

Необхідно також над фільтром агрегату крім загально обмінної вентиляції улаштувати місцевий відсос у вигляді парасольки, що забезпечить видалення газоподібних виділень у суміші з повітрям з розрахунку 25-28 м /година на кожен кілограм продуктивності агрегату/ за даними інституту «Гипропласт»/.

					ДП27 ПЗ			
Зам.					Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машин.	Підп.	Апр.	Архивний
Виконав	Щегінін							
Перевірив	Васильківський							
Дата								
Н. Контр.								
Затверд.						НУХТ Каф. М та ПТ ПУ-4-15		

Перед запуском лінії потрібно зробити загальний огляд та контроль електроустаткування, провести всі гвинтові з'єднання . Необхідно перевірити напрямок обертання електродвигунів, справність приладів, регулювання температури окремих зон нагрівання, пульт автомата керування, захисне реле.

Перевірити змащення механізмів обладнання лінії. Після закінчення лінія проходить випробування , як механізм машини, так як і механізми керування.

Іспити проводяться без термопластичного матеріалу.

Усі роботи з монтажу й обслуговування лінії, та промислової експлуатації виконується працівниками відповідної кваліфікації.

7.2. Перед проведення монтажу обладнання лінії потрібно виконати монтажні-технологічні роботи. Комплекс заходів включає в себе такі роботи:

7.2.1. Підготовка монтажного майданчика на якому буде стояти лінія: фундамент на першому поверсі, чи фундаментного майданчика на перекритті поверху ; підготовка конструкцій для опори та тимчасові опор; провести розмежування місця установки обладнання без фундаменту.

7.2.2. підготовка обладнання до монтажу: перевірка комплектності всіх деталей; перевірка стану вузлів, деталей і машин в цілому; часткове розбирання для зменшення ваги і габаритів деталей.

7.2.3. Підготовка підйомно-транспортних засобів: вибір такелажного оснащення; вибір вантажопіднімальних механізмів та машин і їхнє встановлення.

7.2.4. Ознайомити спеціалістів та робітників з порядком монтажу і забезпечити закінчення всіх будівничих робіт з виготовлення фундаменту до початку монтажу.

7.2.5. Монтаж починати тільки після складення акту та готового фундаменту.

7.2.6. При монтажі потрібно дотримуватись послідовності установки обладнання відповідно до технологічної схеми.

7.2.7. При установці збірних одиниць провести перевірку відхилення нахилу опорної поверхні відносно горизонтальної площини за допомогою рівнів брускових.

7.2.8. Зроби по плану розмітку фундаментних болтів, виготовити опалубку і залити бетон. Перевірити, щоб бетон покривав всю поверхню підосви.

7.2.9. Затяжку фундаментних болтів необхідно виконати через 2...3 дні після заливання.

7.2.10. Встановити екструдер на фундаменти з перевіркою рівня та встановити фундаментні болти. Установка обладнання здійснюється вантажопідйомними машинами з виконанням правил Техніки Безпеки. Горизонтальне положення осі шнека забезпечується установкою прокладок і контролюється рівнем брусковим.

7.2.11. Встановити направляючі на фундаменти з вивіркою по рівню і фундаментні басти. Горизонтальне положення направляючих перевіряється рівнем брусковим.

7.2.12. На направляючі встановлюємо головку гранулюючі з вивіркою по рівню. Установка виконується за допомогою вантажопідйомних машин з виконанням правил ТБ. Горизонтальне положення осі гранулятора контролюється рівнем брусковим, встановленим на ділянку верхньої плити на закритій теплоізоляцією. положення ільери забезпечити регульовальними гвинтами. Потім приєднати головку до блок колектора.

									Арк.
Змн.	Дп	№ док/м	Підпи	Лат					

7.2.13. На направляючі встановити гранулятор. Установка гранулятора виконується за допомогою вантажопідйомних машин з виконанням правил ТБ. Таким же чином виконується установка грохота. Приєднати подрібнювач до блок колектора.

7.2.14. За допомогою лінійки перевірити суміщення всіх складових установки. Допустиме відхилення розташування не більше 1, 5 мм.

7.2.15. Трубопроводи підводу і відводу води приєднати до складальних одиниць у відповідності до складального креслення.

7.2.16. Монтаж електронної частини виконувати у відповідності до електричних схем.

7.2.17. Виконати заземлення всіх пристроїв.

7.2.18. Після закінчення всіх монтажних робіт перевірити справність роботи всієї апаратури при знеструмлених головних ланцюгах.

7.3. Обслуговування лінії переробки

7.3.1. Підготовка до роботи.

1) Перед початком роботи необхідно провести пуско-налагоджувальні та підготовчі роботи.

2) Введення лінії в експлуатацію тільки після закінчення всіх монтажних і налагоджувальних робіт.

3) Перед пуском необхідно перевірити: наявність електроенергії, води і стисненого повітря, наявність змазки у складальних одиницях, відсутність сторонніх предметів у збірних одиницях, наявність заземлення, роботу здатність системи вентиляції, натяг ременів привода.

4) Пуск лінії виконують у наступній послідовності і перевірити відповідність перероблюваного матеріалу технічним вимогам, ввімкнути систему терморегулювання і розігріти теплові зони установки, перевірити кріплення з'єднання, які можуть бути послаблені від температури. За

допомогою упора встановити ротор на заданій відстані від філь'єри, заповнити бункер екструдера матеріалом, після витримки заданої температури , увімкнути приводи екструдера і гранулятора, до цього подати матеріал у бункер, збільшувати поступово частоту обертання ножового ротора, увімкнути систему охолодження корпусів і досягти стабілізації температурного режиму корпусів.

5) Запуск екструдера можливий лише після гарного прогріву всього робочого циліндра та головки. Після того як підключається регулятор оборотів до напруги кнопкою «Пуск» виконується вибір числа технологічних оборотів без розгону головного двигуна. При керуванні приводом регулятор повинен бути постійно включений, а запуск і зупинка повинні здійснюватись лише за допомогою поворотного органа керування. Після заповнення завантажувального бункера і закриття шибера необхідно включити нагрівальні елементи головки робочого циліндра і після нагрівання до заданої температури включити охолодження. Після відкриття шиберу включити кран подачі повітря і соленоїдні вентилі водяника охолодження. Включити головний двигун і після того, як заготовка почне вихід. зробити її центрування. Включити автоматичний режим роботи і агрегат гідросистеми, відірвати рукав, закрити запобіжні дверцята і натиснути кнопку «Старт автоматичного циклу».

6) При зборці фільтру необхідно змазати графітовим мастилом усі кріпильні гвинти, при цьому мастило не повинно потрапити в канали фільтра. Усі болти мають бути ретельно затягнуті та рівномірно. Після досягнення значень температур по зонах усі сполучення екструзійного елемента необхідно підтягти та ще раз перевірити.

7) При запуску агрегату на ПЕНТ - композиціях необхідно, після вироблення з бункера не зупинивши обертання шнека невеликими порціями почати завантаження матеріалу. Після повного видалення поліетилену і часткового пророблення екструзійного матеріалу, почнеться рівноважна пластифікація основного матеріалу, що переробляється.

									Арк.
Змн.	Дп	№ доквм	Підпи	Лат					

8) Якщо екструзій на заготовка не повною мірою пластифікована, а виріб не формується, виконується ряд експериментів та випробувань температурного режиму, поки не будуть досягнуті найбільш сприятливі умови переробки. після кожної зміни якого-небудь технологічного режиму необхідно витримати час /10-15хв/ для досягнення стабільного рівноважного стану.

9) Після встановлення оптимальних температур по зонах та прийнятті швидкості шнека здійснюється кінцеве регулювання шланга-заготівлі, будівля роботи допоміжних вузлів.

10) Необхідно знати, що точна температура процесу переробки ПЕНТ – повністю різна в залежності від матеріалів які піддаються переробці , вона встановлюється майже в кожному конкретному випадку.

Температура запуску, що рекомендується, агрегату на композиціях Донецького ХЗ-150[°]С на всіх зонах при перекритій подачі на завантажувальну лійку.

Після падіння навантаження на шнек, необхідно відкрити подачу хвиль і знизити температуру переробки по зонах до наступних значень:

I зона - 100[°]

II зона – 110 – 130[°]

III зона – 125 – 135[°]

IV зона - 120[°]

V зона – 140 – 150[°]

									Арк.
Змн.	Дп	№ докум	Підпи	Лят					

6) Перелік робіт видів ТО установки

Зміст і методика їх перевірки	Технічні вимоги	Інструменти і матеріали для роботи
Виймання шнека з циліндра. Очистка від розплаву. Візуальний контроль	Наявність рисок і задирів недопустимі	Виштовхувач шнека, ножі, скребки, ветою, парафін
Продувка рле тиску, подача у вузли Візуальний контроль	Із вкрученої пробки реле має виходити повітря без слідів води	
Заточування ножів гранулятора. Перевіряється кутоміром	Леза ножів мають бути заточені під кутом 40° чи 20°C . Леза мають бути очищені	Пристрій для заточування ножів. Скребки, ветою, парафін

7) Перелік несправностей, що найчастіше зустрічаються при роботі установки наведено в таблиці:

Наявність несправностей, Зовнішні прояви, дод. ознаки	Можлива причина	Спосіб усунення
Гранули мають пухлякості включення	Наявність вологи у матеріалі	Необхідно використовувати суху сировину
У гранулах з'являються сторонні включення	1. Не працюють фільтруючі сітки 2. Нагар на стінках формуючих отворів	Замінити фільтрувальні сітки. Виконати розбір і чинку головки
Наявність рисок задирів на робочих поверхнях шнеків і головці	Наявність у перероблюваному матеріалі металевих та ін. включень	Риски, задир зачистити і запарувати

									Арк.
Змн.	Дп	№ докум	Підпи	Лат					

Протікання системи змазки	Порушення кріплення з'єднань	Підтягти деталі з'єднань У місцях течії
Температура зовнішньої поверхні корпусу підшипникових вузлів і масла більше 45 °С	1. Засмічення трубок системи змазки 2. Невірно встановлені осьові зазори в підшипниках	Прочистити трубки, забезпечити подачу змазки до підшипникових вузлів. Відрегулювати зазори у відповідності до технічної документації
При натисканні кнопки «Пуск» Установка не вмикається. Автоматичний вимикач ввімкнено, живильне напруження f	1. Відсутність контакта в ел. ланцюгах 2. Вимкнено тепловий розщеплювач 3. Нема необхідного тиску і системи змазки	Перевірити наявність контакта в ел. ланцюгах Увімкнути тепловий розщеплювач Перевірити працездатність системи змазки
Не працює вся система приводу	Не працює двигун-редуктор	Перевірити наявність електроживлення. Перевірити працездатність двигун-редуктора
При роботі привода чути стуки та подібні шуми	Несправні підшипникові вузли	Перевірити підшипникові вузли барабана і редуктора

7.4. Ремонт

До системи ППР входять:

Профілактичний огляд (О) – огляд устаткування, який здійснюється через відповідні проміжки часу для певної машини.

Поточний ремонт (ПР) – мінімальний вид ремонту, який забезпечує безаварійну роботу машини до чергового планового ремонту.

середній ремонт (СР) – полягає у відновленні експлуатаційних характеристик машин шляхом ремонту чи заміни зношених складових частин.

										Арк.
Змн.	Дп	№ док.ум	Підпи	Лат						

Капітальний ремонт (КР) – полягає у повному розбиранні машини, заміни чи ремонту всіх вузлів і деталей, що зносились.

Розрахунок показників ППР

1. Структура ремонтного цикла

Тривалість ремонтного цикла – 48 місяців

К-О-О-О-О-О-Т-О-О-О-О-О-О-О-О-О-О-Т-О-О-О-О-О-К

2. Тривалість міжремонтного періода:

$$\text{Пр.ц.} = \text{Сс.д./Дф.ч.} = 48/4 = 12 \text{ місяців}$$

Сс.д. – мінімальний строк служби деталі, яку замінюють при тому чи іншому виді ремонту.

Дф.ч. – дійсний розрахунковий місячний або річний фонд часу.

3. Ступінь складності ремонту і його ремонтні особливості оцінюються в категоріях складності: позначаються (R – 10R)

$$R = T_{кр}/T$$

$T_{кр}$ – час необхідний для капітального ремонту машини.

T – трудоемність капітального ремонту по одній умовній ремонтній одиниці,

$$T = 35 \text{ мод/год}$$

Категорія складності ремонту для магнітного барабанного сепаратора $R = 3$. $T = 3 * 35 = 105 \text{ мод/год}$.

4. Числові значення норм трудомістності по видах ремонту:

$r = 35 \text{ мод/год}$ – капітальний ремонт

										Арк.
Змн.	Дп	№ докум	Підпи	Лят						

$r = 21$ мод/год – середній ремонт

$r = 7$ мод/год – поточний ремонт

$r = 1$ мод/год – огляд

Час необхідний для кожного з ремонтів:

Капітальний ремонт:

$$T_{\text{кап.р}} = R * r = 3 * 35 = 105 \text{ мод/год}$$

Середній ремонт:

$$T_{\text{сер.р}} = 3 * 21 = 63 \text{ мод/год}$$

Поточний ремонт:

$$T_{\text{п.р}} = 3 * 7 = 21 \text{ мод/год}$$

Огляд:

$$T_{\text{огл}} = 3 * 1 = 3 \text{ мод/год}$$

5. Трудоемність ремонтного цикла:

$$T_{\text{р.ц.}} = R (T_{\text{к}} * T_{\text{с}} * \Sigma_{\text{с}} + m * \Sigma_{\text{п}} + T_0 * \Sigma_0) = 3(35+21+7*2+20) = 270 \text{ мод/год}$$

6. Кількість робітників для виконання міжремонтного обслуговування

визначається по цехам, ділянкам або підприємствам:

$$\text{фс.зм} = \Sigma R / N = 1 / 500 = 0,002$$

ΣR – сума ремонтних одиниць обладнання цеха, ділянки або підприємства.

N – норма міжремонтного обслуговування на одного робітника.

7. Чисельність ремонтних бригад

$$\text{фр.бр} = T / N_{\text{ч}}$$

										Лист
										9
Змі	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

T – трудоємність відповідного ремонту

Нч - норма часу на ремонт

$$\text{фр.бр.кап} = 35/105 = 0,333$$

$$\text{фр.бр.сер} = 17,4/63 = 0,276$$

$$\text{фр.бр.пот} = 4,4/21 = 0,209$$

$$\text{фр.бр.огл} = 0,6/3 = 0,2$$

8. Тривалість ремонту обладнання при складанні місячних планів ремонту

$$A = r \cdot R \cdot kn / \text{фр.бр} \cdot T_{зм} \cdot Z_{м}$$

kn – коефіцієнт виконання норм часу, $kn \leq 1$

T_{зм} – тривалість зміни, T = 8 год

Z_м – кількість змін, Z_м = 3

$$A_{к} = 35 \cdot 3 \cdot 0,9 / 0,333 \cdot 8 \cdot 3 = 11,82 \text{ год}$$

$$A_{сер} = 21 \cdot 3 \cdot 0,4 / 0,276 \cdot 8 \cdot 3 = 8,56 \text{ год}$$

$$A_{пот} = 7 \cdot 3 \cdot 0,9 / 0,209 \cdot 8 \cdot 3 = 3,77 \text{ год}$$

$$A_{огр} = 1 \cdot 3 \cdot 0,9 / 0,2 \cdot 8 \cdot 1 = 0,56 \text{ год}$$

9. Тривалість простою обладнання в ремонті при складанні готового плану ремонту

$$A = 24 \cdot \text{Пр} \cdot R / T_{зм}$$

Пр – норма простою обладнання в ремонті за одну ремонтну одиницю.

$$\text{Пр} = 0,05 \cdot 20 + 0,15 \cdot 2 + 0,42 + 0,8 = 2,52 \text{ доби}$$

$$A = 24 \cdot 2,52 \cdot 3 / 8 = 22,68 \text{ зміни}$$

						Арк.
ЗМН.	Дп	№ док.ум	Підпи	Лят		

$$A_k = 24 * 0,8 * 3/8 = 7,2 \text{ зміни}$$

$$A_c = 24 * 0,42 * 3/8 = 3,78 \text{ зміни}$$

$$A_p = 24 * 0,15 * 3/8 = 1,35 \text{ зміни}$$

$$A_{огл} = 24 * 0,05 * 3/8 = 0,45 \text{ зміни}$$

10. норма запасу запасних частин на складі.

$$N_{дет} = O_{дет} * O_n * M * k_n / C_{с.д.}$$

O_{дет} – кількість однакових деталей в машині

O_м – кількість однакових машин

C_{с.д.} – строк служби деталей в місяцях

$$N_{част} = 27 * 1 * 6 * 0,95 / 3 = 54 \text{ шт}$$

									Лист
									9
Звіт	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

8. ОХОРОНА ПРАЦІ

Характеристика небезпек і виробничих шкідливостей

Переробка полімерів є складний технологічний процес, при якому є шкідливі виробничі фактори, таких як пиловиділення, шум, тепловиділення, вібрація і інші.

Розслідування травматизму, аварій і професійних захворювань на підприємствах, в установах і організаціях України проводиться згідно з «Положенням про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємстві в установах і організаціях» (ДНАОП 0-00-4.3 - 98).

Травматизм і профзахворювань на підприємствах залежить від рівня організації охорони праці та пожежної безпеки, а також трудової дисципліни. Значну роль у питаннях створення здорових і безпечних умов праці відіграє наявність коштів на підприємстві, призначених для охорони праці і професіоналізму працівників.

Організація служби охорони праці на підприємстві

Без перерв діяльність на підприємстві здійснюється спеціально створеними службами охорони праці, кількісний склад яких визначається ст.15 Закону «Про охорону праці» та Типовим положенням (№73 від 3.08.1993р.). Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства, маючи відповідні обов'язки та права.

Фінансування заходів по охороні праці

Фінансування по охороні праці здійснюється власником підприємства. Працівники не виконують окремо ніяких витрат по їх проведенню. Для підприємств, незалежно від форми власності або фізичних

					ДП27 ПЗ		
Зам.	Прот.	№ докум.	Підпис	Дата			
Варвоб		Штатів				Підп.	Арку.
Пеневін		Рагилівський					Архивні
Вачев							
Н. Кош							
Затрав							
					<i>Охорона праці</i>		НУХТ Каф. М та ПТ ПУ-4-15

осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 % ФОП (фондів охорони праці).

Для державних підприємств витрати на охорону праці становлять 0,2 % ФОП .

Фінансування по охороні праці виконується підприємством за рахунок ФОП і штрафів. Використовуються гроші в трьох напрямках: впровадження заходів що до поліпшення умов праці, компенсації в зв'язку з шкідливими умовами праці та відшкодування наслідків шкідливої дії умов праці на робітника.

Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів проектованої установки та заходи щодо їх усунення

На мал.8.1 показана схема розміщення основних шкідливих та небезпечних факторів лінії переробки полімерних відходів.

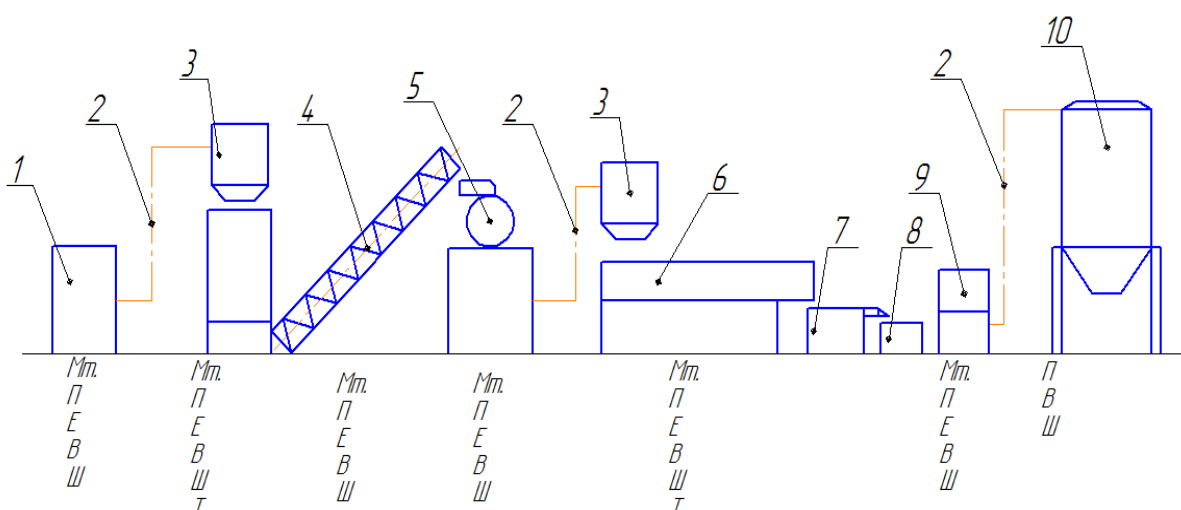


Рис. 8.1 Технологічна схема лінії переробки полімерних відходів:

- 1- дробарка; 2 – пневмотранспортер; 3 – бункер; 4 – конвеєр гвинтовий; 5 – електромагнітний сепаратор; 6 – прес черв’ячний; 7-ванна; 8-вогловідділювач; 9 – гранулятор; 10 – бункер-накопичувач.
Т – виділення тепла; П – пиловиділення; Е – електробезпека;
В – вібрація; Мт – механічні травми; Ш – шум.

Повітря робочої зони, мікроклімат

Робота оператора на установці – важка фізична робота, так як лінія працює шумно, теплових виділень. Робота проводиться в 3 зміни, цілодобово, у будь-який час року.

Змі	Аре	Місця	Підпр	Поро							Лист

Запиленість

Рівень запиленості повітря в цеху повинен відповідати ГОСТ 12.1.005-76 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» та ГОСТ 12.1.016-79 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Требования и методика измерения концентрации вредных веществ». В цеху, що розглядається, рівень запиленості дуже низький.

Гранично допустима концентрація для полімерного пилю складає 10 мг/м³.
Клас небезпеки - IV.

Засоби захисту:

- застосування ізолюючих костюмів;
- застосування окулярів із герметичною оправою;
- застосування респіраторів та інших ізолюючих дихальних апаратів;

Виробничий шум і вібрація

Шум

Джерелом шуму є електродвигуни, редуктори, ланцюгові передачі, конвеєри, пневмотранспорт.

Звуковий тиск в октавних смугах частот, рівень звуку та еквівалентні рівні звуку для постійних робочих місць при працюючій лінії повинні не перевищувати допустимих норм, встановлених за ГОСТ 12.1.003-83. Еквівалентний рівень шуму 80 дБ. На робочих місцях забезпечує збереження слуху 97%, що працюють при такому рівні шуму протягом 10 років, і 94% слуху протягом 20 років (СН №3223-86).

Шум на робочому місці лежить в допустимих межах, так як рівень шуму, що створюється вентиляторами ТА електроустаткуванням складає 75дБ.

Заш	Авг	Мі	Підпис	Дата		Авг

Таблиця 8.2

Допустимі і фактичні рівні звуку

Професія	Найменування звукових характеристик.	Середньгеометричні частоти в октавних полосах, Гц.								Рівень звуку та еквівалентний рівень, дБ.
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Оператор-наладник	Рівень звукового тиску, дБ	94	87	81	78	75	73	71	69	80

Зменшення механічного шуму в лінії по переробці полімерних відходів можна досягти:

- примусове змазування поверхонь, що труться;
- своєчасна заміна підшипників;
- по можливості замінюються ударні взаємодії деталей на безударні;
- своєчасне усунення несправності;
- звукоізоляція огорожуючи конструкцій;

Вібрація

Величина загальної технічної вібрації на постійних робочих місцях при працюючій лінії не перевищує нормально встановлених за ГОСТ12.1.012-90, розділ 2 для загальної вібрації категорії 3а на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях підприємства.

Лінія не потребує постійного ручного керування вона створює загальну технологічну вібрацію, що передається на фундамент або підлогу, а через підлогу діє на людину.

Освітлення приміщення

Джерела світла є складовими частинами освітлювальних установок промислових підприємств. Правильний вибір типу і потужності ламп робить вирішальний вплив на експлуатаційні якості та економічну ефективність

2м	Авс	№ докум	Підпис	Дата						Авс

використовуваного обладнання. Збереження зору і безпека роботи значною мірою залежать від умов освітлення.

Освітлення має відповідати наступним вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях;
- не створювати засліплювальної дії як від джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- не створювати на робочій поверхні різних та глибоких тіней;
- повинен бути достатній для розрізнення деталей контраст поверхонь, що освітлюються;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих чинників (шум, випромінювання, електро- та пожежонебезпеки): бути надійним і простим, економічним та естетичним.

Санітарно-побутові приміщення

Санітарно-побутові приміщення розміщують таким чином, щоб працюючі не проходили через виробничі приміщення з шкідливими викидами, якщо вони в цих приміщеннях не працюють.

Гардероби обладнуються шафами і лавками шириною 3,0 м. Душові кабінки потрібно розміщувати в приміщеннях, суміжних з роздягальнями, як правило, між роздягальнями робочого і домашнього одягу. Кількість душових кабинок розраховують за кількістю людей на одну душову сітку, працюючих в найбільш численній зміні залежно від групи виробничих процесів. 1 душова кабінка розраховується на 15 чоловік. На один санвузол не більше 30 чоловік. Туалетні кабінки розміщують так, щоб відстань між найбільш віддаленого робочого місця до туалету була не більше 75 м. Приміщення для паління та майданчики 0,1 м² на кожного працюючого, але загальна площа кімнати повинна бути не менше 12 м². Розміщення

									Арку
Заш	Арку	№ докум	Підпис	Дата					

узгоджується з протипожежною охороною. Столова і медпункту розташовують в місцях з найменшим впливом робочих шкідливостей.

Електробезпека

Лінія полімерних відходів розташована на металевій рамі, яка встановлюється на бетонній підлозі. Згідно ПУЕ, де встановлена лінія відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою.

Трифазна напруга 220В/ 380В з частотою 50 Гц з ізолюваною нейтраллю використовується для живлення елементів лінії.

Для забезпечення захисту працівників від дії електричного струму слід застосовувати засоби та способи захисту, передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правилами техніки безпеки електроустаткування споживачів» ГОСТ 12.1.030-81.

Основними причинами нещасних випадків від дії електричного струму на проектованій ділянці є:

- Помилкове включення установки;
- Можливість виникнення крокової напруги;
- Пробій на корпус;
- Випадки дотику людей до відкритих струмопровідних частин електроустаткування;
- Старіння ізоляції і втрата її ізоляційних властивостей;
- Дотик до частин установки, які можуть опинитися під напругою у разі короткого замикання.

Заходами захисту від ураження електричним струмом на ділянці експлуатації лінії є:

- 1) заземлення всіх металевих конструкцій електричного обладнання;
- 2) застосування системи захисного відімкнення електричного струму живлення у разі замикання, або їх перевантаження;
- 3) усі машини цеху, що живляться змінною напругою 220/380 В обладнуються заземленням і аварійним відімкненням;

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		Лист

4) електричне освітлення здійснюється струмом напругою 127/220 В за обов'язкового встановлення світильників загального освітлення на висоті 4 м;

5) всі електричні щити живлення мають бути закриті захисними коробками. Під металевими щитами повинні бути діелектричні ковдри (або підставки);

6) приміщення цеху обладнується знаками безпеки та розміткою;

7) Роботи з ремонт та профілактика лінії здійснюється тільки за відімкненого електричного живлення.

Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання

1. До обслуговування допускаються особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки і мають посвідчення про складання іспиту на право працювати з цим обладнанням.

2. Персонал проходить інструктаж з техніки безпеки вступний - при вступі на роботу, первинний - на робочому місці, повторний - не рідше двох разів на рік.

3. Обслуговування та налагодження електроустаткування здійснюються лише електриками та працівниками служби КІП. Кваліфікація персоналу, що обслуговує електрообладнання повинна бути 5-го розряду по «єдиному тарифно - кваліфікаційному довіднику». До обслуговування лінії допускаються повнолітні особи.

4. При налаштуванні повинні бути передбачені заходи безпеки у відповідності з діючими: «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ), «Правила технічної експлуатації електроустановок» і «Правилами техніки безпеки», при експлуатації електроустановок споживачем, а також спеціальними технічними умовами і правилами безпеки, що діють на даному підприємстві, додатковими вимогами, інструкціями та заходами передбаченими адміністративно-технічним персоналом для монтажних-налагоджувальних робіт, що проводяться в конкретних умовах, будівельними нормами і правилами (СНіП).

Заш	Ари	№ докум	Підпис	Дата		Лист

14. Особлива увага повинна бути звернена на силове електрообладнання, його ізоляція повинна піддаватися періодичним випробуванням, що полягає у вимірюванні опору ізоляції і випробування її електричної міцності підвищеною напругою.

15. Переміщувати важкі вузли електрообладнання слід тільки за спеціально призначені для цієї мети кріплення (скоби, ремболти).

16. Забороняється експлуатація обладнання з відключеними блокуваннями, електричними захистами та сигналізаціями.

17. Категорично забороняється проводити налагоджувальні та ремонтні роботи на пульті управління без відключення напруги 220/380 В, в щитах: (автоматики, силовому).

18.Обовязково агрегат повинен бути заземлений, і кожна шафа, щит, пульт керування має бути приєднаний до заземлювача або заземлювальної магістралі за допомогою окремого отвора. Заземлюючі провідники, розташовані в приміщенні повинні бути доступні для огляду.

19.Здача лінії в експлуатацію дозволяється за наявності акта про закінчення налагоджувальних робіт.

Дотримання всіх правил техніки безпеки забезпечує здоров'я обслуговуючого персоналу, що в свою чергу тягне за собою збільшення продуктивності.

Пожежна безпека

Лінія призначена в протипожежних зонах класу П-Ша по ПУЕ. Стійкість будівлі по СНіП 2.01.02-85 відповідає ступеню вогнестійкості В, згідно НАПБ Б.03.002-2007.

Серед причин, які викликають займання є:

- несправність електрообладнання;
- струми короткого замикання та перевантаження кабелів живлення;
- загорання ізоляції електропроводів;
- використання вогню в недозволеному місці;

Заш.	Авт.	№ докум.	Підпис	Дата		Авт.

- пряме ураження блискавкою, яка може викликати пожежу та призвести до руйнування будівель;

- іскри при електро- і газозварювальних роботах.

Запобігання можливості спалаху забезпечується наступними заходами:

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації;

- куріння тільки у відведених місцях;

- своєчасне проведення інструктажу з техніки безпеки серед

обслуговуючого персоналу;

- організація агітації з протипожежного захисту;

- наявність засобів організації, зокрема, системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;

- наявність засобів пожежогасіння безпосередньої близькості від установки (пісок, вогнегасник);

- будівля росташована на відстані не менше 10 метрів від адміністративного будинку і 20 метрів від складів;

- заземлені металеві елементи, так як при появі блискавки можливе іскріння;

- на будівлі встановлені громовідводи сітчастого виду.

Гасіння невеликих ділянок загорання при відключеному електрообладнанні застосовують вуглекислотні вогнегасники ВУ-5 (2 шт.). Для гасіння включених електромереж застосовують порошкові вогнегасники ВП-10 (1 шт.). Вугле кислотні вогнегасники застосовують також для гасіння складів з ЛЗР, акумуляторних станцій і т.д. Однак двоокис вуглецю не можна застосовувати для гасіння речовин до складу молекул, яких входить кисень, лужних і лужноземельних металів, а також тліючих матеріалів, тому ставлять в приміщення ще повітряно-пінні вогнегасники, що призначені для гасіння загорання легкозаймистих рідин, горючих рідин, твердих матеріалів.

Заш	Ари	№ докум	Підпис	Дата						Лист

Отвір дверей евакуиходу - 2 метри. Кількість виходів має бути не менше двох. Двері відкриваються назовні (СНіП 2.09.02-85).

Розрахунок води

Запас води при тригодинному пожежегасінні визначається за формулою, м³:

$$Q = 3 \cdot 3600 \cdot \frac{(n_1 + n_2)}{1000} \approx 11 \cdot (n_1 + n_2),$$

де: 3600 і 1000 – перевідні коефіцієнти відповідно годин в секунди і літрів – в м³; n_1 – потреба води на внутрішнє пожежегасіння ($2 \cdot 2,5 = 5$ л/с); n_2 – на зовнішнє пожежегасіння (10...40 л/с).

Витрата води для гасіння пожежі визначається по об'єму приміщення та його ступеню вогнестійкості. Для даного приміщення приймаємо секундну витрату води 25 л/с. Тоді розрахунковий запас води для трьохгодинного пожежегасіння визначається так:

$$Q = 3 \cdot 3600 \cdot \frac{25}{1000} = 270 \text{ м}^3.$$

Отже, запас води при трьохгодинному пожежегасінні повинен бути 270 м³.

Пропозиції по покращенню умов праці

Для дотримання умов праці необхідно забезпечити витривалу ізоляцію поверхонь устаткування та забезпечити подачу свіжого повітря. Щоб запобігти травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій потрібно утримувати обладнання у справному стані.

Зменшити шум на виробництві можна шляхом удосконалення будови звуко поглинаючих перегородок, стін, перекриттів; обладнанням устаткування спеціальними фундаментами або вітрозахисними амортизаторами. В разі, коли уникнення шуму на робочому місці не є можливим, потрібно використовувати засоби індивідуального захисту: шумозахисні навушники, кульки з чистої аптечної вати.

									Лист
									26
Заш.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Оленев В. А., Мордкович С. М. Проекування виробництв з переробки пластмас-М.:Хімія,1982-334с.
2. Торнер Р. В. Обладнання заводів з переробки пластмас-М.: Хімія, 1986 - 464с.
3. Бортніков В. Г. Основи технології переробки пластичних мас-Л.: Хімія,1983-304с.
4. Завгородній В.К. Устаткування підприємства з переробки пластмас-Л.: Хімія, 1987 - 596 с.
5. Кацнельсон М. Ю., Балаев Г. А. Пластичні маси. Властивості та застосування / Довідник / - М.: Хімія, 1978 - 567 с.
6. Стандарт підприємства ОТП-1-82-Саратов.: СВВІУХЗ, 1983 - 120 с.
7. Загальносоюзні норми технологічного проектування виробництв з переробки пластмас-М.: Гіпропласт, 1985 - 167 с.
8. Каталог довідник по технологічній оснастці-М.: НДІТЕ, 1968 - 245 с.
Торнер Р.В., Акутин М.С. «Оборудование заводов по переработке пластмасс». – М.: Химия, 1986.
- 9.Володин В.П. «Экструзия профильных изделий из термопластов». – СПб.: Профессия, 2005.
- 10.Соколов М.В., Клинков А.С. «Автоматизированное проектирование и расчет шнековых машин». – М.: «Издательство Машиностроение - 1», 2004.
- 11.Гиберов З.Г. «Механическое оборудование заводов пластических масс». – М.: Машиностроение, 1967.
- 12.Клинков А.С., Шашков И.В. «Оборудование и технология вторичной переработки отходов полимерных материалов». – Тамбов: «Издательство Тамбовского государственного технического университета», 2007.

						ДП27ПЗ	Арх
Заш	Арх	№ докум	Підпис	Дата			

