

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 роторно-ножової дробарки в лінії переробки полімерних
відходів продуктивністю 0,3 т/год.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 15

Харкевич Анна Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) _____ (підпис)

Керівник Якимчук Микола Володимирович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) _____ (підпис)

Консультанти _____ (підпис)
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____ (підпис)
(прізвище та ініціали)

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 МІТ
Соколенко А.І.
"8" 04 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Харкевич Анна Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи Модернізація роторно-ножової дробарки в лінії переробки полімерних відходів продуктивністю 0,3 т/год.
керівник роботи Якимчук Микола Володимирович, д.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 – 0,3 т/год.
Вид упаковки – полімерна тара
Вид матеріалу, що перероблюється - полімер
- 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 – загальний вигляд лінії
Лист 2 – дробарка роторно-ножова
Лист 3 – дробарка роторно-ножова (переріз Б-Б)
Лист 4 – дробарка роторно-ножова (переріз А-А)
Лист 5 – технологічний маршрут виготовлення деталі «Втулка»

Зміст

Анотація.....	4
Вступ.....	5
1. Літературний огляд джерел	7
1.1. Переробка полімерних відходів термопластичних матеріалів.....	7
1.2. Огляд ножових дробарок	22
1.3. Агломерація полімерних відходів.....	28
2. Опис пропозицій. Конструкція і принцип роботи	34
2.1. Лінія переробки полімерних відходів	34
2.2. Роторно-ножова дробарка	36
3. Обґрунтування модернізації	39
4. Розрахункова частина	41
4.1. Розрахунок дробарки	41
4.2. Розрахунок агломератора	44
4.3. Розрахунок клинопасової передачі	50
4.4. Розрахунок вала агломератора	52
4.5. Вибір підшипників.....	53
4.6. Вибір і перевірка шпонок	54
4.7. Розрахунок вала ротора	55
4.8. Вибір і розрахунок підшипників кочення	61
5. Монтаж, експлуатація та ремонт.....	64
5.1. Вимоги до установки і підготовки агрегату до експлуатації.....	64
5.2. Монтаж обладнання.....	65
5.3. Технічне обслуговування.....	70
5.4. Ремонт.....	73
6. Охорона праці.....	77
6.1. Інструктаж.....	77
6.2. Аналіз виробничого травматизму.....	78
6.3. Аналіз виробничих шкідливих і небезпечних факторів.....	78
6.4. Мікроклімат виробничих приміщень.....	80

						Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.5. Вентиляція в приміщені.....	81
6.6. Освітлення виробничих приміщень.....	82
6.7. Шум і вібрація і методи боротьби з ними.....	84
6.8. Побутові приміщення.....	85
6.9. Електробезпека.....	85
6.10. Пожежна безпека.....	88
6.11. Пропозиції що до покращення умов праці.....	90
7. Технологічний маршрут виготовлення деталі.....	91
Висновки.....	101
Список використаної літератури.....	102

						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Анотація

В даному дипломному проекті показана роторно-ножова дробарка для переробки полімерних відходів, продуктивністю 0,3 т/год, та модернізація приладу для подрібнення відходів полімерних матеріалів яка полягає в зміні форми ножів ротора та жорстко-закріплених ножів корпусу.

До складу дипломної роботи входить пояснювальна записка та графічна частина.

У пояснювальній записці презентований літературний огляд стану питання , який включає в себе дробарку для дроблення полімерних відходів, бункер накопичувач та екструдер для розплаву. Показано обґрунтований вибір розробленої дробарки. Був проведений кінематичний і силовий розрахунок ножів дробарки. Наявний монтаж, ремонт та експлуатація обладнання, техніка безпеки, охорона праці та екологія. Роботопридатність лінії підтверджена техніко-економічними розрахунками.

Графічну частину проекту можна побачити у вигляді 5 листів формату А1, які виконано за вимогами ЄСКД. На 1 листі показано головний вигляд лінії. На 2 листі представлена роторно-ножова дробарка, на 3 і 4 перерізи дробарки. На 5 листі – технологічний маршрут деталі «Кришка».

Пояснювальна записка складається із сторінок, рисунків і таблиць.

Ключові слова: дробарка, переробка, полімерні відходи, ніж.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Харкевич. А.О.			Анотація	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Якимчук М.В.					4	
Реценз.						НУХТ ПУ-4-15		
Н. Контр.								
Затверд.								

Вступ

З кожним роком виробництво та споживання полімерних матеріалів стає все більшим. Маючи такі характеристики як: високі споживчі якості, низьку ціну та малу вагу, ці матеріали широко застосовуються в якості упаковки. Незважаючи на високий попит полімерної упаковки, після використання, вона стає проблемою, так як утилізувати її досить складно.

Утилізація використаної упаковки – це шлях яким треба йти, щоб зменшити екологічне навантаження на природу та економити використання ресурсів, матеріалів, які кожного року мінімалізуються.

Полімерні матеріали, з яких виготовляють упаковку, можуть не розкладатися багато десятиліть, вартість їх зберігання на смітниках досить висока, так як відношення їх об'єму до маси надто велике, спалювати їх не бажано, тому що вони виділяють токсини, які забруднюють повітря. Тому більш розумним рішенням є вторинна переробка використаної упаковки, за допомогою неї, можна повторно використовувати полімерні матеріали в якості сировини для упаковки хімічної промисловості та добавок в первинні матеріали при виготовленні піддонів, ящиків, труб, прокату з полімеру, тощо.

Переробка використаних полімерних упаковок є важливою складовою у вирішенні питань доцільного використання енергоносіїв нашої планети, через те що, полімери виготовляють з нафти, якої за передбаченням вчених вистачить на 50-70 років. Тому вибір технологій та конструювання обладнання переробки використаної тари є досить важливим і актуальним питанням для усєї планети. Одним із напрямків переробки є переробка використаної упаковки в гранульований вид.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Харкевич А.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Якимчук М.				5	
Реценз.					Вступ НУХТ ПУ-4-15		
Н. Контр.							
Затверд.							

Технологічний процес під час цього забезпечує дроблення тонкостінних та плівкових полімерних відходів, миття їх від мінерального бруду та пилу, флотаційний розділ дроблених кусків матеріалу, витіснення води, сушку, агломерацію, грануляцію полімерних матеріалів та їх упаковку в транспортну тару.

Для подрібнення полімерних матеріалів використовуються різні пристрої для різання, дробарки, мийно-різальні пристрої, подрібнювачі. Кускові відходи (полімерні ящики, піддони та ін.) в багатьох випадках подрібнюють роторними дробарками щоб одержати фракції, розміри яких підходять під технологію подальшої переробки. Полімерна тонкостінна упаковка, плівкові матеріали низької насипної щільності після подрібнення спочатку ущільнюються на установках технологічної операції агломерації. Остання дозволяє одержати розсипчастий матеріал у вигляді кусків певної форми (окатиші) розміром в діаметрі та довжині від 2 до 5 мм. Ущільнені та подрібнені агломерацією відходи гранулюються способом пруткової та стрічкової грануляції на екструдерах, які входять до складу технологічних ліній переробки полімерних матеріалів.

Завдяки такій розробці та модернізації підвищується продуктивність, надійність та довговічність обладнання та технологічних ліній.

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Літературний огляд джерел інформації

1.1. Переробка полімерних відходів термопластичних

матеріалів

Переробка матеріалів використаної упаковки із термопластичних полімерів напряму залежить від існуючих технологій, технологічних ліній та обладнання. Головними методами переробки полімерних відходів у деталі та вироби являються: екструзія, каландрування, лиття під тиском, пресування, роздувне формування, пневмо- та вакуум- формування.

Екструзія - це безперервний процес сформування виробу методом вдавлювання розплаву полімеру через спеціальні канали формуючого інструмента (формуючої головки), який дає йому певний профіль у поперечному перерізі. Методом екструзії можна виготовляти гранули, листи, труби, плівку, профільні і видувні вироби, покриття на папір, дроти та кабелі у пластиковій обмотці. Методом екструзії користуються дуже часто в переробці практично усіх термопластичних полімерів та композицій на їх основі. На рис.1.1. наведено схему лінії гранулювання переробки полімерних відходів плівки.

Сировина, що завчасно заготовлена для подрібнення, власноруч засипається до мийко-подрібнювача через завантажувальну воронку, розташовану на верхній частині вертикально-циліндричного корпусу. В пристрої сировина за допомогою трьох лопатей, змонтованих на верхній частині вала, кожна має два ножі на кінцях, дробиться на фракції 20x20 мм і після цього обливається рідиною, що подається до середньої частини корпусу через штуцер. Подрібнений матеріал висипається через решітку і нахилений лоток до бункера гвинтового конвеєра, який являє собою циліндричний корпус, зроблений з двох труб. За допомогою мотор-двигуна пара шнеків з різними напрямленнями намотки витків переправляють подрібнений матеріал до робочої камери відтискного апарату.

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час цього забруднена вода через перфороване дно зливається до низу та трубопроводом подається в очисний відстійник.

Робоча камера віджимного пристрою являє собою циліндр, знизу якого знаходиться завантажувальний патрубок, через який надходить волога сировина. В робочій камері розташовуються три решітки, які знаходяться на різній висоті для виведення віджимної води, а сировина по спіралі переміщується вгору, під дією обертаючого ротора. Зверху встановлений патрубок відвантаження віджатого матеріалу.

Цей матеріал відкладається в металевому ящику-контейнері, з якого час від часу гвинтовим конвеєром надходить в агломератор (кількість матеріалу повинна бути не більше 14 кг.).

Агломератор має станину, до якої закріплений робочий корпус трубчастої форми. В середині частині корпусу знаходиться ротор, який представляє собою вертикальний вал, на якому розміщені ножі під кутом 90° і 45° . В агломераторі відбувається сушка і агломерація подрібнених полімерних матеріалів за рахунок тепла, яке виходить під час тертя частинок плівки між собою та робочі органи при обертанні ротора.

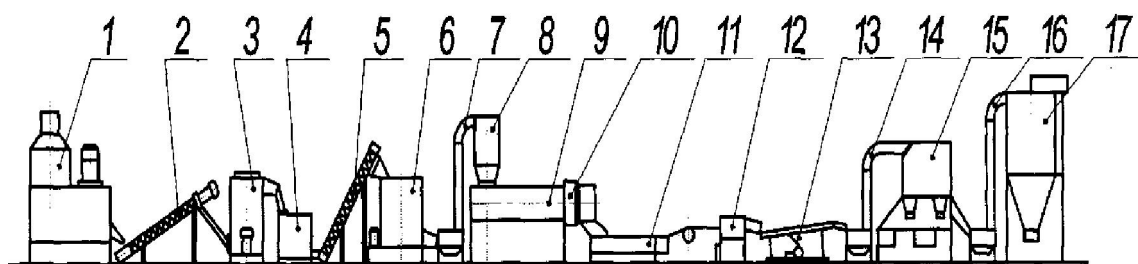


Рис.1.1...Лінія гранулювання переробки полімерних відходів плівки:

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 - мийко-подрібнювач; 2,5 - конвеєри гвинтові; 3 - агрегат віджимний; 4 - контейнер; 6 - агломерат; 7,14,16- пневмопривід; 8 - бункер-перемішувач; 9 - екструдер; 10 - стренгова головка; 11 - ванна охолодження стренга; 12 - гранулятор; 13 - віброконвеєр; 15 - сушка; 17 - бункер-накопичувач.

Агломерат пневмоприводом подається в бункер екструдера. В екструдері відбувається плавлення, гомогенізація полімеру і генерується тиск, необхідний для продавлення розплаву через фільтр і стрічкову головку, на виході якої безперервно отримується пучок стренг визначеного діаметру.

Стренги, які виходять із головки, надходять до ванни охолодження в корпусі якої змонтовані декілька барабанів (4 і більше) на визначеному рівні відносно дзеркала води. Вода у ванні проточна.

Охолоджені стренги після ванни направляються в вузол порізки гранулятора. Фрезою, змонтованою на валу ріжучої головки, стренги подаються на гранули. При цьому стренги подаються до фрези двома валками циліндричної форми.

Гранули заданого типорозміру по лотку переміщуються на віброконвеєр. В процесі руху по поверхні сітки під дією інерційних сил матеріалу розділяється на дві фракції з розмірами до 5 і більше 5 мм. Одночасно проходить виділення із нього води.

Гранули по пневмоприводу попадають в сушку, яка представляє собою сушильну камеру з двома вентиляторами і двома блоками електронагрівачів. Дно сушильної камери перфороване, через отвори якого подається гаряче повітря, яке сприяє переміщенню матеріалу вздовж камери. Висушений матеріал пневмоприводом подається в бункер-накопичувач з послідуною розфасовкою в паперові чи полімерні мішки ємністю не більше 25 кг.

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Науково - виробничою фірмою ” Пластмодерн“ розроблені лінії гранулювання відходів з полімеру ПЕ , поліпропілена ПП і полістиролу ПС , а також використаної упаковки із них.

На рис.1.2. показана лінія агломерування відходів полімерів.

Складається з:1 – подрібнювач, 2 – вентилятор, 3- агломератор, 4 – циклон,5 -бункер – живильник, 6 - бункер – накопичувач.

Комплект пристроїв управління та електроприводів на схемі не вказано.

Технічні характеристики лінії

Матеріали, що переробляються – плівкові відходи ПЕ.

Продуктивність, кг/год – до 80.

Кінцевий продукт – гранули.

Розміри гранул – до 5 мм.

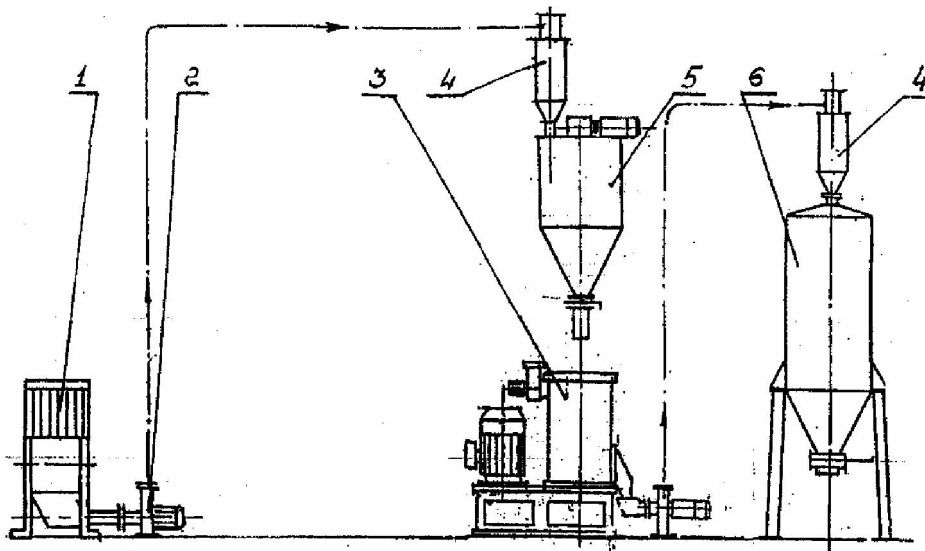
Встановлена потужність електрообладнання, кВт – 65.

Габаритні розміри, мм, не більше

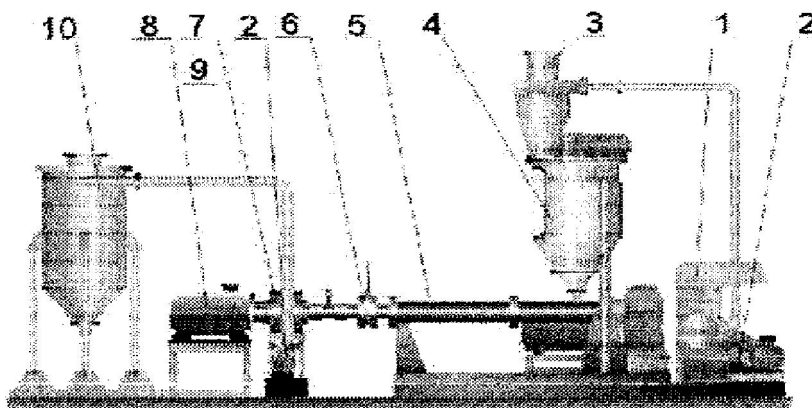
- довжина 5500
- ширина 150
- висота 4000

Маса, кг - 2600

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1.2. Лінія агломерування відходів



На рис.1.3. показана лінія переробки відходів термопластів ЛПОТ-3

Призначення:

Лінія призначена для переробки й дегазації відходів термопластів з повітряним охолодженням одержуваних гранул.

Склад:

1. Подрібнювач ИРН 300x600
2. Вентилятор
3. Циклон
4. Бункер-живильник
5. Экструдер 31-90x20
6. Фильтр шиберный

					Арк.
					11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

7. Голівка стренгова
8. Пристрій ріжучий
9. Пристрій приймально-охолоджувальний
10. Циклон-охолоджувач

Технічна характеристика

Матеріал, що переробляє ПЗВД, ПЗНД і ПС

Максимальна товщина стінки кускових відходів, мм, не більше

10 Продуктивність, кг/ч, не більше:

- для відходів у вигляді шматків 80
- для плівкових відходів 60

Розміри гранул, мм

- Діаметр 2-5
- Довжина 2-5

Встановлена потужність електроустаткування й електронагрівників, кВт, не більше 110

На рис.1.4. показана лінія для переробки і дегазації відходів термопластів з повітряним охолодженням гранул.

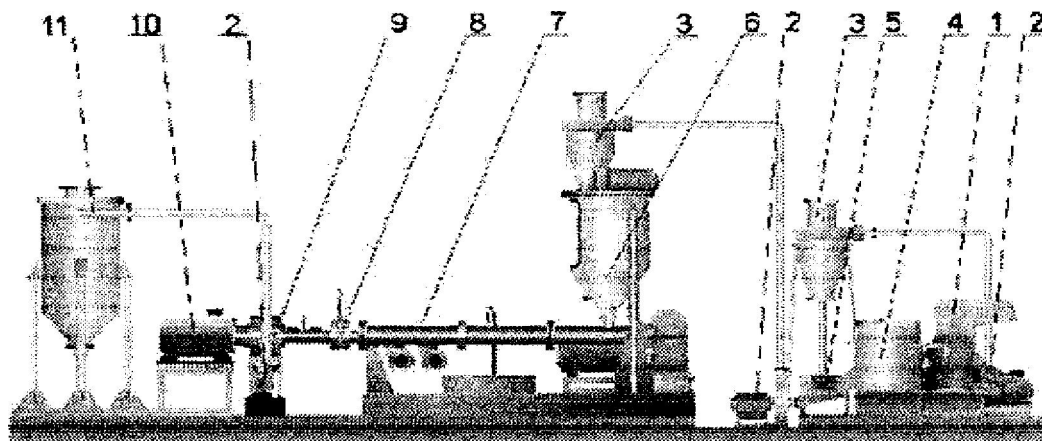


Рис.1.4. Переробка відходів термопластів

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Призначення:

Лінія призначена для переробки й дегазації відходів термопластів з повітряним охолодженням одержуваних гранул.

Склад:

1. Подрібнювач ИРН 300х600
2. Вентилятор
3. Циклон
4. Агломератор
5. Бак-усереджувач
6. Бункер-живильник
7. Екструдер східчастий із зоною дегазації Э-80/100Д
8. Фільтр шибєрний
9. Голівка стрєнговая кільцева ГКС-12
10. Пристрій ріжучий
11. Бункер-накопичувач

Технічна характеристика

Матеріал, що переробляє ПЗВД, ПЗНД і ПС

Максимальна товщина стінки кускових відходів, мм, не більше

10

Продуктивність, кг/ч, не більше:

- для відходів у вигляді шматків 80
- для плівкових відходів 60

Розміри гранул, мм

- Діаметр 2-5
- Довжина 2-5

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Установлена потужність електроустаткування й електронагрівників, квт, не більше 145

На рис.1.5. показана лінія переробки відходів ЛПОТ-1

Призначення: лінія призначена для переробки і дегазації відходів термопластів з водяним охолодженням гранул, які отримують.

Склад:

- 1) подрібнювач ИРН 300*600; 2) вентилятор (3шт); 3) циклон (3шт); 4)агломератор; 5) бак-зосереджувач; 6) бункер-живильник; 7) екструдер східчастий із зоною дегазації Є-80/100 Д; 8)шиберний фільтр; 9) головка стренгова кільцева ГКС-12; 10) головка ножева; 11) водовідділювач; 12) бункер-накопичувач; 13) комплект пристроїв.

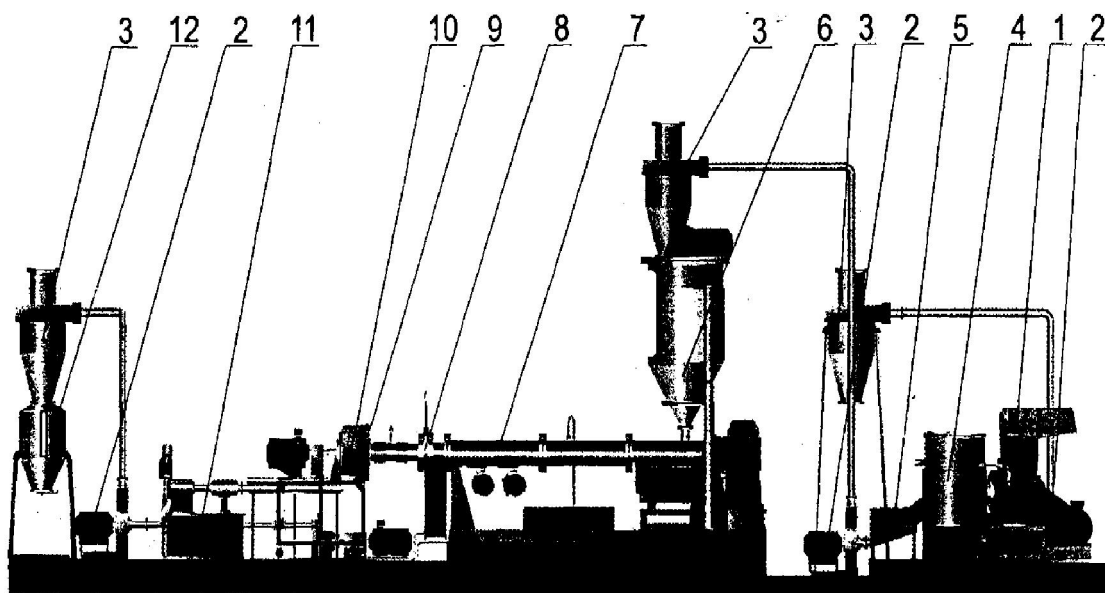


Рис.1.5. Лінія переробки відходів ЛПОТ-1

Технічна характеристика

Матеріали, що переробляють ПВД, ПНД, ЛПД і ПС

Потужність, кг/год, не більше

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для відходів у вигляді шматків 150
- для плівкових відходів 100

Розміри гранул, мм:

- діаметр 2-5
- довжина 2-5

Встановлена потужність електроустаткування і електронагрівачів , кВт, не більше 200

Об'ємні витрати води , м/год, не більше 5

Габаритні розміри, мм, не більше (уточнюється при розміщенні устаткування у замовника :

- довжина 12500
- ширина 4000
- висота 3900

Маса, кг, не більше 9000

Принцип дії лінії

Послідовність виконання технологічних операцій у роботі лінії наступна. Відбувається подача відсортованих відходів по типу полімеру (ПВД, ПП, ПНД, ПС) і по виду виробу (плівка, труби, профіль і т.д.) у завантажувальну ємність подрібнювача ИРН 300х600-3/3 (1) здійснюється оператором вручну. Подрібнені полімери захоплюються вентилятором ВКЦ-500 (2) та нагнітаються в циклон (3), там вони набираються в мішки. Подрібнені відходи, кількістю 50 (60 % від загальної маси) піддаються процесу агломерування в агломераторі (4), під час якого з відходів полімерних плівок виходять оплавлені частки неправильної форми розміром від 2 до 8 мм, які володіють підвищеною насипною вагою та сипкістю у порівнянні з вихідною сировиною, це призводить до поліпшених умов завантаження і переробки полімерних відходів в екструдері.

					Арк.
					15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

В бункері - зосереджувачі (5) дрібні кускові та агломеровані плівкові відходи (50 - 60 % від об'єму) перемішуються із здрібненими плівковими відходами (40 - 50 % від об'єму), потрапляють у венилятор ВКЦ-500 (2) та потім нагнітаються в циклон (3), з нього надходять в бункер-живильник (б). З бункера-живильника, відходи подаються у гвинтовий канал шнека через завантажувальний корпус екструдера східчастого із зоною дегазації Э-80/100Д (7), який показує йому поступальний рух вздовж осі циліндра.

У міру просування відходи ущільнюються та під дією теплової енергії електронагрівників, які розташовані на циліндрі та механічної енергії шнека, розплавляється і перемішується. Завдяки водяному охолодженні зони завантаження відбувається уникнення налипання полімеру, що подається по стінкам завантажувального вікна, а рифлена гільза допомагає ущільненню матеріалу. Далі вже матеріал у вигляді однорідної маси надходить в зону дегазації, там з нього виводяться газоподібні продукти розкладання, захвачується напірними витками, що залишилися, потім шнек проходить через фільтр (8) та видавлюється з формуючих отворів голівки стренгової кільцевої ГСК-12 (9) у вигляді джгутів. Обертові ножі голівки (10) ріжуть стренги (джгути) на гранули, які, за рахунок наданої кінетичної енергії, відштовхуються від фільтрної плити стренгової голівки та поверхні ножів і надходять у кільцевий водяний потік створений пристроєм, що гранулює місця гранулювання (11). Потік води з гранулами та грудками зі злиплих гранул потрапляє спершу до водовідділювача, а потім, з водою, яка залишилася (кількість води, регулюється) надходять у водокомковідділювач, з нього гранули похилим гвинтовим транспортером попадають в прийомне сопло вентилятора ВКЦ-500 (2), нагнітаються циклоном (3), та надходять у бункер накопичувач (12). З бункера гранули потрапляють в мішки. Відпрацьована вода тече в конденсатосбірник та насосом, через теплообмінник, надходить знову в гранулюючий пристрій. Грудки від злиплих гранул відбираються вручну і надходять на повторне подрібнення.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Відкритим акціонерним товариством “УКРНИИПЛАСТМАШ“ виготовлені лінії гранулювання використаної упаковки із політилена ПЕ, полістиролу ПС, поліпропілена ПП.

На рис.1.6. показана лінія гранулювання вторинних термопластів ЛГТВ - 90-200

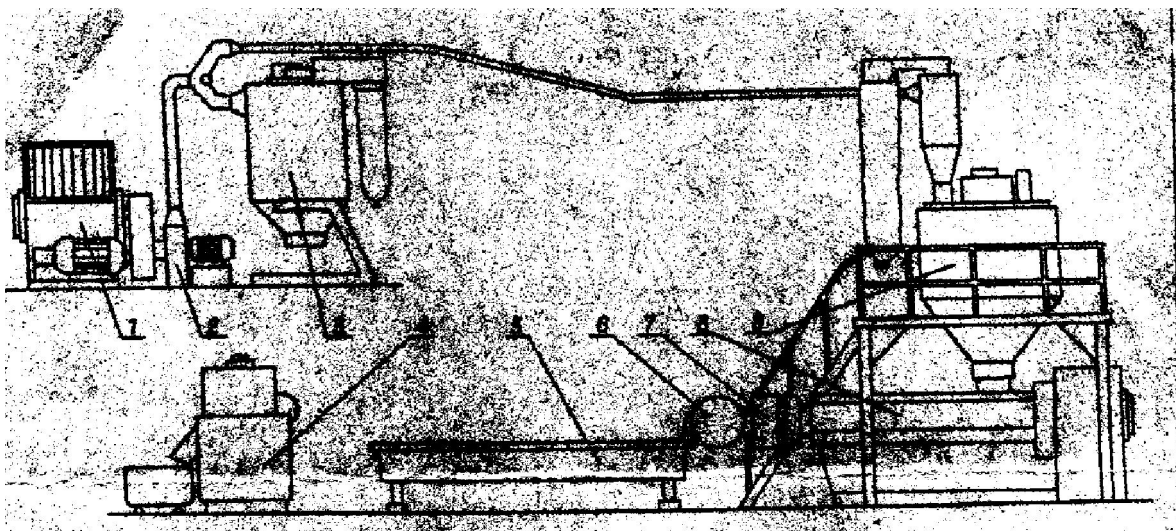


Рис.1.6. Лінія гранулювання ЛГТВ- 90- 200

1-подрібнювач; 2- вентилятор; 3- бункер-накопичувач; 4- гранулятор; 5- ванна охолодження; 6- стренгова голівка ; 7- шибєрний фільтр; 8 – прєс черв’ячний ЧП-90; 9- бункер-живильник.

Лінія розроблена для переробки в гранули рулонних , плівкових і кускових відходів, бракованих виробів з полістиролу , поліетилену , поліпропілену, конструкційних матеріалів на їх основі.

Матеріал, який перероблюється: плівкові відходи з товщиною плівки від 7 мкм, кускові відходи з товщиною стінки 10 мм і масою до 0,5 кг, об’ємні вироби з товщиною стінки до 10 мм і розмірами не більше 250*200*350 мм.

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність, кг/год:

- для кускових відходів 150-200
- для відходів плівки 90-150

Розміри гранул, які отримують, мм 2-5

Потужність, яку використовують, кВт 80

Об'ємні витрати води, м/год 0,5

Габаритні розміри, мм:

- довжина 10000
- ширина 3700
- висота 5300

Маса, кг 7500

На рис.1.7 показана лінія гранулювання вторинних термопластів ЛГТВ-63-90

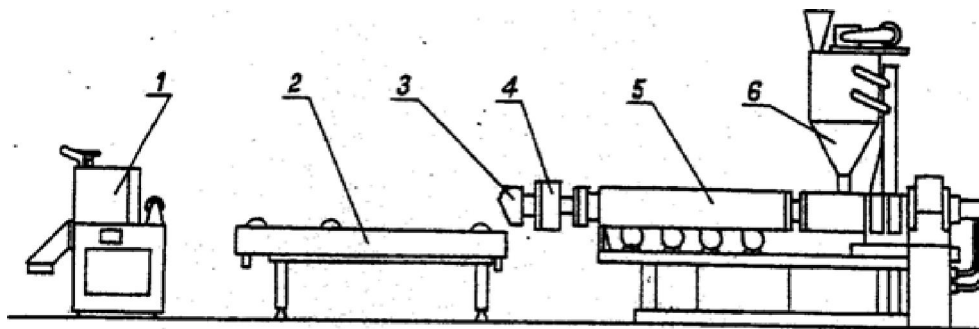


Рис.1.7. Лінія гранулювання ЛГТВ-63-90

Призначена для переробки в гранули рулонних, плівкових і кускових відходів, бракованих виробів з поліетилену, пропиляна, полістиролу, та інших. Вона являється економічною, не вимагає великих витрат на навчання персоналу та орієнтована на переробку підприємствами малого та середнього бізнесу технологічних відходів насипної щільності з метою повернення у власне виробництво, наприклад:

- відходів, які утворилися при виробництві пакетів типу «Майка» з поліетилену, що має високу щільність;
- відходів, які утворюються під час виробництва листів та рулонних матеріалів і подальшого термо- і вакуум-формування з них одноразової тари з полістиролу, поліпропілену і ін.

Комплектується устаткуванням для подрібнення відходів (АУРІТ-300 або ін.).

Технічні характеристики лінії

Продуктивність, кг/ч:

- для відходів плівки 50-80
- для відходів листа 60-90

Розмір отримуваних гранул, мм 2-5

Об'ємна витрата води, м³/ч

Споживана потужність, кВт 60

Габаритні розміри, мм:

- довжина 7000
- ширина 3350
- висота 3100
- маса, кг 4800

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

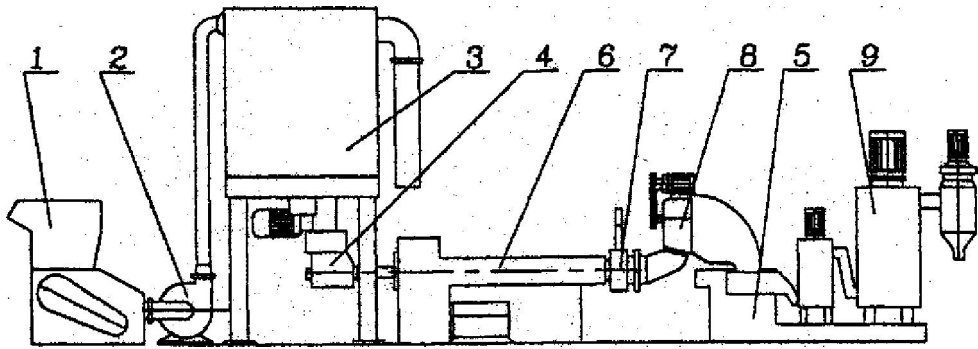


Рис.1.8. Лінія гранулювання ЛГТВ – 90 – 250 М

На рис.1.8. показана лінія гранулювання вторинних термопластів

• для кусковідходів ПЕ, ПС	250
• для відходів плівки (залежно від товщини)	150-250
- Розмір отримуваних гранул, мм	2-5
- Споживана потужність, кВт	90
- Об'ємна витрата води, м ³ /ч	1.5
- Габаритні розміри, мм:	
• довжина	9000
• ширина	4500
• висота	4500
• маса, кг	9000

Лінія гранулювання (рис.1.9.) передбачає собою рубання охолоджених стренг вторинного полімеру на гранули. Видавлені через стренгову головку 3, прутки розплаву поліетилену прохолоджуються у водяній ванні 4 і подрібнюються спеціальною фрезою 7 ріжучого пристрою (гранулятора) 5 на гранули. Вторинні гранульовані полімери виробляють залежно від послідовності процесів різання та охолодження стренгових прутків кількома способами: підводним гранулюванням та грануляцією на головці .

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір способу гранулювання може залежати від властивостей полімерних відходів, які перероблюються, а особливо від в'язкості його розплаву і адгезії до металу.

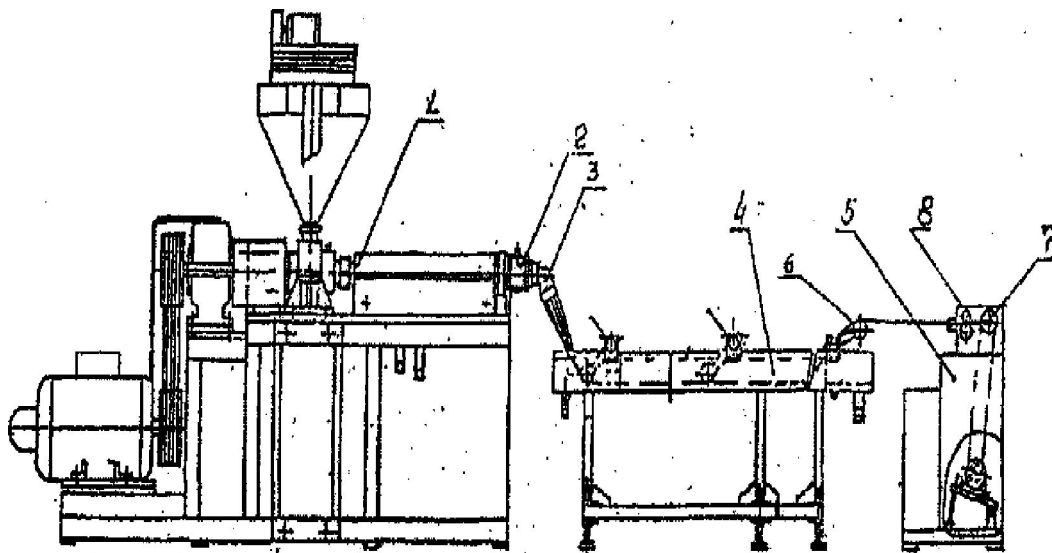


Рис. 1.9. Лінія гранулювання:

1 - екструдер; 2 - фільтр; 3 - стренгова головка; 4 - ванна охолодження стренг; 5 - гранулятор різання стренг; 6 - натягач; 7 - фреза різання гранул; 8 – подаючий пристрій.

Для грануляції термопластів використовують спеціальні машини та одно- і багаточерв'ячні екструдери. На черв'ячних машинах термопласт продавлюється через гранулюючі решітки у вигляді стренг, що різуться на гранули ножом або на ґратах, або після охолодження у водяній ванні. Під час різання гранул безумовно на решітках зменшуються розміри гранулятора та стає більшою продуктивність.

Виробляють гранули циліндричної або зерноподібної форми, але застосовуються також гранулятори, що розрізають стрічку термопласту на смуги квадратні смуги. Далі смужки рубаються або різуться на гранули квадратної форми. У таких випадках, коли куски матеріалу подрібнюються в дробарках, матеріал стає неоднорідним по величині частин та їх формі, тому його найкраще буде називати крихтою, а не гранулами.

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.Огляд ножових дробарок

У сучасних підготовчих виробництвах широке використання набули ріжучі пристрої з обертальним рухом елементів, які ріжуть — ножові дробарки, їх застосовують для різання заготовок полімерних виробів, армуючих наповнювачів та різних відходів.

У будь яких дробарках застосовують безліч способів різання, для них притаманні різні конструкції ріжучих механізмів та форма частинок матеріалу на виході. Так, здійснюється різання смуг потрібуючої ширини, при якій виходять частинки кубічної форми (або у вигляді паралелепіпедів). Розмір таких частинок можна контролювати, поміняти число установлених ножів, які знаходяться на роторі, швидкість його обертання та швидкість подачі матеріалу. Використовують також різку на частини неправильної форми.

Техніку різання можна почати в одній точці, а потім поширювати розріз по всій ширині смуги або починати різання відразу по всій площині. Якщо ж виконувати різання по всій площині, то доведеться збільшувати потужність приводу та часто замінювати ножі через їх посиленій знос. У першому способі створюються більш легші умови роботи, допускаючи зменшення потужності роботи приводу, зменшення шуму та кількості пилових відходів.

Приміром, ножова дробарка для одержання гранул кубічної форми з листових матеріалів (рис.1.3.1) складається з продольно-роздільного апарату з дисковими ножами 1 та 4, ножевого барабана 9, який встановлений в кожусі 8 на приводному валу 10. Лист 2 проходить через напрямні 3 і попадає в поздовжньо-різальний пристрій, циркулярні ножі якого 1 і 4 ріжуть лист в повздовжньому напрямку на смужки певної ширини. Верхній ніж 4, який закріплений на пружині, що підтискається, 5 рухомою опорою. Потім смуги надходять до роликів, що тягнуть, 6 і 14

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

які в свою чергу протягують їх до нерухомого ножа 13. Ролик 6 піджимається пружиною 7. Надходячи на ролик, смужки розрізаються в поперечному напрямі ножами, які обертаються, 11 барабана 9. Подрібнений матеріал виходить з дробарки через розвантажувальну воронку 12.

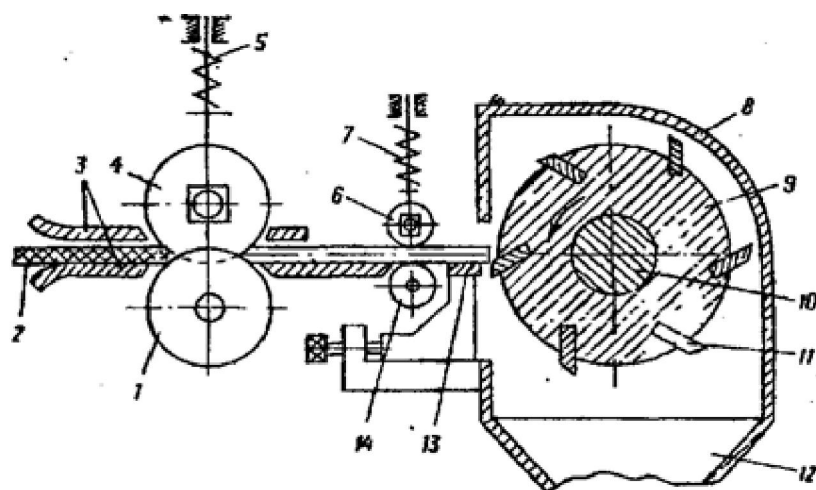


Рис.1.3.1 Ножова дробарка для отримання гранул кубічної форми з листових матеріалів.

Схема ножевої дробарки з черв'ячним живильником представлена на рис.1.3.2. Матеріал для подрібнення засипається в бункер , потім він захвачується черв'яком , який розташований в корпусі , та надходить до циліндричного корпусу , на якому закріплений ножовий ротор . Матеріал, який надійшов до корпусу, захоплюється ножовим ротором та поступає в простір між нерухомими ножами і рухомими ножами , і там подрібнюється. Куски матеріалу, порубані ножами потрапляють на сито , яке вмонтоване в нижній частині корпусу . Якщо їхній розмір менше розміру отворів сита, то вони проходять через осередки в розвантажувальний патрубок , і тоді через нього подрібнений матеріал поступає в приймальну ємність або ж за допомогою пневмотранспорту відходить на повторну переробку. Великим недоліком ротаційних дробарок є дуже високий рівень шуму, який доходить до 115 дБ.

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	23

Основне джерело шуму — коли частинки подрібнюваного матеріалу утворюють зіткнення з корпусом, ножами та між собою, а ще наявність турбулентних повітряних потоків. Для того, щоб зменшити рівень шуму застосовують звукоізоляцію бункера й завантажувального отвору, завдяки якому можна знизити рівень шуму від 90 до 95 дБ. Використання масивних корпусів та понижених частот обертання роторів може знизити рівень шуму ще на 10—15 дБ. Щоб зменшити дію шуму на персонал, що обслуговує ножові дробарки, їх встановлюють на звукопоглинальних основах в окремих приміщеннях.

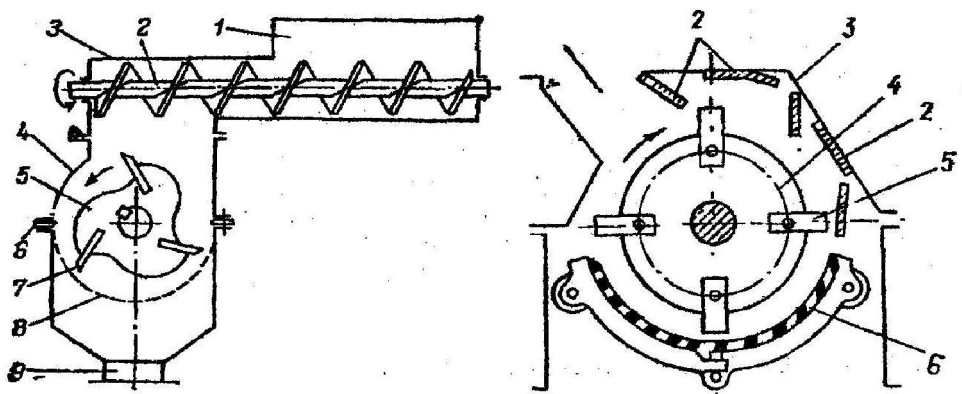


Рис.1.3.2. Ножова дробарка з черв'ячним живильником.

Рис.1.3.3. Молоткова дробарка .

Молоткові і роторні дробарки використовують для подрібнення м'яких та твердих матеріалів за допомогою енергії удару шарнірно підвішеними на роторі молотками (молоткові дробарки), які обертається, або жорстко закріпленими (роторні дробарки). Молоткова дробарка (рис.1.3.3) складається з корпусу 3, всередині якого знаходиться ротор 4 з шарнірно підвішеними молоточками 5. Через завантажувальну воронку-патрубок 1 до корпусу дробарки надходить матеріал, що дробиться від ударів молотками 5 й ударів частин матеріалу об відбійні плити 2. Подрібнені частинки, що попадають на колосникові ґрати 6, або ж провалюються в отвори які є в них, чи (якщо їх розмір занадто великий) знову подрібнюються молотками ротора.

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корпус таких дробарок в більшості випадків роблять зварним з внутрішньою футеровкою із матеріалу, який довго зношується. З такого самого матеріалу виробляють і відбійні плити, що закріплюють на шарнірах, які регулюють місце плит відносно траєкторії руху матеріалу, що подрібнився. Ротор створюють збірним з окремих дисків. Між дисками на осях в шаховому порядку закріплюють молотки. У кожному рядку розташовується 4- 8 молотків.

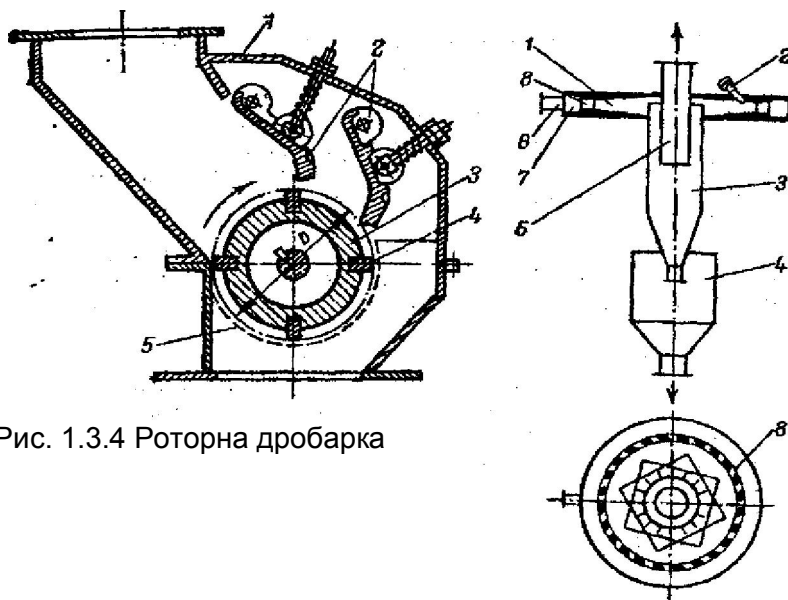


Рис. 1.3.4 Роторна дробарка

Конструктивно роторні дробарки (рис.1.3.4) майже нічим не відрізняються від молоткових і складаються з корпусу 1, всередині нього знаходяться підпружинені відбійні плити 2 та колосникові грати 5. Усередині корпусу крутиться ротор 3 із закріпленими на ньому білами 4. Механізм подрібнення аналогічний процесу подрібнення в молоткових дробарок. Кругова швидкість ротора становить близько 60 м/с. Це дає право дробити матеріали, в яких руйнуюче навантаження при стисненні досягає 150 МПа.

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

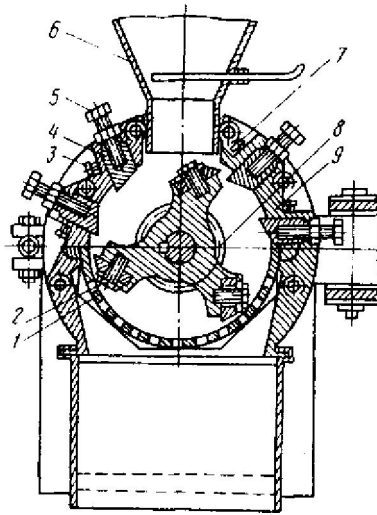


Рис.1.3.5. Схема роторного ножового подрібнювача ИПР-150

Робота роторно ножового подрібнювача складається з наступної послідовності: подрібнюваний матеріал розрізається ножами 7 ротора, який дуже швидко обертається, 8 та ножами 4 статора 9 (рис.1.3.5). Всі шматочки подрібнюваного матеріалу багато разів проходять між ножами та подрібнюється до того часу, поки під дією потоку повітря та відцентрових сил не зможе просунутись через колосникові ґрати 1. Ножі статора закріплюються гвинтами 5 і 3, ножі ротора — гвинтами 2. Матеріал для дроблення надходить через воронку 6, яка зачиняється засувкою. Діаметр ротора становить 150 - 450 мм (діаметр входить до позначення марки машини: ИПР-150, ИПР-450 і т.д.). Кількість ножів ротора 6—25, а ножів статора 2—3. Потужність електродвигуна становить від 3,2 до 26,5 квт, частота обертання ротора 1125—675 1/хв.

Під час переробки відходів видувних, литєвих та екструдємих виробів будь якої форми використовують дробарки або подрібнення з трьома ножами, які крутяться, на роторі 1 та двома ножами, що не рухаються на корпусі 2 подрібнення. Схематично головні вузли й деталі роторного подрібнення відходів термопластів показано на рис.1.3.6.

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

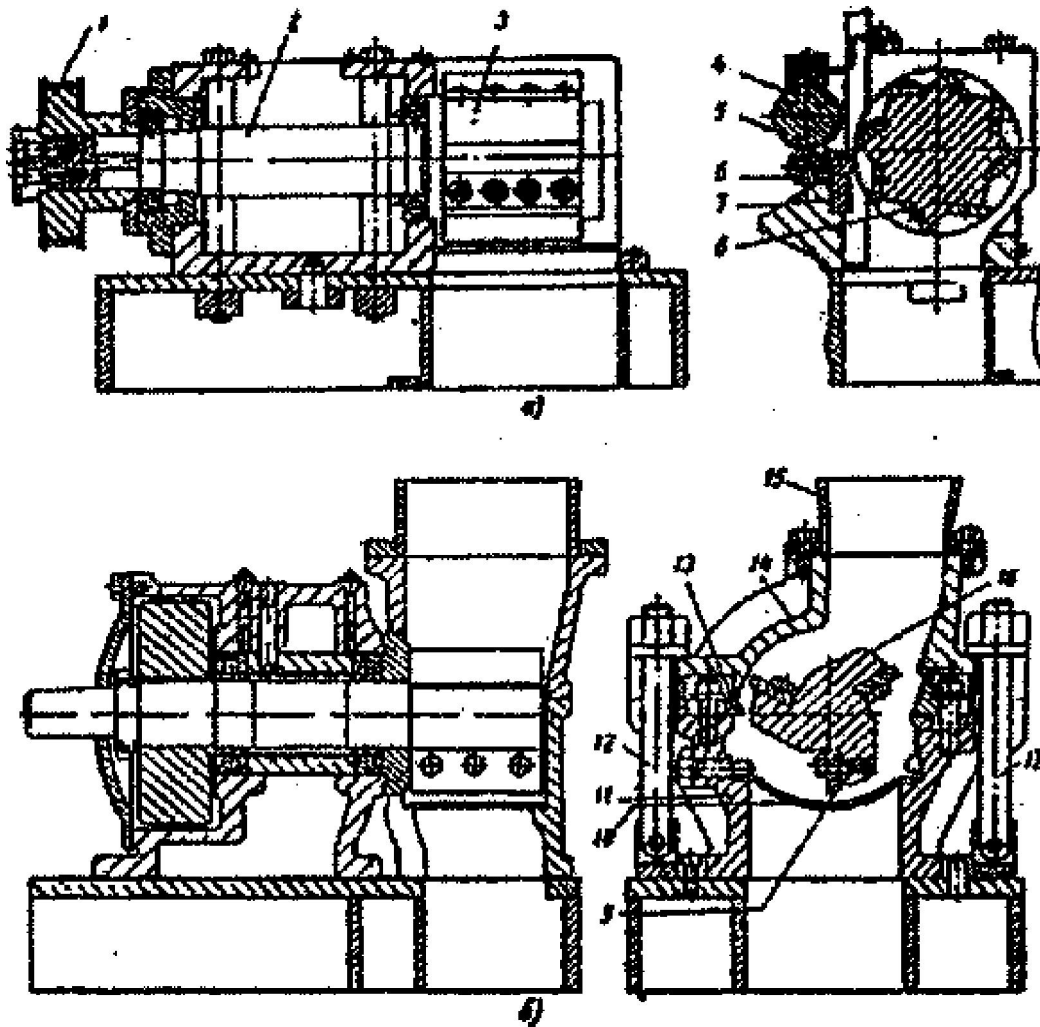


Рис.1.3.6. Роторні подрібнювачі для термопластів

а – дробарка для листових термопластів; б – подрібнювач для відходів із термопластів.

На рис.1.3.6 показані дробарки ножові, які складаються:

1 – шків; 2 – вал ротора; 3 – ротор; 4 – прижим; 5 – фреза; 6 – тягучий ролик; 7 – нерухомий ніж; 8 – ніж ротора; 9 – решітка; 10 – ричаги; 11 – шайби; 12 – стяжка; 13 – нерухомий ніж; 14 – відбійна плита; 15 – воронка.

Відходи (літники, браковані вироби, обрізання порожнистих виробів тари та шматки труб з поліетилену, плівки та ін.) засипають зверху в бункер 15. Для того, щоб запобігти відскоку подрібнюваних відходів від ротора використовують тангенціальне завантаження під вибраним кутом до ротора, який обертається.

У нижній частині подрібнення розташовані грати 9 з щілинами певного діаметру, через які надходить в тару подрібнений матеріал.

1.3. Агломерація подрібнених полімерних відходів

Агломерація та гранулювання полімерних відходів є кінцевим етапом підготовки вторинної сировини для його подальшої переробки у потрібні вироби. Цей етап особливо важливий для поліетилену, тому що він володіє низькою насипною щільністю, під час переробки відходів із пакувальної тари, сільськогосподарської плівки й інших подібних полімерних матеріалів. Під час агломерації та гранулювання проходить ущільнення полімерного матеріалу, його подальша переробка стає набагато легшою, характеристики вторинної сировини усереднюються, внаслідок чого одержують матеріал, що можна переробити на стандартному устаткуванні.

Досить великий вплив на якості вторинної полімерної упаковки надає дозоване заповнення пластифікуючих екструзійних установок полімерними відходами. Найменша насипна щільність відходів має бути не менше ніж 250 кг/м³.

Сировинні відходи, які мають меншу щільність ущільнюються й дозують з допомогою живильників - ворошителів, що закріплені в бункері завантаження екструдера. Через нерівномірність живлення завантаження екструдера утворюється пульсація питомого тиску пластифікуючого полімерного матеріалу між витками черв'яка та циліндром екструдера.

Основним апаратом агломерації полімерної сировини називають агломератором періодичної дії (рис.1.4.1).

Технічна характеристика агломератора:

- продуктивність, кг/ч - 50
- насипна щільність (сухого матеріалу) до 250 кг/м³

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- діаметр робочого циліндра корпусу, мм - 510
- об'єм робочої камери, дм³ - 148
- габаритні розміри, мм
 - довжина 1530
 - ширина 1090
 - висота 1176,3
- кількість планок з ножами, шт. – 6
- кількість ножів, шт. 25 30
- частота обертання робочих органів, С-1 – 0,05
- потужність електродвигуна, кВт –
- споживана витрата води, м³/ч -

Призначений агломератор для подріблення, очищення, попередньої підсушки полімерів та агломерації їх методом спікання («кусковання») мілкодисперсних плівкових подрібнених відходів. Він також може бути використаний для дотримання повного циклу переробки полімерів, або ж у поєднанні з будь-якими апаратами для проведення однієї чи декількох стадій з наступною переробкою в інших апаратах та вбудованих до технологічної лінії переробки вторинних полімерів.

За допомогою об'єднання процесів подрібнення й агломерації в одну механізовану установку підготовка ущільнення полімерних відходів буде ще більш економічною.

Завдяки агломерації можна одержати сипучий матеріал з подрібнених плівкових відходів в агломераторі. Агломератор складається з циліндричного корпусу 1, над донною частиною якого знаходиться ряд ножів 2, які в свою чергу розташовані на планках, що закріплені під кутом 90° і 45° на вертикальному ножовому валу-роторі 3 за допомогою проставок 8. Вал обертається в підшипниках 4, 5.

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По периметру внутрішньої частини корпусу прикріплюються відбійники 7 . Вони запобігають підйом матеріалу поверхні корпусу за час агломерації. Заслінка 8 гарантує вивантаження агломерату після роботи технологічного циклу.

Сировина, що переробляється, завантажується в агломератор зверху через спеціально відведене вікно в кришці корпусу. Маса завантажувального матеріалу (разове завантаження) не має бути більшою ніж 14 кг плівкових відходів.

Момент, який крутить, від електродвигуна 12 подається на вал-ротор завдяки шківу 10 клинопасової передачі 11. Плівкові відходи, що потрапляють на ножі, які обертаються, 2, дробляться в пластівці площею до 1 см², та під дією теплоти тертя набувають пластичний стан. Для одержання агломерату в апарат поступає не більше 4 % води від маси матеріалу, що завантажується. Вода для запобігання злипання полімерного матеріалу, його охолоджує.

Момент подачі води обирає уже сам оператор за показаннями амперметра, споживаний струм не має перевищувати 50 А.

В наступному етапі охолоджена маса подрібнюється ножами. Утворений агломерат сушиться на протязі 1,5 — 2 хв. Відвантаження готового продукту здійснюється за допомогою відцентрових сил через отвір вивантаження.

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

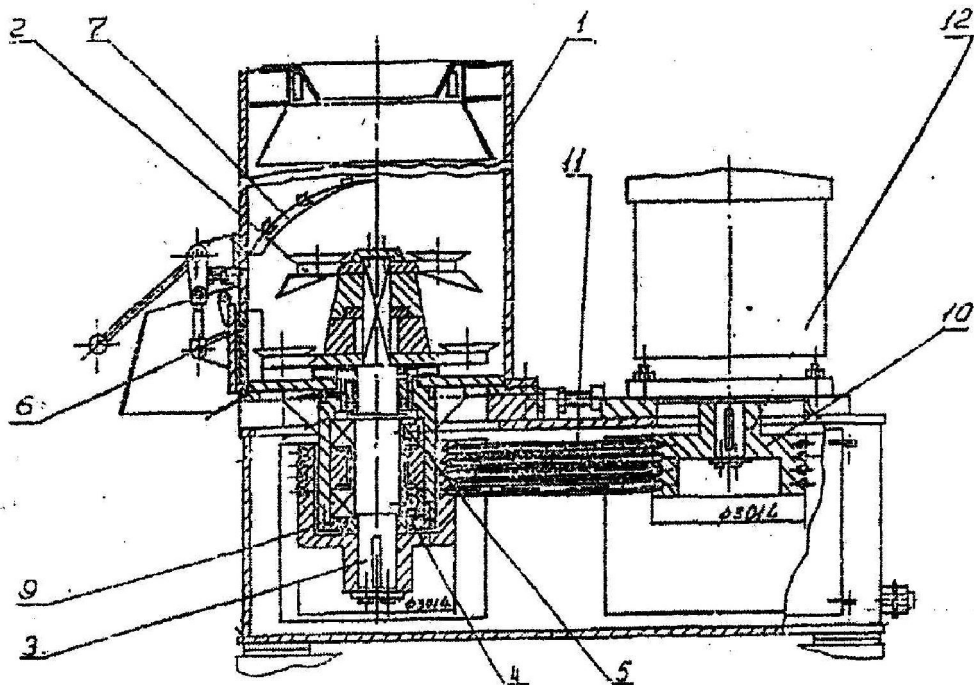


Рис.1.4.1. Агломератор:

1 – корпус; 2 – ножі; 3 – вал – ротор; 4 – 5 – підшипники; 6 – заслонка; 7 – відбійник; 8 – вузол; 9 – 10 – шків; 11 – клиноремінна передача; 12 – електродвигун.

До переваг агломерації можна віднести високу ступінь миття, велику щільність, та можливість переробки у виробі без додаткової грануляції.

Недоліками цього процесу можна вважати, що отриманий агломерат має різномірний склад, який ускладнює помірне живлення загрузки екструдера та термопласти автомата, висока енергоємність, ножі швидко зношуються, особливо під час переробки зношених й дуже брудних плівкових відходів.

Для «вирівнювання» гранулометричного складу спочатку агломерат поступає до подальшої переробки в гранули на черв'ячних пресах-екструдерах. Такими екструдерами ефективно переробляються майже всі види вторинних термопластичних матеріалів при насипній щільності подрібненої полімерної сировини 50 -300 кг/м³. Розміри частинок агломератів напряму залежать від матеріалу, який переробляється та режимів під час яких проводять процес агломерації. Агломерати у завжди мають бути добре сипучими, а по насипній щільності прирівнюватись до гранулят, отриманих при стренговій переplавці.

					Арк.
					31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Агломератор, що представлений на рис.1.4.2 розроблений науково – виробничою фірмою “Пластмодерн”.

Такий агломератор призначений із відходів формувати полімерні плівки, оплавлені частинки неправильної форми, які мають розмір від 2 до 8 мм, та в порівнянні з вхідною сировиною набагато більшу насипну щільність та сипучість.

Агломератор має наступні складові: корпус, станину, на якій закріплені всі вузли апарату, робочу камеру для загрузки матеріалу, який переробляється; ножі, які подрібнюють плівкові відходи, ножі обертаються від електродвигуна; кран для надходження води в робочу камеру у режимі миття відходів та кран для подачі в камеру необхідного об'єму «шокової» води під час використання апарату в режимі агломерації, а також заслінку, за допомогою якої проводиться вигрузка готового продукту після того як технологічний цикл відпрацює. Відходи поступають в робочу камеру агломератора й там промиваються водою. Потім відбувається їх розрізання ножами, які обертаються. Матеріал нагрівається до 100 градусів за шкалою Цельсія за рахунок механічної енергії тертя подріблених частин об стінки робочої камери та між собою.

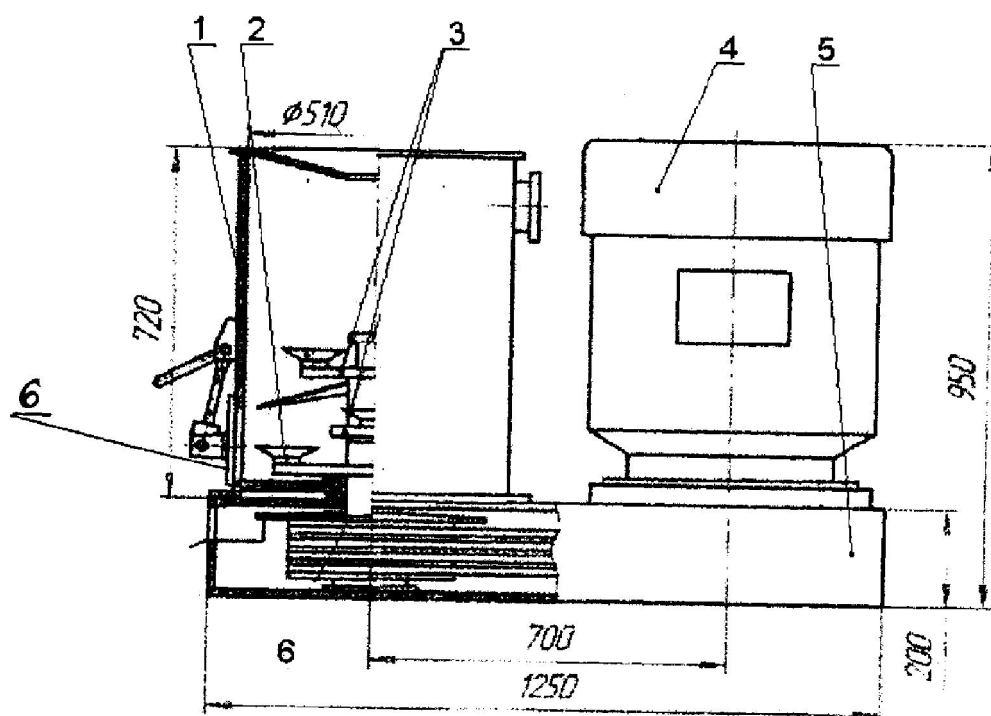


Рис.1.4.2. Агломератор конструкції “Пластмодерн”:

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	32

1 – корпус; 2 – ніж; 3 – лопаті; 4 – електродвигун; 5 – рама; 6- заслінка

Після подачі «шокової» води в камеру проходить агломерація маси матеріалу, тобто його перетворення на гранули. Далі через заслінку відбувається відвантаження готового продукту.

Технічна характеристика

Відходи: плівкові відходи із ПЄ та ПП Продуктивність, кг/год:

без відмивки	60-80
з відмивкою	20-40
Об'єм камери, дм	200
Об'єм загрузки, дм	160
Частота обертання ротора номінальна, об/хв.	1500
Потужність електроустаткування, кВт, не більше	31,1

Габаритні розміри , мм, не більше:

Довжина	1920
Ширина	1120
Висота	1500
Маса, кг, не більше	890

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Опис пропозицій. Конструкція і принцип роботи.

2.1. Лінія переробки полімерних відходів плівки

В дипломному проекті представлена лінія для пререробки полімерних відходів плівки (рис. 2.1), а також розроблені агломератом та роторно –ножова дробарка .

Особливістю для задання продуктивності 500 кг/год являє собою наявність двох агломераторів з бункером-живильником та дозатором, які дозволяють рівномірно порційно завантажити кожен агломератор.

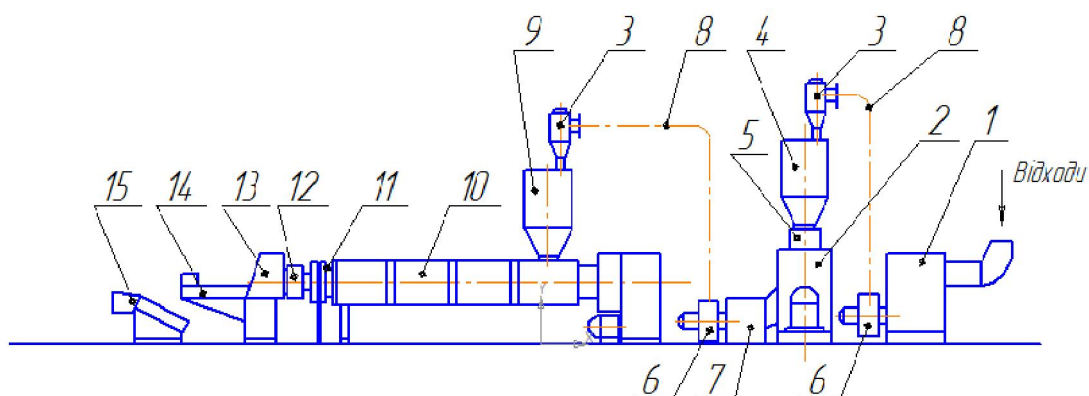


Рис 2.1 Технологічна схема переробки полімерних відходів

1–роторно-ножова дробарка; 2–агломератом; 3 – циклон; 4–бункер-живильник агломератора; 6-вентилятор;7-бак-наповнювач;8-трубопровід; 9-бункер-живильник екструдера; 10-екструдер; 11-фільтр шнековий; 12-головка стренгова; 13-пристрій ріжучий; 14-стіл охолодження; 15-стіл прийомний.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Харкевич А.				Опис пропозицій	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Якимчук М.						34	
Реценз.						НУХТ ПУ-4-15		
Н. Контр.								
Затверд.								

Робота лінії показана наступним чином.

Попередньо підготовлена до подрібнення сировина, оператором загрузається в завантажувальний лоток, далі з нього вона надходить в апарат для формування та подачі спресованого шару. Потім цей шар поступає в зазор між ножами ротора, що обертаються та першим стаціонарним ножом корпусу, подрібнюється до потрібних шматків, які за допомогою верхньої направляючої надходять до другого стаціонарного ножа корпусу і вже там подрібнюються на більш меншу фракцію до розмірів, які можуть пройти через отвори решітки. Вигрузка матеріалів проводиться по вивантажувальній воронці через трубопровід за рахунок потоку повітря, який утворюється вентилятором. Потім матеріал поступає в бункер-живильник.

Бункер з вертикальним валом з лопатями та ущільнюючим шнеком у зоні завантажувальної воронки дозатора дає змогу рівномірно ущільнити та завантажити сировину . Сировина спеціально відведеними порціями дозатором подається в агломератори, де вона уже піддається процесу агломерації, під час якого з плівок полімерних відходів утворюються оплавлені частки не зовсім потрібної форми розміром від 2 до 8 мм, які володіють порівняно з вхідною сировиною набагато вищою насипною вагою й сипучістю, що гарантує поліпшені умови завантаження та переробки плівкових відходів в екструдері. Через завантажувальний корпус екструдера відбувається рівномірне завантаження екструдера бункером-живильником. В екструдері в міру проходження матеріал ущільнюється та під дією механічної енергії шнека й теплової енергії електронагрівників, які розташовані на циліндрі, плавиться, гомогенізується та генерується тиск, що необхідний для продавлювання розплаву через фільтр й стренгову головку у вигляді пучка стренг(джгутів) потрібного діаметру. Ножі для різки, які обертаються ріжуть стренги на гранули, які за допомогою кінематичної енергії надходять у водяний потік пристрою для охолодження. Потім уже гранули визначеного типорозміру по лотку

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переміщуються до столу для розфасовки в паперові чи полімерні ємності не більше 25 кг.

2.2 Роторно-ножова дробарка

Для подрібнення плівкових та кускових матеріалів із поліетилену високого й низького тиску, полістірола, поліпропілена і інших видів до розмірів, які будуть придатні для переробки в агломераторах, а також в черв'ячних та литтєвих машинах.

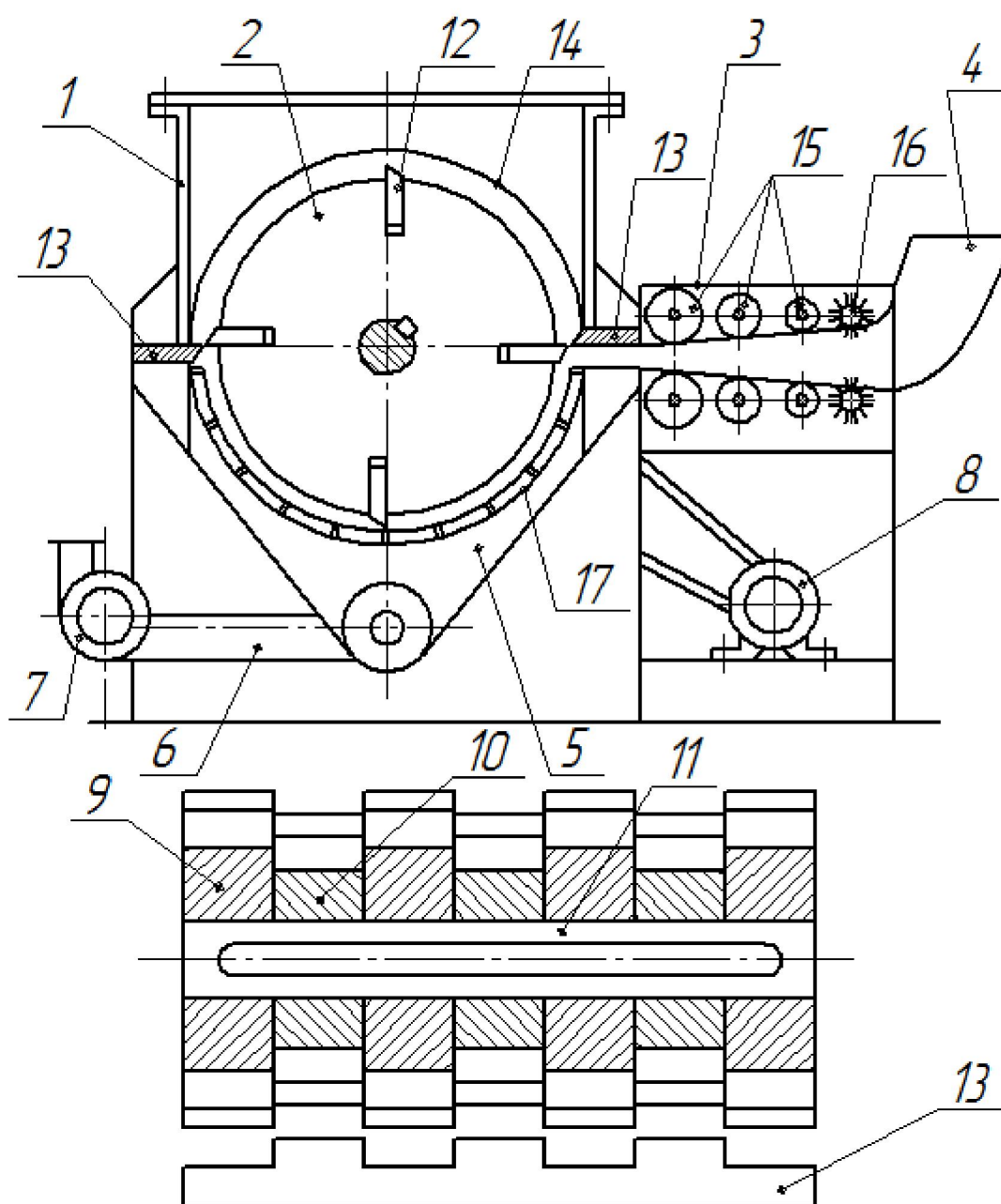


Рис.2.2 Роторно-ножова дробарка.

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	36

Нам запропонована роторно-ножова дробарка (рис.2.2). Вона складається з корпусу 1, ротора 2, пристрою для формування та подачі спресованого шару плівки 3, завантажувального лотка 4, вивантажувальної воронки 5 з трубопроводом 6, вентилятора 7 і привода ротора дробарки.

Регульовані ножі 12 є робочими органами дробарки, вони закріплені на дисках більшого 9 та меншого діаметра 10, що насаджені на вал 11, та жорстко закріплені ножі корпусу 13.

В корпусі дробарки знаходиться ротор 2 на підшипниках кочення, у верхній частині якого направляюча 14, у нижній – решітка 17, яка має отвори і вивантажувальна воронка 5, до якої закріплений трубопровід 6.

Ротор дробарки утворений з дисків меншого та більшого діаметрів. На кожному диску по колу розташовані 4 ножі. Привод ротора виконується від двигуна через клинопасову передачу 8.

Ножі ротора та корпусу виготовлені із сталі 5XB2C ДСТУ 5950-73. Твердість ріжучої кромки не може бути нижче 53HRC. Зазор між ножами ротора й корпусу коливається в межах 0,2...0,3 мм.

Апарат для отримання й подачі шару матеріалу складається із приводних верхніх та нижніх валиків 15, які мають різний діаметр, а також грабельних валиків 16. Привод роликів задається двигун редуктором, ланцюговою зубчастою передачею між грабельними валиками, яка гарантує обертання верхніх та нижніх валиків в різних напрямках. Різний діаметр валиків, які послідовно розташовані, а також обертання в протилежних напрямках нижніх та верхніх валиків забезпечує утворення спресованого шару матеріалу та його подачу.

Дробарка працює таким чином. Матеріал що переробляється, загрузається оператором вручну в завантажувальний лоток, звідти він поступає в пристрій, який формує й подає спресований шар. Потім шар матеріалу надходить в зазор між ножами ротора, які обертаються та першим стаціонарним ножем корпусу, дробиться там до потрібних шматків, які подаються до другого ножа корпусу

						Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стаціонарного, завдяки верхній направляючій й подрібнюються до тих розмірів , при яких вони зможуть провалитись крізь отвори решітки. Вивантаження подрібненого матеріалу виконується по трубопроводу в циклон через вивантажувальну воронку вентилятором за рахунок транспортуючого потоку повітря.

Продуктивність роботи дробарки залежить від частот обертання ротора, які проходять в межах від 300 об/хв до 700 об/хв, це також підтверджено експериментальними дослідженнями.

									Арк.
									38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

3. Обґрунтування модернізації

Розробка й вибір технологій і обладнання перероблення використаної упаковки є дуже важливим та актуальним питанням для усього людства. Економічним напрямком переробки є переробка використаної упаковки в товарний гранульований вид. При цьому технологічний процес забезпечує подрібнення плівкових й тонкостінних полімерних відходів, ретельне відмивання їх від мінерального пилу та бруду, флотаційне розділення подрібнених шматків матеріалу, віджимання їх від води, сушіння, агломерацію, гранулювання та пакування їх в упаковку в транспортуючу тару.

Для виконання подібного технологічного процесу необхідне спеціальне обладнання та його науково-технічне обґрунтування, розрахунки, проектування й виготовлення.

Метою такого проекту є модернізація пристрою для подрібнення відходів полімерних матеріалів, а також розробка агломератора для детальнішого подрібнення відходів, їх відмивання, агломерації та сушіння оплавлених частинок. Модернізація полягає в зміні форми роторних ножів та жорсткозакріплених ножів на корпусі, забезпечує рівномірне поступання плівкових полімерних відходів при загрузці і, як наслідок, вдосконалюється привод подрібнювача, навіть без збільшення потужності. Потім в лінію для гранулювання матеріалу встановлюють два агломератори, вони працюють паралельно з одним подрібнювачем та одночасно направляють оплавлені частки (агломерат) до екструдера для уже подальшої переробки в гранули. Якщо користуватися наведеним прикладом, то продуктивність лінії для гранулювання плівкових полімерних відходів збільшується від 300 до 500 кг/год.

Зм.	Лист	№ документа.	Підпис	Дата				
Розроб		Харкевич А.			Обґрунтування модернізації	Літер.	Арк.	Аркцшів.
Перевір.		Якимчук М.В.					39	
Реценз.						НУХТ-ПУ-4-15		
Н. Контр.								
Затверд.								

Загалом, модернізація галузі промисловості в переробці використаної тари є необхідною, тому що кожен рік збільшується ринок пакувальних матеріалів, а от природних матеріалів, таких як дерево чи папір стає все менше. До того ж

полімерні пакувальні матеріали можуть не розкладатись багато десятиліть, а вартість їх зберігання на смітниках дуже висока внаслідок великого відношення їх об'єму до маси, під час спалювання вони виділяють шкідливі речовини, які забруднюють атмосферу. Тому переробляти полімерні відходи значно економічно доцільнішою з декількох поглядів:

- зменшення площі земель, зайнятих під смітники (звалища);
- є важливим чинником у вирішенні питань про раціональне використання енергоносіїв нашої планети, наприклад нафти;
- використання добавок до первинних матеріалів під час виготовлення транспортуючої тари: піддонів, ящиків, посуду для розсади й саджанців, прокату з полімерів, труб ,тощо;
- повторне використання полімерів як вторинної сировини для виготовлення вторинної упаковки хім. промисловості;

Переваги модернізації подрібнювача й агломератора в лінії для переробки плівкових полімерних відходів в гранули з економічної точки зору є такі:

- зменшення енергетичних витрат на приводі подрібнювача в результаті зменшення зусилля під час подрібнення;
- збільшення продуктивності лінії гранулювання використаної полімерної упаковки;
- потрібний всього один оператор на лінії гранулювання замість трьох;
- механізован загрузка та розвантаження агломераторів й наступна подача - агломерата до ексрудера.

						Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Розрахункова частина.

Для вдосконалення лінії переробки використаних матеріалів із поліетилену ПЕНП і ПЕВП була виконана модернізація роторно-ножової дробарки та розроблений агрегат періодичної дії.

4.1 Розрахунок дробарки.

1. Продуктивність $Q = 0,3$ т/год.

2. Матеріал, що переробляється, використана плівка із поліетилену високого та низького тиску.

3. Щільність спресованого шару плівки $\rho_{пл} = 400 \div 700$ кг/м³.

1. Продуктивність дробарки []

$$Q = A \cdot L_p \cdot h \cdot n_p \cdot z \cdot \rho_{пл}, \text{ кг/год}$$

де A – горизонтальна довжина відхиляючої направляючої,

$A = 0,5D_p$, де D_p – діаметр ротора, м ;

L_p – довжина ротора, м;

h – висота подачі шару спресованої плівки , конструктивно приймаємо

$h = 8 \div 10$ мм ;

n_p – частота обертання ротора, об/хв ;

z – кількість ножів по колу ротора, вибираємо $z = 4$.

З попередніх конструктивних розробок приймаємо, що ротор виготовлений з дисків товщиною 50 мм, діаметрами більших (їх шість) – 250 мм, менших (їх п'ять) – 240мм. Середнє значення діаметра дисків $D_p = 245$ мм.

Довжина ротора: $L_p = 11 \cdot 50 = 550$ мм.

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Літер.	Арк.	Аркциф.
Розроб.		Харкевич А.О.				41	
Перевір.		Якимчук М.В.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							
Розрахункова частина					НУХТ ПУ-4-15		

Визначаємо частоту обертання ротора, при цьому враховуючи розрахункову продуктивність:

$$Q = k_H \cdot Q = 1,2 \cdot 300 = 360 \text{ кг/год,}$$

де k_H – коефіцієнт нерівномірності завантаження та використання дробарки в часі, $k_H = 1,1 \div 1,2$.

$$\text{Маємо: } n_p = \frac{Q_p}{A \cdot L_p \cdot h \cdot z \cdot \rho_{пл}} = \frac{360}{0,5 \cdot 0,245 \cdot 0,55 \cdot 0,008 \cdot 4 \cdot 550} = 510 \text{ об/хв}$$

2. Потужність, яка потрібна для подрібнення матеріалу :

$$N_p = k_3 \cdot \frac{S_{np} \cdot Q_p \cdot f}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_{др}}, \text{ кВт}$$

тут k_3 – коефіцієнт запасу, що враховує динамічні навантаження від ударних процесів $k_3 = 1,1 \div 1,3$;

S_{np} – приведена робота подрібнення плівкових матеріалів, експериментально $S_{np} = 1500 \dots 1700 \text{ Дж/кг}$

f - приведена площа різання під час подрібнення, отримана дослідним шляхом

$$f = 12 \dots 15 \text{ м}^2/\text{кг};$$

$\eta_{др}$ – коефіцієнт корисної дії дробарки, $\eta_{др} = 0,4 \div 0,6$.

$$\text{Маємо: } N_p = 1,3 \cdot \frac{1700 \cdot 360 \cdot 15}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,6} = 9,2 \text{ кВт}$$

Згідно каталогу по ДСТУ 16372 – 77 обираємо електродвигун асинхронний трьохфазний єдиної серії 4А :

типорозмір – 4А160S6У3;

потужність – 11 кВт ;

частота обертання – 975 об/хв.

					Арк.
					42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

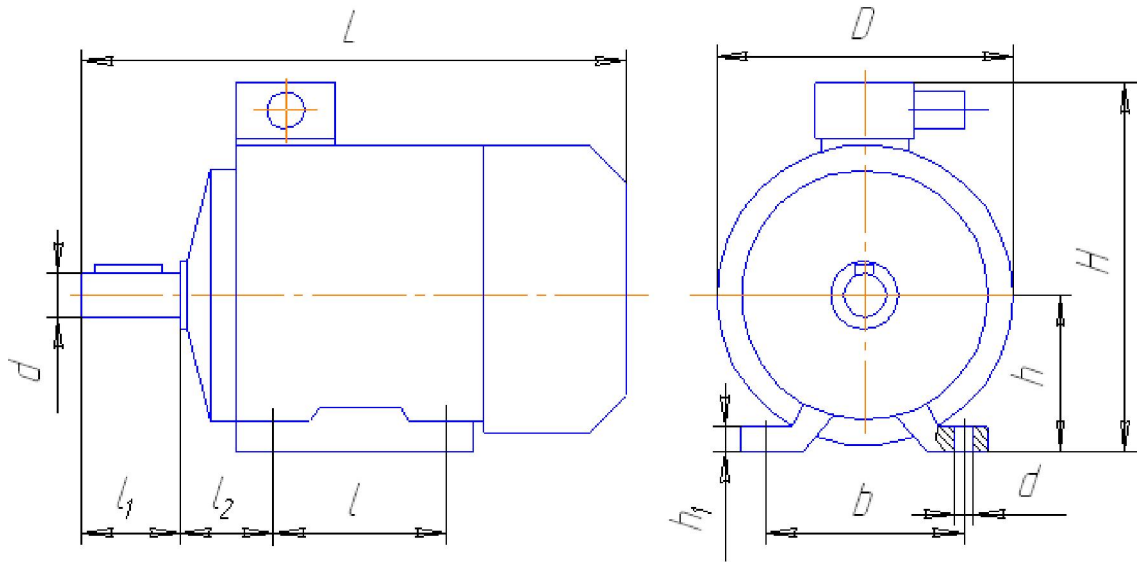


Рис.4.1 Електродвигун єдиної серії 4А.

3. В склад приводу ротора входять електродвигун та клинопасова передача.

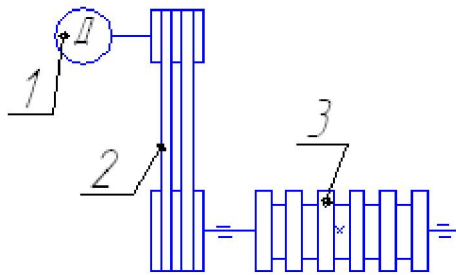


Рис.4.2 Кінематична схема приводу.

1- електродвигун ;

2 - клинопасова передача ;

3 – ротор.

Передаточне число клинопасової передачі :

$$n_{\text{кл.пер}} = n_{\text{дв}} / n_{\text{р}} = 975 / 510 = 1,9$$

Потужність на валу ротора : $N_{\text{рот}} = N_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{оп}} = 9,2 \cdot 0,6 = 5,5 \text{кВт}$.

Крутний момент на валу двигуна та валу ротора :

$$T_{\text{др}} = 9550 \frac{N_{\text{р}}}{n_{\text{дв}}} = 9550 \cdot \frac{9,2}{975} = 90 \text{Нм};$$

$$T_{\text{р}} = 9550 \cdot \frac{N_{\text{рот}}}{n_{\text{р}}} = 9550 \cdot \frac{5,5}{510} = 103 \text{Нм}.$$

					Арк.
					43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4.2. Розрахунок агломератора.

Продуктивність, кг/год – 250

Матеріал, що переробляється – плівка із поліетилену ПЕНП і ПЕВП

Маса порції матеріалу, кг – 15

1. Продуктивність агломератора.

Продуктивність агломератора напряму залежить від ваги завантажувальної порції матеріалу та сумарного часу на агломерацію, завантаження, просушування й відвантаження. Враховуючи рекомендації провідних організацій по розробці агломераторів, приймаємо:

- час агломерування порції матеріалу - $t_{амл} = 150с$
- час завантаження - $t_{зав} = 10с$
- час просушування та вивантаження - $t_{привив} = 80с$

Сумарний час отримання агломерата:

$$t_{сум} = t_{амл} + t_{зав} + t_{привив} = 150 + 10 + 80 = 240с$$

Продуктивність

$$Q = \frac{3600 \cdot G_{перц}}{\tau} = \frac{3600 \cdot 15}{240} = 225кг / год$$

Для того, щоб забезпечити продуктивність лінії переробки полімерних відходів у вигляді агломерата продуктивністю 500 кг/год ставимо в лінії два агломератора з дозатором та бункером-живильником. Дозатор завантажує агломератори послідовно один за одним із суміщенням на завантаження дозатора і завантаження одного із агломераторів.

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Потужність агломератора.

Процес агломерації в середині корпусу агломератора проходить за рахунок дисипації механічної енергії в пилову. Під час цього корисна потужність електродвигуна повністю перетворюється на теплову.

Потужність електродвигуна

$$N_{rth} = \frac{Q_n}{0.784 \cdot \eta_{np}}, \text{кВт},$$

тут Q – кількість теплоти, що витрачається на обробку однієї порції подрібненого матеріалу, кВт;

0,784 – коефіцієнт дисипації за умови малих теплових витрат;

η_{np} - ККД приводу агломератора.

Кількість теплоти, яка витрачається на одну порцію матеріалу:

$$Q_N = Q_{кор} + Q_{випр} + Q_{конв} ,$$

де Q_N - кількість корисної теплоти, що витрачається на дисипацію однієї порції матеріалу;

$Q_{випр}$, $Q_{конв}$ - втрати теплоти в навколишнє середовище за рахунок випромінювання й конвенції.

Кількість корисної теплоти

$$Q_{кор} = \frac{G_{пор}}{\tau_{agl}} C_m (t_k - t_n), \text{кВт}$$

де $G_{пор}$ - вага порції подрібненого матеріалу

$$G_{пор} = 15 \text{кг};$$

τ_{agl} - час агломерування порції матеріалу

$$\tau_{agl} = 150 \text{с};$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	45

C_m - питома теплоємність матеріалу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$;

для полімерної плівки ПЕНП і ПЕВП

$$C_m = 2,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \text{ (табл.5.1 [])};$$

t_n - початкова температура подрібненого матеріалу, що дорівнює температурі навколишнього середовища

$$t_n = 20^\circ \text{C}$$

t_k - кінцева температура агломерата, що дорівнює температурі, під час якої починається розплавлення плівки, для поліетилену (табл..2.1 [])

$$t_k = t_{nl} = 134^\circ \text{C}$$

Маємо

$$Q_{\text{кер}} = \frac{15}{150} \cdot 2,3(134 - 20) = 25,3 \text{кВт}.$$

Втрати теплоти за рахунок випромінювання

$$Q_{\text{вип}} = \varepsilon C_o F \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right], \text{Вт},$$

тут ε - ступінь чорноти поверхні корпусу агломератора,

$$\varepsilon = 0,7 \dots 0,8, \text{ приймаємо } \varepsilon = 0,75;$$

C_o - константа випромінювання чорного тіла,

$$C_o = 5,67 \text{Вт} / (\text{м}^2 \text{К}^4);$$

F – сумарна площа випромінювання

$$F = \Pi D H + 2 \cdot \frac{\Pi D^2}{4} = 3,14 \cdot 0,8 \cdot 0,8 + 2 \cdot \frac{\Pi \cdot 0,8^2}{4} = 3,0 \text{м}^2;$$

де D – внутрішній діаметр корпусу агломератора, $D = 0,8 \text{м}$;

H – висота робочої камери агломератора, $H = 0,8 \text{м}$;

T_1, T_2 - абсолютна температура відповідно повітря та внутрішнього корпусу агломератора:

$$T_1 = 273 + 20 = 293^\circ \text{К};$$

$$T_2 = 273 + 50 = 323^\circ \text{К}.$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$\text{Маємо } Q_{\text{втр}} = 0,75 \cdot 5,67 \cdot 3 \left[\left(\frac{323}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right] = 440 \text{ Вт}.$$

Втрати теплоти за рахунок вільної конвенції для багат шарової циліндричної стінки (с.115 [])

$$Q_{\text{конв}} = \frac{2\pi H(T_1 - T_2)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\lambda_{i3}} \ln \frac{r_3}{r_2} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{r_4}{r_3}}, \text{ Вт},$$

тут - λ_1, λ_2 - коефіцієнт теплопровідності сталі;

$$\lambda_{\text{ст}} = 46,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К});$$

λ_{i3} - коефіцієнт теплопровідності ізоляції, $\lambda_{i3} = 0,63 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К});$

$r_1; r_2; r_3; r_4$ - радіуси елементів корпусу агрегатора (див.рис.)

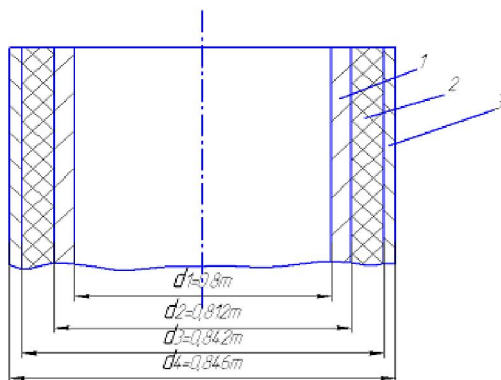


Рис.4.6. До розрахунку агрегатора.

1- внутрішня оболонка ;

2 - ізоляція ;

3 – зовнішня оболонка.

Маємо

$$Q_{\text{конв}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,8(323 - 293)}{\frac{1}{46,5} \ln \frac{0,406}{0,4} + \frac{1}{0,63} \ln \frac{0,421}{0,406} + \frac{1}{46,5} \ln \frac{0,423}{0,421}} = 1496, \text{ Вт}.$$

Сумарна кількість теплоти на 1 порцію матеріалу

$$Q_N = 25,3 + 0,44 + 1,496 = 27,14 \text{ кВт}.$$

Розрахункова потужність електродвигуна

$$N_p = \frac{27,14}{0,784 \cdot 0,94} = 36,8 \text{ кВт}.$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	47

Згідно ДСТУ 163 72-77 обираємо електродвигун асинхронний трьох фазний єдиної серії 4А:

типорозмір – 4А200М2У3;

потужність - $N_{\text{дв}} = 37 \text{ кВт}$.

частота обертання - $n_{\text{дв}} = 2940 \text{ об/хв}$.

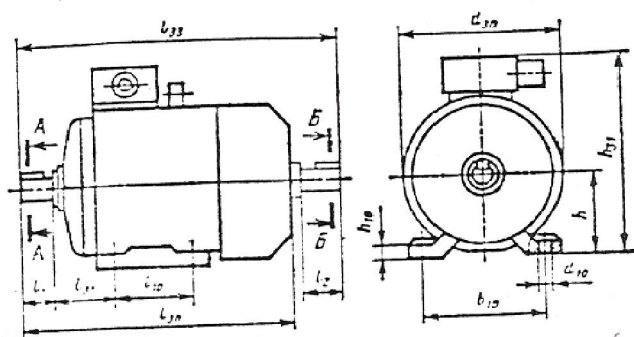


Рис.4.7. Ескіз електродвигуна серії 4А.

В склад приводу входять електродвигун та клинопасова передача.

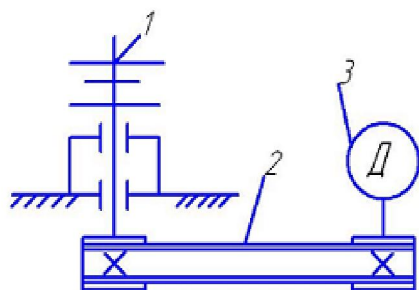


Рис.4.8. Кінематична схема приводу.

1- вал агломератора з лопатями ;

2 – клинопасова передача ;

3 – електродвигун.

Приймаємо передаточне число клинопасової передачі $u_{\text{кл.п}} = 2$

Тоді частота обертання вала агломератора

$$n_2 = n_{\text{дв}} / u_{\text{кл.п}} = 2940 / 2 = 1470 \text{ об/хв}.$$

Крутний момент на валу агломератора

$$T_2 = 9550 \frac{N_2}{n_2} = 9550 \frac{34.59}{1470} = 225 \text{ Нм},$$

$$\text{де } N_2 = N_p \cdot \eta_{\text{пр}} = 36,8 \cdot 0,94 = 34,59 \text{ кВт}.$$

					Арк.
					48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3. Розрахунок охолодження агломерата в корпусі агломератора.

За технологією після того як відбудеться згортання плівки необхідно її охолодження до 50°C , для того щоб уникнути плавлення та зменшення часток. Охолодження здійснюється додаванням води в робочу камеру. Лопаті, обертаються з великою частотою, рівномірно розпиляють воду по всій камери. Вода перебуває в дисперсійному стані й практично миттєво випаровується, відбираючи теплову енергію.

Кількість теплоти, що потрібно відвести від агломерата до 50°C

$$Q_{50} = C_m G_{\text{перц}} \Delta t = 2,3 \cdot 15 \cdot 84 = 2890 \text{кДж},$$

де Δt - різниця між початковою та кінцевою температурою агломерата

$$\Delta t = 134 - 50 = 84^{\circ}\text{C}.$$

Витрати води при її температурі $t_g = 20^{\circ}\text{C}$ до пароутворення визначаються з теплового балансу:

$$Q_{50} = Q_{\text{нагр.}} + Q_{\text{нар}},$$

тут $Q_{\text{нагр.}}$ - кількість теплоти для нагрівання води;

$Q_{\text{нар}}$ - кількість теплоти для пароутворення;

Теплота на нагрівання

$$Q_{\text{нагр.}} = C_g G_g \Delta t_g,$$

де C_g - теплоємність води $C_g = 4,19 \text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$

G_g - вага води;

Δt_g - різниця між кінцевою і початковою температурами води

$$\Delta t_g = 134 - 20 = 114^{\circ}\text{C}.$$

Теплота на пароутворення

$$Q_{\text{нар}} = r G_g,$$

тут r – питома теплота пароутворення

$$r = 2,3 \cdot 10^3 \text{кДж} / \text{кг}.$$

Виходячи з теплового балансу маса води

$$G_g = \frac{Q_{\text{нагр.}} + Q_n}{C_g \cdot \Delta t_g + r} = \frac{2890}{419 \cdot 114 + 2,3 \cdot 10^3} = 1,04 \text{кг}$$

					Арк.
					49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Маємо кількість води, яку потрібно додавати на переробку однієї порції подрібненого полімерного матеріалу, становить

$$G_g = 1,04 \text{ кг} \text{ або } 1,04 \text{ л.}$$

4.3. Розрахунок клинопасової передачі.

Передаточне число – $u_{\text{кл.пас}} = 1,9$.

4.1. По крутному моменту на швидкохідному валу обираємо переріз паса Б з розмірами :

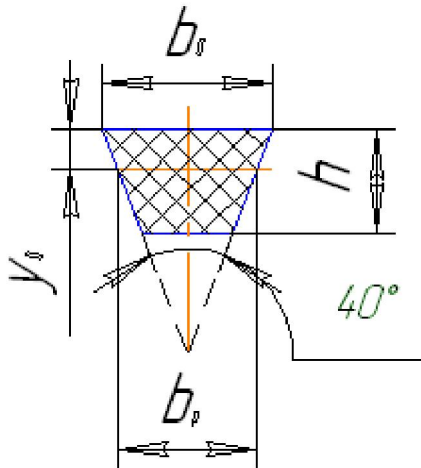


Рис.4.3 Нормальний тип клинового паса.

$$d_{p \text{ min}} = 200 \text{ мм} ; q = 0,3 \text{ кг/м} ;$$

$$F = 1,38 \text{ см}^2 ; Y_0 = 4 \text{ мм} ;$$

$$h = 10,5 \text{ мм} ; T_6 = 120 \dots 600 \text{ Нм} ;$$

$$b_p = 14 \text{ мм} ; b_0 = 17 \text{ мм} .$$

4.2. Діаметр меншого шківa згідно з рекомендаціями $d_{p1} = 224 \text{ мм} .$

4.3. Діаметр більшого шківa :

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot u_{\text{кл.пас}} (1 - \varepsilon) = 224 \cdot 1,9 \cdot (1 - 0,02) = 417 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{p2} = 425 \text{ мм}.$

4.4 Швидкість паса :

$$v = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n_{об}}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 224 \cdot 975}{60 \cdot 1000} = 11,4 \text{ м/с}.$$

4.5. Між осьова відстань :

$$a = 0,95 \cdot d_{p2} = 0,95 \cdot 425 = 404 \text{ мм.}$$

4.6. Розрахункова довжина паса :

$$L = 2a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4f} = 2 \cdot 404 + \frac{3,14}{2} \cdot (224 + 425) + \frac{(425 - 224)^2}{4 \cdot 404} = 1895 \text{ мм.}$$

					Арк.
					50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Приймаємо довжину згідно стандарту $L = 1900$ мм.

4.7. Кут обхвату меншого шківа :

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{d_{p2} - d_{p1}}{a} = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{425 - 224}{404} = 150^\circ$$

що більше допустимого $[\alpha_1] = 110^\circ$.

4.8. Допустима потужність на 1 пас

$$[N] = (N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L + \Delta N) \cdot C_p = (2.26 \cdot 0.97 \cdot 0.92 + 0.3) \cdot 0.82 = 2.34 \text{ кВт}$$

тут N_0 – початкова потужність, $N_0 = 2,26$ кВт;

C_L – коефіцієнт довжини, $C_L = 0,97$;

C_α – коефіцієнт кута обхвату, $C_\alpha = 0,92$;

ΔN - поправка до потужності

$$\Delta N = 0,0001 \cdot \Delta T \cdot n_{\text{об}} = 0,0001 \cdot 3,1 \cdot 975 = 0,3 \text{ кВт} ;$$

C_p – коефіцієнт режиму роботи , $C_p = 0,82$.

4.9. Кількість пасів

$$z' = \frac{z}{C_z} = \frac{3,93}{0,9} = 4,4$$

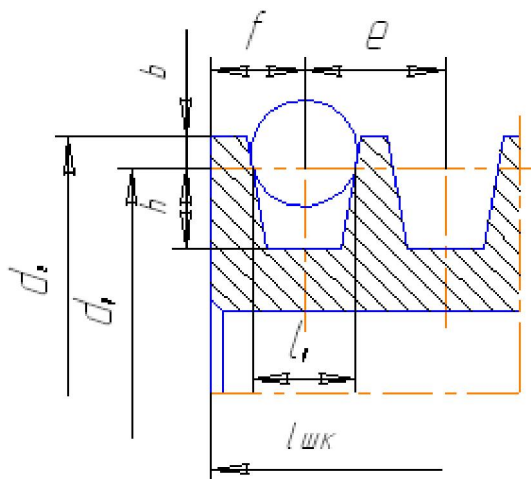
тут C_z – коефіцієнт, який враховує нерівномірність навантаження, $C_z = 0,9$.

Приймаємо $z' = 5$

4.10. Зусилля, що діє на вали передачі :

$$Q = 2 \cdot S_0 \cdot z' \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 128 \cdot 5 \cdot \sin \frac{150}{2} = 1280 \text{ Н}.$$

4.11. Розміри обода шківів :



$$e = 19 \text{ мм} ; f = 12,5 \text{ мм} . l_p = 14 \text{ мм} ; h = 10,8 \text{ мм} ; b = 4,2 \text{ мм} ;$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	51

Зовнішні діаметри :

$$d_e = d_{p1} + 2 \cdot b = 224 + 2 \cdot 4.2 = 232.4 \text{ мм}$$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2 \cdot b = 425 + 2 \cdot 4.2 = 435.4 \text{ мм.}$$

Ширина обода шківів

$$l_{шк} = (Z' - 1) \cdot e + 2 \cdot f = (5 - 1) \cdot 19 + 2 \cdot 12.5 = 101 \text{ мм.}$$

4.4. Розрахунок вала агломератора.

Зусилля, що діють на вал:

- крутний момент – $T_2 = 225 \text{ Нм}$

- навантаження від пасової передачі - $Q = 4520 \text{ Н}$

Приймаємо вал, як балку в двох опорах А і В (рис.)

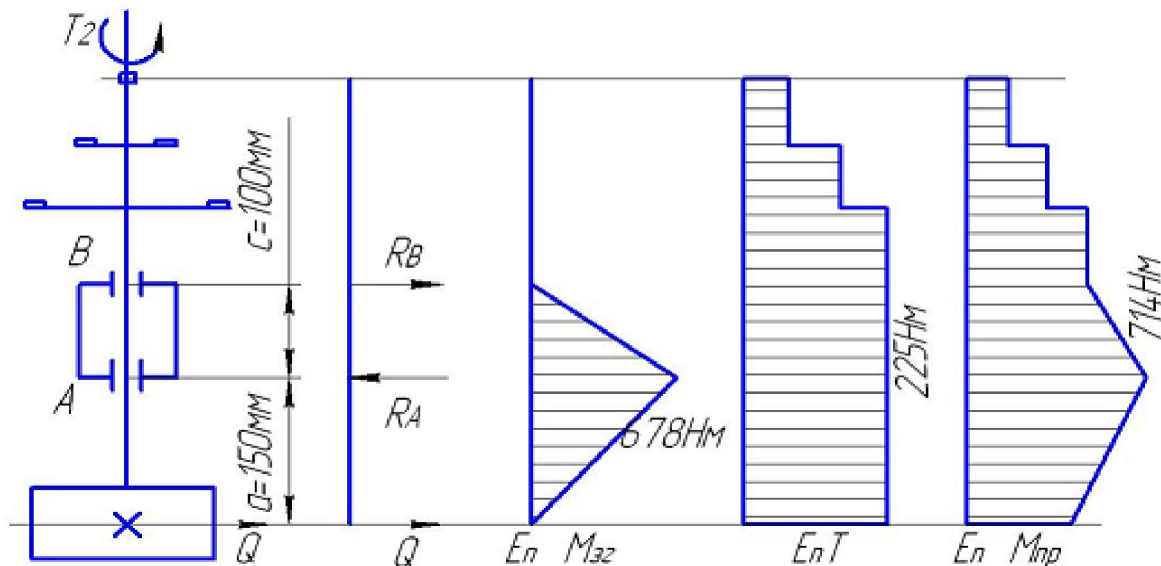


Рис.4.11 Розрахункова схема та епюри моментів вала.

Реакції в опорах А і В.

$$\Sigma M_A = 0$$

$$Q \cdot a - R_B \cdot c = 0;$$

$$R_B = \frac{Q \cdot a}{c} = \frac{4520 \cdot 0.15}{0.1} = 6780 \text{ Н}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$Q \cdot (a + c) - R_A \cdot c = 0$$

$$R_A = \frac{Q(a + c)}{c} = \frac{4520 \cdot 0.25}{0.1} = 11300 \text{ Н}$$

Перевірка:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$Q - R_A + R_B = 0$$

$$4520 - 11300 + 6780 = 0$$

Згинаючі моменти :

$$M_{зг.Q-Q} = 0$$

$$M_{зг.A-A} = Q \cdot a = 4520 \cdot 0,15 = 678 \text{ Нм}$$

$$M_{зг.A-A} = R_B \cdot c = 6780 \cdot 0,1 = 678 \text{ Нм}$$

$$M_{зг.B-B} = 0.$$

Приведені моменти : $M_{np} = \sqrt{M_{зг}^2 + T^2}$;

$$M_{np.Q-Q} = T = 225 \text{ Нм};$$

$$M_{np.A-A} = \sqrt{225^2 + 678^2} = 714 \text{ Нм};$$

$$M_{np.B-B} = T = 225 \text{ Нм}.$$

Діаметр вала в небезпечному перерізі з умови міцності на згин

$$d_A = \sqrt{\frac{M_{np}}{0,1[\sigma_{зг}]}} = \sqrt{\frac{714 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 55}} = 51 \text{ мм},$$

тут $[\sigma_{зг}] = 55 \text{ МПа}$ - допустима напруга на згин для сталевих валів.

Діаметр вала з умови міцності на кручення

$$d_Q = \sqrt{\frac{T}{0,2[\tau_{кр}]}} = \sqrt{\frac{225 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 15}} = 44 \text{ мм}$$

Приймаємо наступні розміри вала :

під лопатями – 50мм ;

під підшипниками – 60мм ;

під шківом – 55мм.

4.5. Вибір підшипників.

Для підтримання вертикального вала в опорі обираємо роликові підшипники радіально-опорні, конічні, однорядні.

Згідно ДСТУ 333-79 вибираємо підшипники № 7312.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

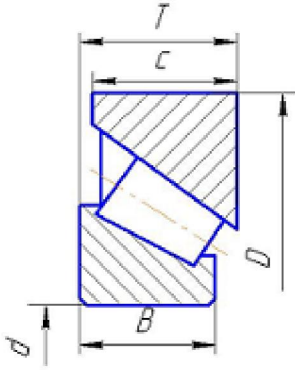


Рис.4.12 Підшипник.

Розміри:

$$d = 60; D = 130; T = 34;$$

$$c = 27; B = 310;$$

$$C = 118000H.$$

Еквівалентне навантаження при $\frac{F_a}{VF_r} < e$

$$P_{екв} = VF_r k_\sigma k_m,$$

тут V – коефіцієнт обертання кільця, під час обертання внутрішнього кільця $V = 1$:

F_r - радіальне навантаження на вал

$$F_r = R_A = 11300H;$$

k_σ - коефіцієнт безпеки, $k_\sigma = 1,2$;

k_m - температурний коефіцієнт, до $100^\circ C$ $k_m = 1$.

Тоді $P_{екв} = 1 \cdot 11300 \cdot 1,2 \cdot 1 = 13560H$.

Довговічність підшипника

$$L_h = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{c}{P_{екв}} \right)^{10/3} = \frac{10^6}{60 \cdot 1470} \left(\frac{118000}{11300} \right)^{10/3} = 12805 год$$

що більше допустимої довговічності $[L_h] = 10 \dots 12 тис. год$.

4.6. Вибір та перевірка шпонок.

Перевіряємо на міцність шпонку під ступицею шківів, що має діаметр $d = 60$ мм.

Згідно ДСТУ 10748, обираємо шпонку призматичну із закругленими торцями.

Розміри шпонки: $b \times h = 18 \times 11$ мм; $t_1 = 7$ мм; $t_2 = 4,4$

						Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

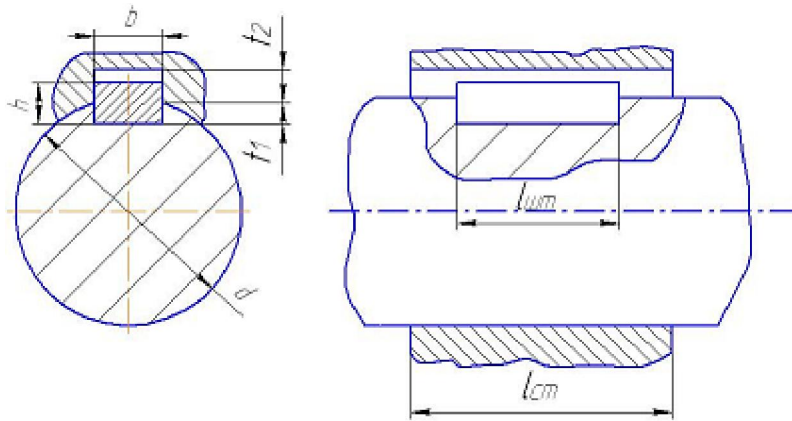


Рис.4.13 Шпонкове з'єднання

Довжина шпонки

$$l_{шп} = l_{ст} - 10\text{мм} = 90 - 10 = 80\text{мм}$$

де $l_{ст} = 1.5 \cdot d_e = 1.5 \cdot 60 = 90\text{мм}$.

Міцність шпонки перевіримо на зім'яття

$$\sigma_{зм} = \frac{4T}{d l_p h} = \frac{4 \cdot 225 \cdot 10^3}{60 \cdot 62 \cdot 11} = 22\text{МПа} < [\sigma_{зм}],$$

тут l_p - розрахункова довжина шпонки

$$l_p = l_{шп} - b = 80 - 18 = 68\text{мм};$$

$[\sigma_{зм}]$ - допустима напруга на зім'яття, для чавунної ступиці $[\sigma_{зм}] = 70 \dots 80\text{МПа}$.

Висновок:

В результаті розрахунку розроблений агрегат продуктивністю 225кг/год для переробки використаних полімерних упаковок.

Привод агрегата складається з електродвигуна 4А200М2У3, що має потужність 37 кВт, частоту обертання 2940об/хв та клинопасову передачу з передаточним числом $u_{кл.пас} = 2$, діаметри шківів 180 і 355мм.

4.7. Розрахунок вала ротора.

На вал ротора діють 3 види навантажень :

- вага ротора й зусилля від клинопасової передачі;
- навантаження від відцентрових зусиль;
- навантаження від ударів ножів ротора по ножах корпуса.

5.1. Перші навантаження сталі по величині й знаходяться методами статички.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Вага ротора :

$$G_p = v_{рот} \cdot \rho = \frac{\pi \cdot (D_{д.сер})^2}{4} L_p \cdot \rho = \frac{3.14 \cdot 0.235^2}{4} \cdot 0.55 \cdot 7800 = 186 \text{ кг},$$

тут $D_{д.сер}$ – середній діаметр основної частини дисків, м ;

ρ - щільність сталі, $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$.

Зусилля від клинопасової передачі $Q = 1280 \text{ Н}$, що діє під кутом 45° до горизонту. Складові цього зусилля в горизонтальній і вертикальній площинах:

$$Q_s = Q_{гор} = Q \cdot \sin 45^\circ = 1280 \cdot 0.707 = 905 \text{ Н}.$$

5.2 Другі навантаження обертаються з ротором й залежать від дисбалансу корпусу ротора, допущеного під час його виготовлення та різниці у вагі діаметрально розташованих ножів

$$F_{об} = (0.0006 \cdot G_p + 0.15 \cdot z_L \cdot D_p^3) \cdot \omega^2, \text{ Н},$$

тут ω - кутова швидкість по колу кінців ножів

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_p}{30} = \frac{3.14 \cdot 510}{30} = 52.4 \text{ с}^{-1}$$

z_L – кількість ножів водному ряду по довжині ротора, $z_L = 11$

$$\text{Тоді } F_{об} = (0.0006 \cdot 186 + 0.15 \cdot 11 \cdot 0.245^3) \cdot 52.4^2 = 397 \text{ Н}.$$

5.3. Треті навантаження, що виникають під час ударів ножів ротора по ножах корпусу, наряду залежать від величини ударного імпульсу, який діє на ротор, та жорсткості пружної системи.

При запропонованому виконанні процесу подрібнення з двома ножами на корпусі, які розташовані діаметрально на одній лінії, їх дія на вал ротора компенсується.

5.4. Крім того вал ротора випробовує крутні моменти б

– момент від статичних навантажень, $T_{рот} = 103 \text{ Нм}$;

– динамічний момент, що виникає при негативних прискореннях ротора в

$$\text{наслідок ударних навантажень } T_{дин} = 200 \cdot D_p \cdot S_p \cdot v_p^{0.5} \cdot \frac{I_{шк}}{I_{рот}} ; \text{ Нм},$$

тут S_p – ударний імпульс, $\text{Н} \cdot \text{с}$;

$I_{шк}$ – момент інерції шківів, $\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$;

$I_{рот}$ – момент інерції ротора, $\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Ударний імпульс

$$S_p = \frac{G_p \cdot G_{\text{корн}} \cdot v_p \cdot (1+k)}{G_p \cdot G_{\text{корн}}} = \frac{186 \cdot 1500 \cdot 6.4 \cdot (1+0.5)}{186 + 1500} = 1618 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1},$$

тут v_p – швидкість ротора по колу виступів ножів

$$v_p = \frac{\pi \cdot D_{\text{д.сер}} \cdot n_p}{60 \cdot 1000} = \frac{3.14 \cdot 245 \cdot 510}{60 \cdot 1000} = 6.54 \text{ м/с};$$

k – коефіцієнт відновлення, для нашого випадку, $k = 0,5 \div 0,8$

Момент інерції шківів

$$I_{\text{шк}} = k_m \cdot G \cdot d_2^2 / 4 = 0.65 \cdot 55 \cdot 0.425^2 / 4 = 1.6 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2,$$

тут k_m – коефіцієнт розподілення маси в тілі, що залежить від типу деталі,

$$k_m = 0,6 \dots 0,65;$$

G – вага шківів, $G = 55$ кг ;

d_2 – діаметр шківів веденого, $d_2 = 0,425$ м.

Момент інерції ротора дробарки

$$I_p = \frac{S_p \cdot D_{\text{п.сер}}}{2 \cdot \omega_p \cdot \delta} = \frac{1618 \cdot 0,235}{2 \cdot 53,4 \cdot 0,5} = 7,1 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2;$$

δ – коефіцієнт нерівномірності обертання ротора дробарки, $\delta = 0,4 \dots 0,5$ для двигунів з м'якою характеристикою.

Динамічний момент

$$T_{\text{дин}} = 200 \cdot 0,235 \cdot 16180 \cdot 6,54^{0,5} \cdot \frac{1,6}{7,1} = 438 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

5.5. Геометричні параметри опор вала ротора.

Відстань між опорами підшипників

$$l = L_p + (100 \dots 150) \text{ мм} = 550 + 150 = 700 \text{ мм}.$$

Відстань від ц.т. ротора т.С до опор підшипників $b = 0.5 \cdot l = 0.5 \cdot 700 = 350 \text{ мм}.$

Відстань від опори підшипника до осі шківів $a = 100 \text{ мм}.$

5.6. Матеріал валу – сталь 45 для якої межа текучості $\sigma_T = 360$ МПа, граничний опір $\sigma_B = 610$ МПа, границя витривалості $\sigma_{-1} = 190$ МПа.

5.7. Розглянемо вал ротора, як балку на двох опорах у взаємно-перпендикулярних площинах.

					Арк.
					57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Горизонтальна площина.

Реакції в опорах А і В.

$$\Sigma M_A = 0$$

$$Q_{\text{зоп}} \cdot a - R_B^{\text{зоп}} \cdot 2 \cdot b = 0$$

$$R_B^{\text{зоп}} = \frac{905 \cdot 100}{2 \cdot 350} = 130H$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$Q_{\text{зоп}} \cdot (a + l) + R_A^{\text{зоп}} \cdot 2 \cdot b = 0$$

$$R_A^{\text{зоп}} = \frac{905 \cdot (100 + 700)}{2 \cdot 350} = 1035H$$

Перевірка:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$-Q + R_A^{\text{зоп}} - R_B^{\text{зоп}} = 0$$

$$-905 + 1035 - 130 = 0$$

Згинаючі моменти :

$$M_{0-0}^{\text{зоп}} = 0$$

$$M_{C-C}^{\text{зоп}} = -R_b \cdot b = -130 \cdot 0.35 = -45.5H$$

$$M_{A-A}^{\text{зоп}} = -Q_{\text{зоп}} \cdot a = 905 \cdot 0.1 = -90.5Hm$$

$$M_{B-B}^{\text{зоп}} = 0$$

Вертикальна площина.

Реакції в опорах :

$$\Sigma M_A = 0$$

$$Q_B \cdot a - (G_p + F_{\text{до}}) \cdot b + R_B^e \cdot 2 \cdot b = 0$$

$$R_B^e = \frac{-905 \cdot 100 + (1860 + 397) \cdot 350}{2 \cdot 350} = 999H$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$Q_B \cdot (a + l) - R_A^e \cdot 2 \cdot b + (G_p + F_{\text{до}}) \cdot b = 0$$

$$R_A^e = \frac{905 \cdot (100 + 700) + (1860 + 397) \cdot 350}{2 \cdot 350} = 2163H$$

Перевірка :

$$\Sigma F_y = 0$$

$$-Q_B + R_A^e - (G_p + F_{\text{до}}) + R_B^e = 0$$

$$-905 + 2163 - (1860 + 397) + 999 = 0$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Згинаючі моменти :

$$M_{0-0}^e = 0$$

$$M_{A-A}^B = -Q_B \cdot a = 905 \cdot 0.1 = -90.5 \text{ Нм}$$

$$M_{C-C}^e = -Q \cdot (a + b) + R_A^e \cdot b = -905 \cdot (0.1 + 0.35) + 2163 \cdot 0.35 = 350 \text{ Нм}$$

$$M_{B-B}^e = 0$$

Сумарні згинаючі моменти :

$$M_{\text{сум.}} = \sqrt{(M_{32}^{\text{зоп}})^2 + (M_{32}^e)^2};$$

$$M_{\text{сум.0-0}} = 0;$$

$$M_{\text{сум.A-A}} = \sqrt{90,5^2 + 90,5^2} = 128 \text{ Нм};$$

$$M_{\text{сум.C-C}} = \sqrt{45,5^2 + 350^2} = 353 \text{ Нм};$$

$$M_{\text{сум.B-B}} = 0.$$

Допустима напруга на згин :

$$[\sigma_{32}] = \frac{\sigma_{-1}}{[n] \cdot k_{\sigma}} = \frac{190}{1.8 \cdot 2.0} = 53 \text{ МПа}$$

де $[n]$ - коефіцієнт запасу міцності по межі витривалості, $[n] = 1,2 \dots 2,5$;

k_{σ} – ефективний коефіцієнт концентрації напруження, для валів із шпоночним пазом

$$k_{\sigma} = 1,6 \div 2,5$$

Для валів, що працюють з ударними навантаженням допустима напруга зменшується до 30%. Тоді $[\sigma_{32}]' = [\sigma_{32}] \cdot 0,7 = 53 \cdot 0,7 = 37 \text{ МПа}$.

5.9. Приймаємо, що діаметр вала в небезпечному перерізі (переріз С-С) рівний 70 мм.

Перевіряємо діаметр вала в перерізі С-С по умові міцності на сумісну дію згинаючих сумарних скрутних моментів по третій площі міцності :

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\left(\frac{M_{\text{сум}}}{W_z}\right)^2 + 4 \cdot \left(\frac{T_{\text{сум}}}{W_p}\right)^2} \leq [\sigma_{32}];$$

тут $M_{\text{сум}}$ – максимальне значення сумарних згинаючих моментів в перерізі С-С,

$$M_{\text{сум}} = 353 \text{ Нм};$$

W_z - осьовий момент опору поперечного перерізу вала, $W_z = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0.1 \cdot d^3$;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$T_{\text{сум}}$ – сумарне значення крутного динамічного й статичного моменту, $T_{\text{сут}} = T_p + T_{\text{дин}} = 103 + 438 = 541 \text{ Нм}$;

W_p - полярний момент опору поперечного перерізу вала,
 $W_p = \pi \cdot d^3 / 16 = 0.2 \cdot d^3$

Маємо :

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\left(\frac{353 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 70^3}\right)^2 + 4 \cdot \left(\frac{541 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 70^3}\right)^2} = 19 \text{ МПа}, \text{ що значно менше допустимого.}$$

Приймаємо наступні розміри вала :

під дисками – 70мм ;

під підшипниками – 65 мм ;

під шківом – 60мм.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

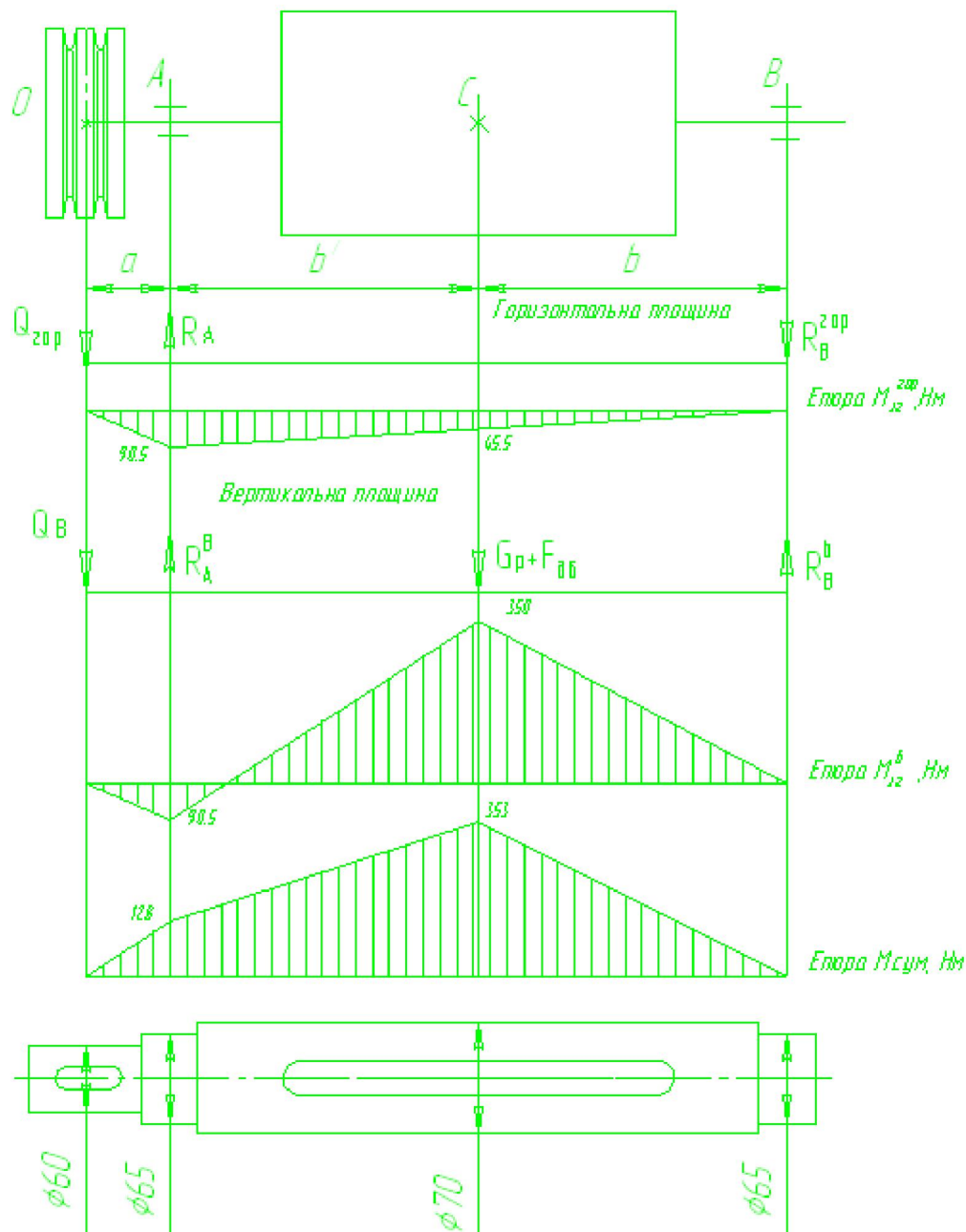


Рис.4.4 Розрахункова схема, епюри моментів та ескіз валу ротора.

4.8. Вибір і розрахунок підшипників кочення.

Опори валів встановлені в різних корпусах, це приводить до перекосу та зміщення осей насадочних отворів корпусів. Використовуємо роликові підшипники радіальні сферичні двохрядні згідно ДСТУ5721-75. За діаметром вала $\varnothing 65$ мм обираємо підшипник середньої серії 3513 з наступними мірними :

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

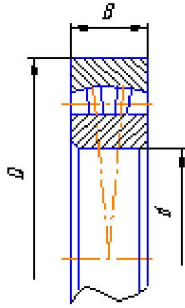


Рис.4.5 Підшипник типу 3000.

$d = 65 \text{ мм} ; D = 140 \text{ мм} ; B = 48 \text{ мм} ; C = 140 \text{ кН} ; C_0 = 145 \text{ кН}$

6.1. Еквівалентне навантаження на підшипник враховуючи подовженість дії статичних та ударних навантажень :

$$P_{екв} = \sqrt[3,33]{\alpha_{em} \cdot R_A^{3,33} + \alpha_y \cdot R_{ye}^{3,33}}$$

де α_e – відносний час дії статичних навантажень ;

α_y – відносний час дії ударних навантажень ;

R_A – максимальне значення реакції на опорах підшипників

$$R_A = \sqrt{(R_A^{сop})^2 + (R_F^e)^2} = \sqrt{1035^2 + 2163^2} = 2398H$$

R_{ye} – еквівалентне значення ударного навантаження враховуючи короткочасності й знакоперемінності

$$R_{ye} = 0.31 \cdot R_y = 0.31 \cdot 540 \cdot 10^3 = 167 \cdot 10^3 H$$

Ударне навантаження :

$$R_y = \frac{S_p}{\sqrt{2 \cdot e \cdot G_p / g}} = \frac{16180}{\sqrt{2 \cdot 2.5 \cdot 10^{-7} \cdot 1860 / 9.81}} 540000H,$$

тут e – піддатливість елементів дробарки, м/кг ; для роторних нохових дробарок переробки полімерних виробів $e = 2,0 \div 3,0 \cdot 10^{-8}$ кг/м.

Відносний час дії ударних навантажень :

$$\alpha_y = \frac{t_{y\partial}}{t_{ц}}$$

де $t_{y\partial}$ – час дії ударного навантаження

$$t_{y\partial} = \frac{\pi}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{G_p \cdot e / g} = \frac{3.14}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{1860 \cdot 2.5 \cdot 10^{-8} / 9.81} = 0.005c$$

$t_{ц}$ – час дії всіх навантажень

$$t = \frac{\pi \cdot D_p}{\theta_p} = \frac{3.14 \cdot 0.245}{6.4} = 0.42c.$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	62

Тоді відносний час дії ударного навантаження :

$$\alpha_y = \frac{0.005}{0.12} = 0.042$$

Відносний час дії статичних навантажень :

$$\alpha_e = 1 - \alpha_y = 1 - 0.042 = 0.958.$$

Маємо :

$$P_{екв} = \sqrt[3,33]{0,958 \cdot 2398^{3,33} + 0,042 \cdot 167000^{3,33}} = 18500H$$

Довговічність підшипника :

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n_p} \cdot \left(\frac{C}{P_{екв}} \right)^{3,33} = \frac{10^6}{60 \cdot 510} \cdot \left(\frac{140 \cdot 10^3}{18500} \right)^{3,33} = 16384 год, \text{ що більше допустимої}$$

довговічності яка для роторних дробарок складає $[L_h] = 12000 \div 14000 год.$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

4.Монтаж, експлуатація та ремонт

5.1 Вимоги до установки та підготовки агрегату до експлуатації

Лінія може встановлюватись в приміщенні, де температура навколишнього середовища коливається в межах від +5° С до +35° З, вміст води в повітрі не перевищувати 15 г/м³, відносна вологість повітря повинна бути менше 80%
Машина встановлюється та балансується на бетонній платформі й закріплюється на ній використовуючи анкерні болти. Зазор між стіною приміщення й задньою стінкою апарату не повинно бути менше 2,5м, головні проходи по загальному фронті обслуговування екструдера приблизно 1,5м, а от робочі проходи між агрегатами – не менш ніж 1м.

Лінія може бути вмонтована на першому або поверсі вище, і в такому випадку також враховується наявність динамічних ударів при підйомі форм під час роботи.

Проводити джерела енергії, пневмопроводка, а також систему водяного охолодження потрібно внизу або ж на каналах під стелею , якщо машина вмонтована на поверсі вище. Для правильної довгої експлуатації машини потрібно, щоб:

- під час експлуатації температура підведеної охолоджувальної води знаходилася в межах 6-8° С при додаванні 350 кПа /3,5 атм/;
- стиснене повітря при видуванні тиском 558 кПа /6 атм/ було гранично допустимим змістом вологи не більш ніж 10 г/м"
- система напруги мережі 50±0.5 пі, 380В +5%.

Треба також над екструдером окрім загально обмінної вентиляції вмонтувати місцевий відсос , який має вигляд зонта, що дасть змогу видалити газоподібні виділення разом з повітрям з розрахунку 25-28м /година на кожен кілограм

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Харкевич А.О.			Монтаж, експлуатація та ремонт	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Якимчук М.В.					64	
Реценз.						НУХТ ПУ-4-15		
Н. Контр.								
Затверд.								

продуктивності агрегату/ за даними інституту «Гипропласт.»

Перед запуском агрегату потрібно виконати загальний контроль електроустаткування та попідтягнувати всі гвинтові з'єднання.

Обов'язково потрібно перевірити напрямок обертання електродвигунів, роботу приладів регулювання температури окремих зон нагрівання, захисне реле, пульт автомату керування.

Необхідно подивитися, чи змащені механізми агрегату. Після завершення збирання, машину піддають випробуванням, як її механічну частину, так і механізми керування.

Слід пам'ятати, що випробування проходять без термопластичного матеріалу.

Усі роботи при монтажу, збиранні та обслуговуванні агрегату, та промислової експлуатації проводять працівники спеціальної кваліфікації.

5.2. Монтаж обладнання

Для проведення збирання обладнання лінії слід виконати комплекс монтажно-технологічних робіт, який повинен це забезпечити. Комплекс таких заходів включає в себе:

5.2.1. Підготування монтажного майданчика: прийняття в монтаж фундаменту на першому поверсі, або ж фундаментного майданчика на перекритті; підготування опорних споруд та тимчасових опор; розмітити місця установки обладнання без фундаменту.

5.2.2. Підготування технологічного обладнання на час монтажу: перевірка всіх комплектів; перевірка технічного стану вузлів, деталей й апаратів повністю; часткова розборка для того, щоб зменшити ваги та габарити.

5.2.3. Підготування підйомних транспортних засобів: вибрати такелажне оснащення; вибрати вантажопіднімальні механізми та встановити їх.

						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.4. Ознайомлення персоналу з послідовністю та порядком монтажу , а також забезпечення закінчення усіх будівничих робіт починаючи з виготовлення фундаменту до початку монтажу.

5.2.5. Монтаж повинен починатися тільки при наявності акта про готовність фундаменту.

5.2.6. Під час монтажу дотримуватися послідовності етапів встановлення обладнання відповідно до технологічних схем.

5.2.7. Під час встановлення збірних одиниць відбувається перевірка відхилення нахилу опорної поверхності відносно горизонтальної площини використовуючи брускові рівні.

5.2.8. Зробити розмітку фундаментних болтів, розробити опалубку та залити бетон. Обов'язково перевірити, щоб бетон покрив усю поверхню подошви.

5.2.9. Затягнути фундаментні болти потрібно через 2 ... 3 дні після заливання.

5.2.10. Встановлення екструдера на фундаментну площину з вивіркою по рівню й заложити фундаментні болти. Встановлення виконується завдяки вантажопідйомним машинам з виконанням правил ТБ. За допомогою установки прокладок та контролювання брусковим рівнем забезпечується горизонтальне положення осі шнека.

5.2.11. Встановлення направляючих на фундаментні площини з вивіркою по рівню та фундаментні басті. Горизонтальне положення направляючих також перевіряється рівнем брусковим.

5.2.12. На направляючі встановлюється фільєра з вивіркою по рівню. Встановлення виконується завдяки вантажопідйомним машинам з виконанням правил ТБ. Рівнем брусковим контролюється горизонтальне положення осі

						Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фільтери, яка закрита теплоізоляцією, положення фільтери забезпечується гвинтами, що регулюються. Потім відбувається приєднання головки до блоку колектора.

5.2.13. Встановлення охолоджувача й апарату для намотування плівки здійснюється завдяки вантажо підйомним машинам з виконанням правил ТБ.

5.2.14. Потрібно перевірити суміщення всіх складових установки, яке виконується за допомогою лінійки. Допустиме відхилення розташування не повинно бути більше ніж 1, 5мм.

5.2.15. Трубопроводи підведення та відведення води приєднуємо до складальних одиниць відповідно до складального креслення.

5.2.16. Монтаж електричної частини необхідно виконувати відповідно до електричних схем.

5.2.17. Необхідно виконати заземлення усіх пристроїв.

5.2.18. По закінченню усіх монтажних робіт потрібно перевірити роботу усіх пристроїв при знеструмлених головних ланцюгах.

5.3. Обслуговування лінії переробки

5.3.1. Підготувати до роботи.

1) Спочатку потрібно провести пуско-налагоджувальні й підготовчі роботи.

2) Введення лінії в експлуатацію уже після закінчення усіх монтажних та налагоджувальних робіт.

3) Перед запуском потрібно перевірити: чи поступає електроенергія, вода й стиснене повітря, чи є змазка в складальних одиницях, щоб були відсутні сторонніх предметів у збірних одиницях, чи наявне заземлення, чи система вентиляції в робочому стані, чи натягнуті ремені привода.

						Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) Запуск лінії починають у наступній послідовності: перевіряють відповідність перероблюваного матеріалу технічним вимогам, вмикають систему терморегулювання та розігрівують теплові зони установки, перевіряють кріплення

з'єднання, які могли бути ослаблені від температури. Упором встановлюють ротор на заданій відстані від філь'єри, заповнюють бункер екструдера матеріалом, після видержки заданої температури, вмикають приводи екструдера та гранулятора, до цього подають матеріал до бункера, при цьому збільшуючи поступово частоту обертання ротора ножового, вмикають систему охолодження корпусів й досягають стабілізації температурного режиму в корпусах.

5) Запустити екструдер можна тільки після ретельного прогрівання робочого циліндра та його головки. Після того як відбулося підключення регулятора оборотів до напруги кнопкою «Пуск», відбувається вибір числа технологічних оборотів без збільшення швидкості головного двигуна. Під час керування приводом регулятор має бути завжди включений, а запуск та зупинка можуть здійснюватись тільки завдяки поворотному органу керування. Після того як завантажувальний бункер заповнився й закрився шибер потрібно ввімкнути нагрівальні частини головки робочого циліндра та після нагрівання до певної температури ввімкнути охолодження. Після відкриття шибера ввімкнути кран поступання повітря й соленоїдні вентиля водянника охолодження.

Ввімкнути головний двигун і потім, як заготовка стане виходити, виконати її центрування. Ввімкнути автоматичний режим роботи й агрегат гідросистеми, відсмикнути рукав, зачинити запобіжні дверцята та натиснути кнопку «Старт автоматичного циклу».

6) Під час збирання фільтру потрібно змастити графітовим маслом всі кріпильні гвинти, але при цьому масло не має потрапити до каналів фільтру. Всі кріпильні болти мають бути зажаті однаково. Після досягнення потрібних значень

						Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температур по різних зонах усі нарізні сполучення екструзійної частини потрібно підтягнути.

7) Під час запуску агрегату на ПЕНТ-композиціях потрібно, після того як матеріал закінчився в бункері не зупиняючи обороти шнека, маленькими порціями починати завантаження матеріалу. Після всього видалення поліетилену та часткового пророблення екструзійного матеріалу, буде починатися рівноважна пластифікація основного матеріалу, який переробляється.

8) Якщо ж екструзійна заготовка не повністю пластифікована, та виріб не формується, тоді здійснюється проектування температурного режиму, поки не будуть встановлені оптимальні умови переробки. Після кожної зміни будь якого з технологічних режимів потрібно витримати приблизно 110-15 хв/ для досягнення стабільного рівноважного стану.

9) Після того як оптимальні температури були встановлені по зонах та вже прийнята швидкість обертання шнека відбувається остаточне регулювання шлангазаготівлі, здійснюється будівля роботи допоміжних вузлів.

10) Обов'язково потрібно знати, що правильна температура процесу переробки ПЕНТ-композиції буває різною і залежить від виду матеріалу, який переробляється, вона також може бути встановлена практично в будь якому з конкретних випадків.

Рекомендована температура запуску машини на композиціях Донецького ХЗ-150°С на усіх зонах при закритому постачанні на завантажувальну лійку. Після того як навантаження на шнек упало, потрібно відкрити подачу хвиль та зменшити температуру переробки по зонах до таких значень:

I зона - 100°

II зона-110°-130°

						Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

III зона - 125° -135°

IV зона - 120°

V зона-140°-150°

5.3. Технічне обслуговування

1) Кожен день доглядати за лінією при пуску, роботі та зупинці повинен обслуговуючий персонал. До роботи з лінією допускаються люди, які пройшли фахове навчання.

2) Технічне обслуговування електрообладнання повинно виконуватись відповідаючи правилам ТБ кваліфікованим обслуговуючим персоналом.

3) Доглядаючи за лінією здійснюються такі операції: чистка збірних одиниць, нагляд за роботоспроможністю машин та їх вузлів, догляд за станом болтів, прокладок, шпонкових з'єднань, сальників та ін., перевірка роботи пристроїв, що огорожують робочу ділянку, наглядаючи за правильною роботою трубопроводів, доглядання температурних та швидкісних режимів.

4) Роботоспроможність лінії може бути забезпечена ,якщо завжди дотримуватись режиму змазки. Заправляюча змазка повинна бути чистою та певної марки. Під час заміни змазки усі підшипники повинні бути відкриті, очищені та відмиті бензином.

5) Перелік основних перевірок технічного стану обладнання лінії

Що перевіряється, за допомогою якого Інструменту.	Технічні вимоги
Щільність стиків: екструдера, фільтери. Перевіряється візуально.	Відсутність підтікання перероблюваного матеріалу.
Зовнішній вигляд корпусів перевіряється візуально.	Відсутність рисок і задирок на робочій поверхні.

						Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Натяг приводних ременів. Перевіряється динамометром та лінійкою	Стріла прогину під дією поперечної сили 22Н повинна бути не більше 11мм
--	---

б) Перелік робіт видів ТО установки

Зміст та методика їх перевірки	Технічні вимоги	Інструменти й матеріали для роботи
Виймання шнека з циліндра. Очистка від розплаву. Візуальний кантоль	Наявність ризик і задирів недопустимі	Виштовхувач шнека, ножі, скребки, ветою, парафін
Продувка реле тиску, подача у вузли Візуальний кантраль	Із вкрученої пробки реле повинно виходити повітря без слідів води	
Заточування ножів пристрою обрізки плівки. Перевіряється кутоміром	Леза ножів повинні бути заточені під кутом 40 счи 20 ^С . Леза мають бути очищені	Апарат для заточування ножів. Скребки, ветою, парафін

7) Перелік несправностей, які частіше всього зустрічаються під час роботи лінії наведено в таблиці:

Наявність несправностей, Зовнішні прояви, дод. ознаки	Можлива причина	Спосіб усунення
У плівки є пухирчасті вклучення	Наявність вологи в матеріалі	Потрібно використувати суху сировину
У плівці виникають сторонні вклучення	1. не працюють фільтруючі сітки. 2. нагар на стінках формуючих отворів	Замінити фільтрувальні сітки. Виконати розбір і чинку головки

						Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наявність ризик задирів на робочих поверхнях шнеків та головці	Наявність у перероблюваному матеріалі металевих та ін. включень	Риски, задири зачистити і запарувати
Протікання системи змазки	Порушення кріплення з'єднань	Підтягти деталі з'єднань У місцях течії
Температура зовнішньої поверхні корпусу підшипникових вузлів і масла більше 45°C	1. засмічення трубок системи змазки 2. не віримо 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 включається. Автоматичний вимикач ввімкнено, живильне напруження f.	1. відсутність контакта в ел. ланцюгах 2. вимкнено тепловий розчеплювач 3. нема необхідного тиску і системи змазки	Перевірити наявність контакта в ел. ланцюгах Увімкнути тепловий розчеплювач Перевірити працездатність системи змазки
Не працює вся система приводу.	Не працює двигун-редуктор	Перевірити наявність електроживлення. Перевірити працездатність двигун-редуктора
При роботі приводу чути стуки та подібні шуми	Несправні підшипникові вузли	Перевірити підшипникові вузли барабана і редуктора

						Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4. Ремонт

До системи ППР входять:

Профілактичний огляд (О) - огляд устаткування, що виконується через відповідні проміжки часу для певної машини.

Поточний ремонт (ПР) - мінімальний вид ремонту, що гарантує безаварійну роботу машини до планового ремонту.

Середній ремонт (СР) - полягає у відновленні експлуатаційних характеристик агрегатів шляхом ремонту чи заміни зношених його частин.

Капітальний ремонт (КР) - полягає у повному розбиранні машини, заміни чи ремонту усіх вузлів та деталей, які зносилися.

Розрахунок показників ППР

1. Структура ремонтного циклу

Тривалість ремонтного циклу - 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 періоду:

Пр.ц. = Сс.д./Дф.ч. = 48/4 = 12 місяців

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

Дф.ч. - дійсний розрахунковий місячний чи річний фонд часу.

3. Ступінь складності ремонту та його ремонтні особливості оцінюються у категоріях складності та позначаються (R - 10R)

$$R = T_{кр} / T$$

$T_{кр}$ - час потрібний для капітального ремонту машини.

T - трудоемність капітального ремонту по одній умовній ремонтній одиниці,

$$T = 35 \text{ мод/год}$$

						Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Категорія складності ремонту для магнітного барабанного сепаратора

$$R = 3 \cdot T = 3 \cdot 35 = 105 \text{ мод/год.}$$

4. Числові значення норм трудомістності по видах ремонту:

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

$$r = 21 \text{ мод/год - середній ремонт}$$

$$r = 7 \text{ мод/год - поточний ремонт}$$

$$r = 1 \text{ мод/год - огляд}$$

Час необхідний для кожного з ремонтів:

Капітальний ремонт:

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

Середній ремонт:

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

Поточний ремонт:

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

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

5. Трудоемність ремонтного циклу:

$$T_{\text{р.ц.}} = R (T_{\text{к}} \cdot T_{\text{с}} \cdot LC + t \cdot LP + TO \cdot LO) = 3(35+21 + 7 \cdot 2+20) = 270 \text{ мод/год}$$

6. Кількість робітників для виконання міжремонтного обслуговування

визначається по цехам, ділянкам або підприємствам:

$$\varphi_{\text{с.зм}} = \sum R / N = 1 / 500 = 0,002$$

$\sum R$ - сума ремонтних одиниць обладнання цеху, підприємства чи ділянки .

N - норма міжремонтного обслуговування на одного робітника.

7. Чисельність ремонтних бригад

$$\varphi_{\text{р.бр}} = T / H_{\text{ч}}$$

						Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

T - трудоємність відповідного ремонту

Нч - норма часу на ремонт

$$\varphi_{p.бр.кан} = 35 / 105 = 0,333$$

$$\varphi_{p.бр.сер} = 17,4 / 63 = 0,276$$

$$\varphi_{p.бр.пот} = 4,4 / 21 = 0,209$$

$$\varphi_{p.бр.огл} = 0,6 / 3 = 0,2$$

8. Тривалість ремонту обладнання під час складання місячних планів ремонту

$$A = r \cdot R \cdot k_n / \varphi_{p.бр} \cdot T_{зм} \cdot Z_m$$

k_n - коефіцієнт виконання норм часу, $k_n \leq 1$

$T_{зм}$ - тривалість зміни, $T = 8$ год

Z_m - кількість змін, $Z_m = 3$

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

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

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

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

9. Тривалість простою обладнання у ремонті під час складання готового плану ремонту

$$A = 24 \cdot Pr \cdot R / T_{зм}$$

Pr - норма простою обладнання у ремонті за одну ремонтну одиницю.

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

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

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

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

						Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_{п} = 24 \cdot 0,15 \cdot 3/8 = 1,35 \text{ зміни}$$

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

10. Норма запасу запасних частин на складі.

$$N_{дет} = O_{дет} \cdot O_{н} \cdot M \cdot k_n / C_{с.д.}$$

O_{дет} - кількість однакових деталей в машині

O_н - кількість однакових машин

C_{с.д.} - строк служби деталей за місяць

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

						Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Охорона праці.

Вступ

Охорона праці являє собою систему законодавчих актів та відповідних їм соціально-економічних, гігієнічних, технічних та організаційних заходів, які забезпечують безпеку, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

В цьому розділі розглянуто, ті вимоги з охорони праці, які потрібні для експлуатації гранулятора.

6.1. Інструктаж.

Інструктажі з питань охорони праці проходять на усіх підприємствах, установах та організаціях не дивлячись на характер їх трудової діяльності. Метою даного інструктажу є навчити працівника правильно та головне безпечно для себе й навколишнього середовища виконувати свої трудові обов'язки.

Інструктажі можуть бути вступними, повторними, первинними, цільовими та позаплановими.

Вступний інструктаж проводять для всіх працівників, які були щойно прийняті на роботу. Вступний інструктаж має проводити спеціаліст з охорони праці. У спеціальному журналі та в документі про прийняття працівника на роботу відбувається запис про проведення вступного інструктажу, де повинні записатися інструктуючий та проінструктований працівники.

Первинний інструктаж проходить на робочому місці до початку роботи з щойно прийнятим працівником. Всі робітники після проходження первинного інструктажу на робочому місці мають пройти стажування на протязі 2...15 змін під керівництвом спеціалістів.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Разроб.		Харкевич А.О.			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Якимчук М.В.				77	
Керівник					НУХТ ПУ-4-15		
Н. контр							
Затвердив							
					Розділ 8. Охорона праці.		

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками пакувальної лінії всього один раз на півріччя, тому що робота на лінії не пов'язана з небезпекою. Позаплановий інструктаж проводять з працівниками на

робочому місці або ж в кабінеті охорони праці:

- під час введення в дію нових нормативних актів про охорону праці;
- якщо відбулася зміна технологічного процесу, або зміна устаткування;
- якщо були порушені працівником нормативні акти, які могли б призвести до травм, аварії або отруєння;
- якщо працівник органу державного нагляду, під час виявлення неповних знань працівником про безпечні прийоми праці та нормативні актів про охорону праці;
- якщо працівник взяв перерву в роботі більше ніж 60 календарних днів.

Цільовий інструктаж завжди проводиться з працівниками перед проведенням робіт, на які потім оформляється наряд-допуск. У наряді-допуску обов'язково фіксується проведення інструктажу.

6.2. Аналіз виробничого травматизму.

Для всіх працівників, незалежно від роду їх діяльності, мають бути створені умови для виробничого середовища, які не повинні завдавати шкоди їх здоров'ю та бути безпечними для людини. Ризики отруїтися чи отримати шкідливу дозу якогось опромінення або будь якої іншої шкоди здоров'ю повинні бути зведені до мінімуму або ж виключені зовсім.

6.3. Аналіз виробничих шкідливих і небезпечних факторів.

Для того щоб виявити наявність шкідливих чи небезпечних чинників на виробництві, треба спочатку проаналізувати роботу всього технологічного обладнання. На технологічній схемі завжди позначена дія шкідливих чинників, які можуть виникнути при роботі з обладнанням.

						Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пакувальна машина має такі характерні шкідливі чинники: шум, ймовірність механічних травм під час недотримання правил техніки безпеки, електробезпека, якщо недостатня надійність ізоляції струмоведучих мереж й вологовиділення. Ще можуть бути механічні травми, якщо стався перебіг в роботі машини.

В місцях де знаходиться подібне обладнання спостерігається підвищена вологість повітря, шум. Метеорологічні умови характеризуються такими показниками, як вологість, теплове випромінювання, рухомість повітря. Згідно із санітарними вимогами для кожного робочого місця нормуються:

- 1) повітря робочої зони (мікроклімат, загазованість, запиленість;
- 2) освітленість;
- 3) вібрація;
- 4) шум;
- 5) забезпечення санітарно побутовими приміщеннями.

Рівень травматизму та професійних захворювань на підприємствах напряму залежить від рівня організації охорони праці й пожежної безпеки, а також від стану трудової дисципліни. Велику роль в питаннях про створення здорових та безпечних умов праці відіграє, те чи наявні кошти на підприємстві, які призначені для охорони праці й професіоналізму працівників.

Розслідування аварій, травматизму та професійних захворювань на підприємствах, в установах й організаціях України проходить згідно з «Положенням про розслідування і облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємстві в організаціях та установах» (ДНАОП 0-00-4.03 – 98).

Головним джерелом забруднення повітряного середовища є місце для миття обладнання. У відділенні миття обладнання повітря досить забруднене парами лугів та кислот. Такі речовини відносяться до класу небезпеки, який називається - небезпечні речовини з ГДК = 1 мг/м³.

						Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для того, щоб переоснащити дію шкідливих речовин на організм людини проводиться герметизація вентилів, задвижок та інших комунікацій (кислотно- й лугопроводів).

Щоб захистити органи дихання від шкідливих речовин застосовують протигази та респіратори, а для захисту організму – спецодяг.

Шкідливим виробничим фактором є підвищений рівень шуму під час роботи сепараторів і насосів.

Для того, щоб попередити дію шуму та вібрації на здоров'я людей, які працюють в цеху, передбачено використання резинових прокладок під час установки обладнання, застосування матеріалів, які мають великі акустичні опори.

Схема машини з вказаним шкідливим впливом на оточуючих

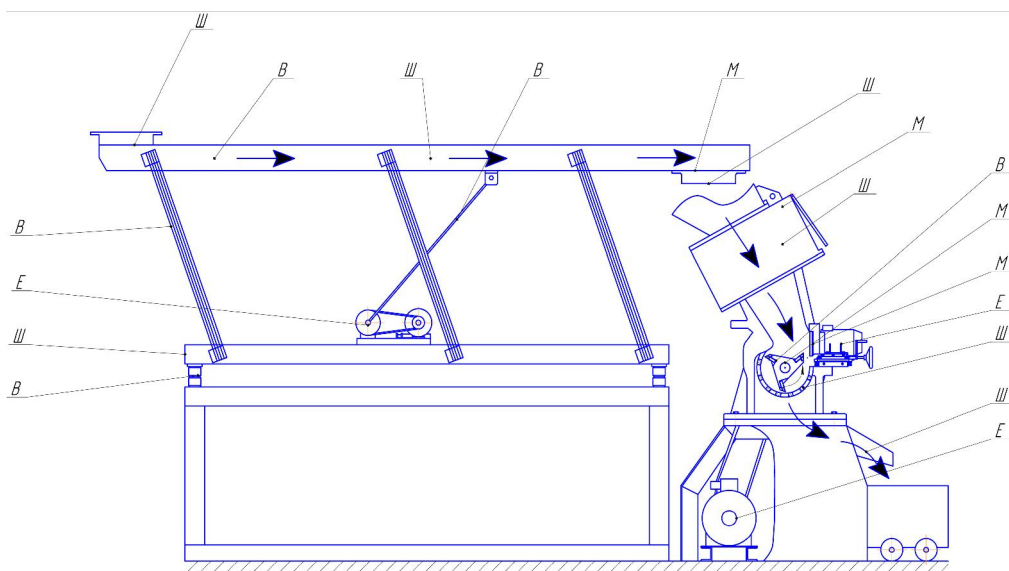
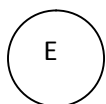


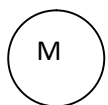
Рис.7.3.Схема лінії переробки полімерів.



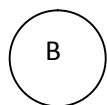
- шум



- вібрації



- механічні ураження



- електробезпека

6.4. Мікроклімат виробничих приміщень.

Люди, що працюють в цеху приймають негативний вплив на організм різних факторів і через це законодавством передбачені й встановлені норми.

						Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Людина під час роботи тратить енергію, яка була накопичена в її організмі, за допомогою їжі. Інтенсивність витрат повністю залежить від характеру й інтенсивності роботи, або ж від оточуючого середовища, найбільше, від стану повітря у приміщенні, що називається метрологічними умовами.

Метрологічні умови виробничих приміщень можна визначити такими параметрами, як- температурою повітря у приміщенні С; відносною вологістю повітря, %; рухом повітря, м/с; тепловим випромінюванням Вт/м².

Оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості повітря та швидкості руху в робочій зоні виробничого приміщення оператора.

Період року	Температура, С				Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
	Допустима				допустима на робочому місці постійному і непостійному, не більше	допустима на робочому місці постійному і непостійному, не більше		
	верхня межа		нижня межа					
	на робочому місці							
постійному	непостійному	постійному	непостійному					
холодний	25	26	20	17	75	Не більше 0,2		
теплий	28	30	22	20	60 (при 27 С)	0,1...0,3		

Табл.7.4. Мікроклімат виробничого приміщення.

6.5. Вентиляція в приміщенні.

Для того, щоб підтримати потрібну температуру, вологість й швидкість руху повітря, ступеню його чистоти відповідаючи санітарним нормам, використовують вентиляцію. В нашому випадку застосовують витяжну вентиляцію. Роботу системи вентиляції потрібно постійно контролювати та, якщо є необхідність ремонтувати і очищувати повітря. Також враховують, що санітарно-гігієнічна ефективність вентиляційних установок в деякій мірі залежить від пори року.

						Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В робочому цеху передбачена витяжна вентиляція з механічним й природнім рухом повітря. Витяжна вентиляція потрібна для вловлювання шкідливих речовин в зоні їх виділення, а припливну вентиляцію використовують для надходження свіжого повітря у робочі зони. Припливно-витяжна вентиляція працює за допомогою механічних збудників руху повітря, вентиляторів (механічна вентиляція).

6.6. Освітлення виробничих приміщень

Якщо раціонально освітлювати виробничі приміщення, то це буде сприяти зменшенню зорової й загальної втоми, а також травматизму.

Освітлення в робочому цеху комбіноване. Частина світла потрапляє через вікна (сонячне світло), а інша частина (штучне) працює вдень та вночі, як додаткове. Для того, щоб освітлити побутові приміщення обирають лампи накаливання, а для того, щоб освітлити цех розливу застосовують світильники типу ЛСП-2-40-У4 із люмінесцентними лампами типу ЛБ-40.

Необхідно, щоб виробниче освітлення в приміщенні відповідало таким нормам:

- для природного освітлення КПО становитиме 2,7 % (для пакувального обладнання);
- для штучного освітлення освітленість буде становити 100...150 лк.

Крім робочого освітлення на підприємствах передбачене ще аварійне освітлення, освітлювальні лампи якого мають бути включені на протязі всього часу горіння робочого світла та обов'язково мати відмітні знаки. Аварійне освітлення потрібне для продовження роботи й має забезпечувати на робочих місцях не менше ніж 5% освітленості від встановлених норм від системи загального освітлення. Аварійне освітлення для того, щоб евакуювати людей має забезпечувати освітленість головних проходів та сходів не менше ніж 5 лк.

Аварійне освітлення. Аварійне освітлення призначене для забезпечення безпечного знаходження обслуговуючого персоналу у відділенні та для евакуації людей, якщо сталося вимкнення робочого освітлення. Аварійне

						Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітлення повинно бути підключене протягом усього часу праці робочого освітлення, так як потрібну освітленість в приміщенні можна досягти при одночасній праці робочого й аварійного освітлення.

Ремонтне освітлення. Під час проведення ремонту обладнання застосовується сітка ремонтного освітлення, яка має напругу 36 В.

Виконаємо розрахунок загального штучного освітлення для цеху фасування рідкої продукції.

Мінімальне освітлення приміщення, в якому виконується зорові роботи розряду IV – в становить $E = 200$ лк. Як світлові пристрої приймаємо світильники типу ЛПО01 (з двома лампами).

Світильники мають кріпитися до стелі приміщення, висота якої над підлогою складає $h_c = 3$ м, це не суперечить вимогам СніП II-4-79, відповідно до яких $h_{\min} = 2.6 - 4$ м.

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 3 - 0.9 = 2.1 \text{ м}$$

де $h_p = 0,9$ - висота робочої поверхні ;

Показник приміщення:

$$i = a \times b / (h \times (a + b)) = 6 \times 7 / (2.1 \times (6 + 7)) = 1.4$$

де a, b -довжина й ширина робочої зони автомату, відповідно 6 та 7 м.

Приймаємо стандартом $i = 1.5$, тоді коефіцієнти відбиття для стелі й стін будуть складати $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$, $\rho_{\text{стін}} = 50\%$, для світильника ЛПО01 коефіцієнт використання становить $\eta = 0,55$.

Потрібна кількість світильників, для того щоб забезпечити нормовану освітленість робочих поверхонь, в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ – 30. Світловий потік однієї лампи $\Phi_{\text{л}} = 2180$:

$$N = E \times S \times K_3 \times Z / (n \times \Phi_{\text{л}} \times \eta) = (200 \times 42 \times 1,4 \times 1,1) / (2 \times 2180 \times 0,55) = 5,4$$

де E – нормован освітленість $E = 200$ лк;

S – площа приміщення, $S = 6 \times 7 = 42 \text{ м}^2$;

						Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_3 – коефіцієнт запасу, який враховує зниження освітленості під час забруднення й старіння ламп, $K_3 = 1,4$;

n – кількість ламп, які є в світильнику, $n = 2$;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, для люмінісцентних ламп.

Приймаємо 6 світильників, для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо в два ряди рис.2.

Сумарна електрична потужність усіх світильників:

$$\sum P_{ce} = P_n \times N \times n = 30 \times 6 \times 2 = 360 \text{ Вт}$$

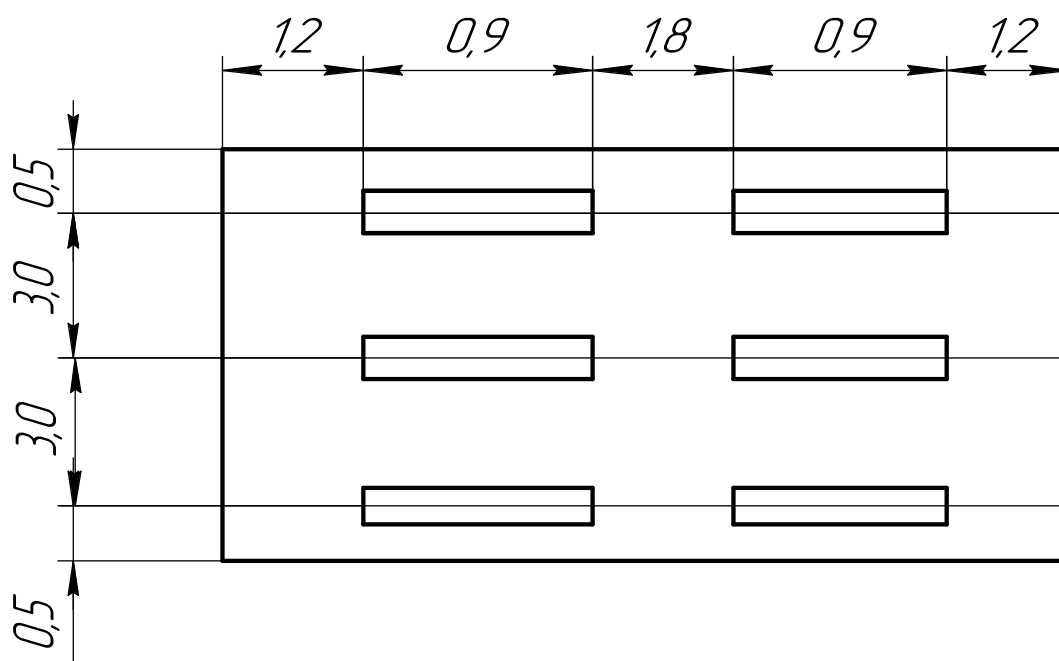


Рис.7.6. Схема розміщення світильників.

6.7. Шум та вібрація і методи боротьби з ними.

Систематична дія виробничих шумів та вібрацій на працівників, призводять до мінімуму продуктивність їхньої праці і захворювань різної форми. Тому для боротьби з шумом та вібрацією, до них приділяють більше уваги. Під час роботи машини шум та вібрація це шкідливими чинниками, які негативно впливають на обслуговуючий персонал.

Машині не потрібне постійне ручне керування чи контакт з людиною. Вона створює технологічну вібрацію, яка передається на фундамент або на підлогу, а вже через підлогу діє на людину.

						Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найкращий метод боротьби з шумом це зменшувати його в джерелах виникнення. Тому використовуються наступні заходи:

- якщо є можливість, то ударні взаємодії деталей замінюються на безударні;
- своєчасно замінюють підшипники;
- проходить звукоізоляція огорожувальних конструкцій;
- відбувається змазка деталей які труться в'язкими рідинами;

Еквівалентні рівні звуку та рівні звукового тиску на робочих місцях в активних смугах частот мають бути в допустимих межах (за ГОСТ 12.1.003 – 86).

6.8. Побутові приміщення

Побутові приміщення повинні бути розміщені так, щоб робочі не проходили через працюючі приміщення з шкідливими викидами, якщо вони в там не працюють.

Гардероби обладнані шкафами та лавками з шириною 3,0 м. Душові необхідно розташовувати в приміщеннях, які суміщені з роздягальнями, як правило, між роздягальнями домашнього та робочого одягу. Кількість душових кабінок розраховують за чисельністю людей на одну душову сітку, які працюють в найбільш численній зміні відносно групи виробничих процесів. Один душ може розраховуватись на п'ятнадцять чоловік. Один санвузол розрахований не більше ніж тридцять чоловік. Туалети розташовують так, щоб відстань між найбільш віддаленим робочим місцем до туалету була не більше 75 м. Також розрахована кімната для паління на кожного працюючого 0,1 м², але загальна площа кімнати не може бути меншою за 12 м². Розташування кімнат для паління узгоджується з протипожежною охороною. Кімнати ідальні та медпункту розміщують в місцях, де найменший вплив робочих шкідливих факторів.

6.9. Електробезпека

Коллективні й індивідуальні засоби захисту. Для того, щоб забезпечити

					Арк.
					85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

захист робочих від дії електричного струму потрібно застосовувати засоби й способи захисту, що передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) і «Правилами техніки безпеки електроустаткування споживачів».

При розгляданні приміщення цеху визначають, що місце де встановлене обладнання належать згідно із класифікації ПУЕ до зон високої небезпеки (фактор небезпеки це можливість одночасно доторкнутися до заземлених конструкцій та до конструкцій, які працюють під напругою, якщо була пошкодження ізоляція, або відбулися непрофесійні дії працівника).

Для того, щоб забезпечити захист працівників від дії електричного струму необхідно використовувати засоби чи способи захисту, що передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) і «Правилами техніки безпеки електроустаткування споживачів».

Засоби електрозахисту.

1. Будівництво, монтаж та безпечна експлуатація електроустановок регламентуються ДНАОП 0.00-1.21-98, ДНАОП 1.1.10-1.01-97, ГОСТ 12.1.019-79 і правилами приладів електроустановок (ПУЭ).

2. Для того, щоб вирівняти електричний потенціал на території з установленим електрообладнанням, мають бути прокладені поперечні і поздовжні горизонтальні елементи заземлення, що з'єднані між собою зверху та з вертикальними елементами заземлення відповідно до усіх вимог ГОСТ 12.1.030-81.

3. Занулення має виконуватися електричним з'єднанням металевих частин електроустановок із заземленою точкою джерела живлення електроенергією використовуючи нульовий захист провідника відповідно з вимогами ГОСТ 12.1.030-81.

4. Приєднання обладнання, яке заземлюється, до заземлюючої магістралі, на якій кріпиться потрібна кількість болтів, за допомогою зварювання, має здійснюватись з окремими провідниками паралельно.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

Відповідаючи вимогам ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.2.007.0-75 та ГОСТ 10434-82 не дозволяється виконувати послідовне під'єднання обладнання до заземлюючої магістралі.

5. Число опору між заземлюючим болтом (шпилькою, гвинтом) та кожною доступною доторкання металевою частиною обладнання, яка не проводить струм, але може виявитись під напругою, відповідно до вимог ГОСТ 12.1.030-81 та ГОСТ [12.2.007.0-75, не має перевищувати 0,1 Ом.

6. Корпус електродвигуна і пускового пристрою обов'язково має бути заземлений, заземлення необхідно під'єднати до загальної мережі заземлюючого контуру та місця з'єднань мають бути зварені чи скріплені болтом.

7. У стаціонарних електричних установках трифазного струму, що мають напругу до 1000 В у мережі із заземленою нейтраллю чи заземленим виводом однофазного джерела живлення електроенергією, а ще з заземленою середньою точкою у трьох мережах, що проводять постійний струм необхідно, щоб було виконане занулення. При занулення фазові й нульові захисні провідники мають бути вибрані так, щоб при замиканні на корпус чи нульовий провідник, відбувався струм короткого замикання, який гарантує вимикання автомата чи плавлення плавкої вставки запобіжника, що знаходиться найближче. У ланцюзі з нульових захисних провідників не має бути роз'єднуючих пристроїв та запобіжників. Опір заземлюючого пристрою, з яким з'єднані нейтралі трансформаторів (генераторів) чи виводи однофазного джерела живлення електроенергією, які враховують природні заземлювачі або ж повторних заземлювачів нульового проводу, не має перевищувати 2, 4 та 8 Ом, тобто, при між фазових наругах 380, 220 та 127В однофазного джерела живлення або 660, 380 та 220 В трифазного джерела живлення. Якщо величина питомого електричного опору "земля" буде вища за 100 Ом, тоді можна збільшити вказані норми у р/100 разів відповідаючи вимогам ГОСТ 12.1.030-81.

						Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. В електричних установках, де змінний струм напругою до 1000 В у мережах із ізольованою нейтраллю чи ізольованими виводами однофазного джерела живлення електрострумом захисне заземлення необхідно виконати в поєднанні з контролем опору ізоляції. Опір заземлюваного пристрою в стаціонарних мережах, відповідно до вимог ГОСТ 12.1.030-81, має бути не більшим за 10 Ом.

9. Металеві частини технологічного обладнання, які через пошкоджені ізоляції можуть опинитися під електричною напругою досить небезпечної величини, мають бути заземлені (занулені).

10. Для запобігання враження електричним струмом спочатку потрібно зняти напругу, а потім усувати ушкодження в електросхемі обладнання.

Захист від блискавки. Для того, щоб захистити будівлі від прямих ударів блискавки, металеві форми перекриття об'єднуються між собою сталюю смугою по всьому периметру будівлі, що з'єднана із струмовідводами та з заземленням. Зовнішній контур заземлення має бути зроблений електродами з круглої сталі, що мають діаметр 12 мм, довжину 5 м, забитих в землю та поєднаних між собою на глибині 0,5 м й нижче відмітки землі використовуючи електрозварку сталюю смугою розміром 40×40 мм. Внутрішній контур заземлення усіх проектних об'єктів здійснений із смужкової сталі розміром 25×4 мм та нульовими типами кабелів.

6.10. Пожежна безпека

Відповідаючи нормам технологічного проектування НАПБ Б.03.002-2007, приміщення за вибухо-пожежною небезпекою відноситься до категорії В.

Для усіх галузей харчової промисловості існують узгоджені із Державним пожежним наглядом МНС України переліки споруд та приміщень, які підлягають обладнанню автоматичними засобами пожежогасіння й автоматично пожежною сигналізацією.

До первинних засобів пожежогасіння відносять: вогнегасники ВВ-5 вуглекислотні (використовуючи під час роботи машини електричного струму) –

						Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини – 1, ящик з піском – 1, бочка з водою – 1, пожежні відра – 2, совкові лопати – 2); пожежний інструмент (гаки – 2, ломи – 2, сокири – 2) тощо.

Основними заходами пожежної безпеки є:

- дотримання паспортних режимів роботи обладнання;
- дотримання правил безпеки під час зупинки обладнання на огляд й ремонт;
- своєчасне проведення тех. оглядів з метою змащення пар тертя (підшипникові вузли, штоки пневмо-циліндрів, і т. ін.);
- проведення інструктажів та навчання працюючого персоналу;
- своєчасне проведення перевірки ізоляції обладнання.

Проведення організованої евакуації з виробничих і всіх інших будівель та приміщень, запобігати прояви паніки й недопускання загибелі людей можна забезпечити шляхом:

- планової евакуації людей (складання плану евакуації в приміщенні);
- визначення які зони придатні для розташування евакуйованих з небезпечних зон;
- організування сповіщення керівників підприємств та робочих про початок евакуації.

Евакуація із приміщення проводиться таким способом, що передбачає організоване виведення більшої частини людей із секторів надзвичайних ситуацій через всі виходи , які можливі пішим ходом по заздалегідь розроблених маршрутах.

									Арк.
									89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

6.11. Пропозиції щодо покращення умов праці.

Щоб дотримати належні умови праці потрібно забезпечити досить надійну ізоляцію від електропристроїв, поверхонь устаткування, а також забезпечити подачу повітря в робоче приміщення через вентиляційну систему.

Для запобігання травмування й виникнення травмонебезпечних ситуацій слід тримати обладнання у робочому стані.

Зменшити рівень шуму на виробництві можна за допомогою удосконалення будови звукопоглинаючих перекриттів, перегородок, стін; обладнання устатковане спеціальними фундаментами або ж вітрозахисними амортизаторами. Уникнути на робочому місці шуму неможливо, тоді необхідно застосовують засоби індивідуального захисту (шумозахисні навушники).

						Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Технологічний маршрут виготовлення деталі

Номер операції	Найменування та зміст операції	Технологічне обладнання	Верстатний пристрій	Технологічна база
010	Заготівельна 1.Відрізати заготовку завдовжки L=55мм.	Дискова відрізна фреза $\varnothing 200$.	Патрон трикулачковий	Зовнішня поверхня обертання
020	Токарна 1.Торцювати пов.1; 2.Точити пов.2 на l=12мм, начорно; 3.Точити пов.2 на l=12мм, начисто.	Токарний верстат з моделі 16К20	Патрон трикулачковий; упор	$\varnothing 100$; торець
030	Токарна 1.Торцювати пов.3; 2.Точити пов.4 на l=40мм, начорно; 3.Точити пов.4 на l=40мм, начисто; 4.Центрувати пов.5; 5.Свердлити отвір під $\varnothing 15$, пов.5; 6.Свердлити отвір під $\varnothing 50H7$, пов.5; 7.Зенкерувати отвір пов.5 під $\varnothing 50H7$; 8.Розвернути отвір пов.5 під $\varnothing 50H7$;	Токарний верстат з моделі 16К20	Патрон трикулачковий; упор	$\varnothing 70$; торець.; центрові отвори
040	Фрезерна 1. Фрезерувати пов.6 під l=80мм;	Вертикально-фрезерний верстат	Упор	Зовнішня поверхня обертання
050	Свердлильна 1.Свердлити 2 отвори пов.7 під $\varnothing 10$; 2. Розвернути отвір пов.7 під $\varnothing 10H9$; 3. Зенкувати пов.7	Свердлильний верстат	Кондуктор	$\varnothing 100H7$; торець

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Харкевич А.				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Якимчук М.					91	
Реценз.					Технологічний маршрут виготовлення НУХТ ПУ-4-15		
Н. Контр.							
Затверд.							

060	Шліфувальна		Круглошліфувальний верстат	Упор	Центрові отвори
	1.Шліфувати начорно Ø70к7, пов.4;				
	2.Шліфувати начисто Ø70к7, пов.4.				

Визначення режимів різання і технічних норм часу

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА ТОКАРНІ ПЕРЕХОДИ

Операція № 020. Токарна. Перехід 1: Точити пов.2 начорно

Глибина різання визначається за формулою: $t = Z = 2 \text{ мм}$

За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2) . Погодивши з паспортними даними токарного патронно – центрового верстата 16К20, приймаємо $S_B = 0.8 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коефіцієнти $C_v = 350$; $m = 0.2$; $x = 0.15$; $y = 0.45$ вибираємо із таблиць.

T – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твердосплавною різальною пластинкою) . Приймаємо $T = 90\text{хв.}$

Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі 45

$n_v = 1$ - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_r = 1$ - коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_{\sigma}} = \left(\frac{750}{550} \right) = 1.363;$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

$K_{PV} = 0.9$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{UV} = 0.35$ - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо $K_V = K_{MV} \times K_{PV} \times K_{UV} = 1.363 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.429$.

Тоді $V = \frac{C_V}{T^{0.36} \cdot f^{0.15} \cdot S^{0.45}} \cdot K_V = \frac{350}{90^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 0.429 = 60.83$ м/хв.

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 60.83}{3.14 \cdot 100} = 193.726 \text{ хв}^{-1},$$

де: $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 160 \text{ хв}^{-1}.$$

За прийнятим значенням n_B визначаємо фактичну швидкість різання.

$$V_{\Phi} = \frac{\pi D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} = \frac{3.14 \cdot 100 \cdot 160}{1000} = 50.24 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де $l_0 = 12$ мм - шлях різання;

$l_1 = 2$ мм - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

l_2, l_3 - шлях візання і перебігу; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 = 12 + 2 + 0 + 0 = 14 \text{ мм}.$$

Основний час переходу

					Арк.
					93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$t_{01} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} = \frac{14}{160 \cdot 0.8} = 0.11 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}}$$

де: $t_{\text{вст}} = 0 \text{ хв}$ – деталь вже закріплена;

$t_{\text{пер}} = 0.11 \text{ хв}$ – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точністю $\leq 0,2 \text{ мм}$ та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11 \text{ хв}$ – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13 \text{ хв}$ – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв,}$$

Операція № 005. Токарна. Перехід 2: Точити пов.4 начорно

Глибина різання визначається за формулою: $t = Z = 0.8 \text{ мм}$

За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі $(0, 6 \dots 1, 2)$. Погодивши з паспортними даними токарного патронно – центрального верстата 16К20, приймаємо $S_B = 0.8 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коефіцієнти $C_v = 350$; $m = 0.2$; $x = 0.15$; $y = 0.45$ вибираємо із таблиць.

T – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах $60 \dots 90 \text{ хв}$ для різців із швидкорізальної сталі і $90 \dots 120 \text{ хв}$ для різців із твердосплавною

					Арк.
					94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

різальною пластинкою) . Приймаємо $T = 90$ хв.

Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі 45

$n_v = 1$ - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_r = 1$ - коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \left(\frac{750}{550} \right) = 1.363;$$

$K_{PV} = 0.9$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{UV} = 0.35$ - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо $K_V = K_{MV} \times K_{PV} \times K_{UV} = 1.363 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.429$.

Тоді $V = \frac{C_V}{T^{m_v} \cdot n_v \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{90^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 0.429 = 60.83$ м/хв.

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 60.83}{3.14 \cdot 70} = 276.751 \text{ хв}^{-1},$$

де: $D_{заг}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_B = 250$ хв⁻¹.

За прийнятим значенням n_B визначаємо фактичну швидкість різання.

$$V_{\Phi} = \frac{\pi D_{заг} \cdot n_B}{1000} = \frac{3.14 \cdot 70 \cdot 250}{1000} = 39.25 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де $l_0 = 40$ мм - шлях різання;

					Арк.
					95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$l_1 = 2$ мм - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

l_2, l_3 - шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 = 40 + 2 + 0 + 0 = 42 \text{ мм.}$$

Основний час переходу

$$t_{02} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} = \frac{42}{250 \cdot 0.8} = 0.21 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}}$$

де: $t_{\text{вст}} = 0$ хв – деталь вже закріплена;

$t_{\text{пер}} = 0.11$ хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність $\leq 0,2$ мм та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп}2} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв.}$$

Визначення норм часу на виконання токарної операції

Визначаємо оперативний час по операцій

$$t_{0\Sigma} = t_{01} + t_{02} + t_{03} \rightarrow 0.268 + 0.042 + 0.175 = 0.484 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{доп}\Sigma} = t_{\text{доп}1} + t_{\text{доп}2} + t_{\text{доп}3} \rightarrow 0.35 + 0.35 + 0.35 = 1.05 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{оп}} = t_{0\Sigma} + t_{\text{доп}\Sigma} \rightarrow 0.484 + 1.05 = 1.534 \text{ хв.}$$

					Арк.
					96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Час на технічне і організаційне обслуговування робочого місця

час на технічне обслуговування

$$t_{\text{тех}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(\frac{\alpha}{100} \right) \rightarrow 1.534 \cdot \frac{2.5}{100} = 0.038 \text{ хв.}$$

час на організаційне обслуговування

$$t_{\text{орг}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(\frac{\beta}{100} \right) \rightarrow 1.534 \cdot \frac{1.4}{100} = 0.021 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{обсл}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} \rightarrow 0.038 + 0.021 = 0.06 \text{ хв.}$$

Визначаємо час на відпочинок та природні потреби робітника

$$t_{\text{відп}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(\frac{\alpha_{\text{оп}}}{100} \right) \rightarrow 1.534 \cdot \frac{1.6}{100} = 0.025 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{відп}} \rightarrow 1.534 + 0.06 + 0.025 = 1.619 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно – калькуляційний час

$t_{\text{пз}} = 9\text{хв}$ - підготовчо – заключний час згідно довідкових даних;

$n = 5\text{шт}$ - партія випуску деталей

$$t_{\text{шт.к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{пз}}}{n} \rightarrow 1.619 + \frac{9}{5} = 3.419 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = \frac{60}{t_{\text{шт.к}}} \rightarrow \frac{60}{3.419} = 17.55 \text{ дет/год.}$$

Операція № 050. Вертикально-свердлильна

Вертикально - свердлильний верстат 2Н135 мм. $l = 38 \text{ мм.}$

$\sigma_{\text{в}} = 90 \text{ МПа. } \phi = 45^\circ; N_{\text{СТ}} = 4 \text{ кВт}$

Визначаємо глибину різання при свердлінні

						Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = \frac{D_{\text{св}}}{2} = \frac{9.8}{2} = 4.9 \text{ мм};$$

Подача при свердлінні:

$$S=0.2 \text{ мм/об}$$

Визначаємо розрахункову швидкість різання при свердлінні

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V;$$

де $K_V = K_{LV} \cdot K_{UV} \cdot K_{MV}$ - поправочний коефіцієнт.

$K_{LV} = 1$ - коефіцієнт, що враховує глибину отвору в залежності від діаметра свердла

$K_{UV} = 1$ - коефіцієнт, що враховує матеріал свердла.

$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_\theta} = \left(\frac{750}{550} \right) = 1.363$; - поправочний коефіцієнт, враховує вплив оброблюваного матеріалу.

Коефіцієнти

$$K_V = K_{MV} \times K_{PV} \times K_{UV} = 1.363 \cdot 1 = 1.363$$

$$T = 25 \text{ хв. } C_V = 9.8; q = 0.2; y = 0.5; m = 0.2, \text{ тоді}$$

$$V_p = \frac{C_V d_{\text{св}}^q}{T^m S^y} \cdot K_V = \frac{9.8 \cdot 9.8^{0.2}}{25^{0.2} \cdot 0.2^{0.5}} \cdot 1.363 = 24.776 \text{ м /хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi D_{\text{св}}} = \frac{1000 \cdot 24.776}{3.14 \cdot 9.8} = 805.147 \text{ об /хв.}$$

Коректуємо обороти за паспортними даними верстата.

Приймаються за паспортом верстата $n_B = 710$ об /хв.

						Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фактична швидкість різання

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 9.8 \cdot 710}{1000} = 21.84 \text{ м/хв.}$$

сила різання $P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^n}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0.75} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0.75} = 0.792.$$

знаходимо: $C_M = 0.0345$; $q = 2$; $y = 0.8$;

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{MP} = 10 \cdot 0.0345 \cdot 9.8^2 \cdot 0.3^{0.8} \cdot 0.792 = 10.01 \text{ Нм};$$

Визначаємо потужність на шпинделі верстата.

$$N_g = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{10.01 \cdot 710}{9750} = 0.72 \text{ кВт}; N_{пот} = \frac{N_g}{\eta} = \frac{0.72}{0.8} = 0.9 \text{ кВт};$$

де $\eta = 0.8$ (ККД верстата по паспорту) .

Коефіцієнт використання верстата по потужності

$$K = \frac{N_g}{N_{СТ}} \cdot 100 = \frac{0.72}{4} \cdot 100 = 18\%;$$

де $N_{СТ} = 4$ кВт - потужність головного електродвигуна верстата по паспорту.

Визначаємо технологічне (машинне) час:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s};$$

$$l_1 = \frac{D}{2 \tan(\varphi)} + 2 = \frac{9.8}{2 \tan(45)} + 2 = 6.9 \text{ мм} - \text{величина врізання};$$

$$l_2 = 2 \text{ мм} - \text{вихід інструменту};$$

$L = l + l_1 + l_2 = 70 + 6.9 + 2 = 78.9$ мм - розрахункова довжина оброблюваної поверхні,

					Арк.
					99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot z} = \frac{78.9}{710 \cdot 0.3} = 0.37 \text{ хв.}$$

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ДЛЯ ШЛІФУВАЛЬНОЇ ПОВЕХНІ

Припуск на чистове шліфування $Z=0.1$ мм. Поперечна подача на один хід $S=0.024$ мм/хід - для заданої деталі.

Розраховуємо повздовжню подачу

$$S_{\text{повзд}} = \beta B = 0.38 \cdot 63 = 23,94 \text{ мм/об};$$

де $B=63$ – ширина шліфувального круга, мм.

$\beta = 0.38$ – розрахунковий коефіцієнт;

Визначаємо швидкість обертання деталі:

$$V_d = \frac{C_v \cdot D_d^k}{T_{\text{повзд}} \cdot z \cdot \beta} = \frac{0.27 \cdot 70^{0.4}}{30^{0.8} \cdot 0.024 \cdot 0.38} = 8.27 \text{ м/хв.};$$

Визначаємо частоту обертання деталі

$$n_d = \frac{1000 \cdot 8.27}{3.14 \cdot 40} = 37.6 \text{ об/хв.};$$

Швидкість переміщення стола визначається

$$V_{\text{ст}} = \frac{S_{\text{повзд}} \cdot n_d}{1000} = \frac{23.94 \cdot 37.6}{1000} = 0.9$$

Розраховану повздовжню подачу узгоджуємо з паспортними даними верстата. Повздовжня подача у верстаті безступінчаста, а її значення має становити 1...7 м/хв. Отже, $V_{\text{ст}} = 1.42$ м/хв. відповідає умові.

Основний технологічний час визначаємо за формулою:

$$t_0 = \frac{2l_p Z}{n_d \cdot S_{\text{повзд}} \cdot S_{\text{повд}}} K = \frac{2 \cdot 182 \cdot 0.5}{37.6 \cdot 23.94 \cdot 0.024} \cdot 1.3 = 10,95$$

$$l_p = l_1 + l_2 + B + l_3 = 130 + 12 + 40 + 0 = 182 \text{ мм}$$

$K=1.3$ – коефіцієнт, що враховує точність шліфування і спрацювання

					Арк.
					100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Висновки

В результаті виконання дипломного проекту була проведена модернізація подрібнювача для відходів з полімерних матеріалів, за якою було змінено форму ножів ротора та жорсткозакріплених ножів корпусу, забезпечено рівномірну подачу плівкових матеріалів під час завантаження та, виходячи з цього, вдосконалення приводу подрібнювача без збільшення потужності Тип двигуна 4A160S6У3, потужність - 11квт частота обертання 975 об/хв

Продуктивність лінії для гранулювання полімерних плівкових відходів збільшується від 200 до 300 кг/год.

Результатом модернізації подрібнювача в лінії для переробки плівкових матеріалів в гранули маємо:

- зменшення енергетичних витрат на приводі подрібнювача зменшенням зусиль під час подрібнення;
- необхідність всього одного оператора на лінії гранулювання замість трьох;
- підвищення продуктивності лінії гранулювання використаної полімерної упаковки.

					Арк.
					101
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Торнер Р. В. Обладнання заводів з переробки пластмас-М.: Хімія, 1986 -464с.
2. Оленєв В. А., Мордкович Є. М. Проектування виробництв з переробки пластмас-М.:Хімія,1982-334с.
3. Бортніков В. Г. Основи технології переробки пластичних мас-Л.: Хімія,1983-304с.
4. Кацнельсон М. Ю., Балаєв Г. А. Пластичні маси. Властивості та застосування / Довідник / - М.: Хімія, 1978 - 567 с.
5. Завгородній В.К. Устаткування підприємства з переробки пластмас-Л.: Хімія, 1987 - 596 с.
6. Стандарт підприємства ОТП-1-82-Саратов.: СВВІУХЗ, 1983 - 120 с.
7. Каталог довідник по технологічній оснастці-М.: НДІТЕ, 1968 - 245 с.
Торнер Р.В., Акутин М.С. «Оборудование заводов по переработке пластмасс». – М.: Химия, 1986.
8. Загальносоюзні норми технологічного проектування виробництв з переробки пластмас-М.: Гіпропласт, 1985 - 167 с.
9. Володин В.П. «Экструзия профильных изделий из термопластов». – СПб.: Профессия, 2005.
10. Гиберов З.Г. «Механическое оборудование заводов пластических масс». – М.: Машиностроение, 1967.
11. Соколов М.В., Клинков А.С. «Автоматизированное проектирование и расчет шнековых машин». – М.: «Издательство Машиностроение - 1», 2004.
12. Краткий справочник технолога – машиностроителя п/р А.Н. Балабанова. – М.: Издательство стандартов, 1992 г.
- 13.Абраменков Э.А. «Червячные формующие машины. Экструдеры»: учебное пособие. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 1992.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Харкевич А.					102	
Перевір.		Якимчук М.В.				НУХТ ПУ-4-15		
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								