

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
Факультет Хімічних та біофармацевтичних технологій
Кафедра Прикладної екології, технології полімерів та хімічних волокон

Пояснювальна записка
дипломного магістерського проекту

на тему: Удосконалення технології одержання поліолефінових плівок методом екструзії

Виконав: студент групи МгЗПП-21
спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія
освітньої програми Хімічні технології переробки полімерних і композиційних матеріалів

_____Юрій СМІЧЕК

Керівник д.т.н., доц. Олена ІЩЕНКО

Рецензент д.т.н., проф. Юрій БУДАШ

Київ 2022

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет Хімічних та біофармацевтичних технологій

Кафедра Прикладної екології, технології полімерів та хімічних волокон

Спеціальність 161 – Хімічні технології та інженерія

Освітня програма Хімічні технології переробки полімерних і композиційних матеріалів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри прикладної екології, технології полімерів та хімічних волокон

Вікторія ПЛАВАН

“ _____ ” _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ МАГІСТЕРСЬКИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Смичеку Юрію Миколайовичу

1. Тема проєкту: Удосконалення технології одержання поліолефінових плівок методом екструзії

Науковий керівник проєкту Іщенко Олена Володимирівна, д.т.н.

затверджені наказом вищого навчального закладу від “28” вересня 2022 р. № 180-уч

2. Строк подання студентом проєкту 04 листопада 2022 р.

3. Вихідні дані до проєкту поліолефінові плівки, суперконцентрати (анти-блоки) AP Slip PE MB 102119 (AMPACET), CAB 003 PL (TECHNOCOM), PE 0615 F (ТАЙКУН), EP PA 38 (Ener Plastics)

4. Зміст дипломного проєкту (перелік питань, які потрібно розробити) Технологічний розділ, характеристика сировини, технологія одержання поліолефінової плівки, екологічна безпека, будівельний розділ, висновки, список використаних джерел;

5. Перелік графічно-наочного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Мета, предмет дослідження, технологічна схема, екструдер, формуючий інструмент, план цеху, план заводу, наукова частина, висновки.

6. Консультанти розділів дипломного магістерського проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вступ	Олена ІЩЕНКО, д.т.н., доц.		
Розділ 1	Олена ІЩЕНКО, д.т.н., доц.		
Розділ 2	Олена ІЩЕНКО, д.т.н., доц.		
Розділ 3	Вікторія ПЛАВАН, д.т.н. проф.		
Розділ 4	Надія СОВА, д.т.н., доц.		
Висновки	Олена ІЩЕНКО, д.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 12 вересня 2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка про виконання (з підписом керівника і студента)
1	Вступ	15.08.22 р. – 17.08.22 р.	
2	Розділ 1. Технологічний	18.08.22 р. – 31.08.22 р.	
3	Розділ 2. Наукова частина	01.09.22 р. – 16.09.22 р.	
4	Розділ 3. Екологічна безпека	17.09.22 р. – 03.11.22 р.	
	Розділ 4. Будівельний	03.11.22 р. – 08.11.22 р.	
5	Висновки	07.11.22 р. – 08.11.22 р.	
6	Оформлення дипломного магістерського проєкту (чистовий варіант)	09.11.22 р.	
7	Здача дипломного магістерського проєкту на кафедру для рецензування (за 14 днів до захисту)	10.11.2022 р.	
8	Перевірка дипломного магістерського проєкту на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	14.11.2022 р.	
9	Подання дипломного магістерського проєкту на затвердження завідувачу кафедри (за 7 днів до захисту)	16.11.2022 р.	

Студент _____
(підпис)

Юрій СМІЧЕК

Науковий керівник проєкту _____
(підпис)

Олена ІЩЕНКО

Директор навчально-методичного центру

управління підготовкою фахівців _____
(підпис)

Олена ГРИГОРЕВСЬКА

									Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат					

ДП. КНУТД. МЗПП-21

Анотація

До дипломного проєкту студента групи МгЗПП - 21 Смичека Ю.М.
«Удосконалення технології одержання поліолефінових плівок методом
екструзії».

Розроблено технологію отримання поліолефінової плівки методом
екструзії. В якості основного технологічного обладнання у проєкті
використано екструдер ЧП 90x33 та співекструдери 63x30.

Технологічний процес виробництва полягає у переробці гранульованого
ПЕ у тришарову плівку із заданими властивостями.

Компонування технологічного обладнання виконано з урахуванням
його найбільш раціонального використання з точки зору проходження
сировини і матеріалів по технологічних переходах.

В роботі досліджувались суперконцентрати (анти-блоки) таких
виробників AP Slip PE MB 102119 (AMPACET), CAB 003 PL
(TECHNOCOM), PE 0615 F (ТАЙКУН), EP PA 38 (Ener Plastics).

Розроблені питання пожежної безпеки, а також умови праці на
підприємстві.

Даний цех задовольняє будівельним нормам. Виробниче приміщення
спроектовано згідно з санітарними нормами, враховані технологічні,
технічні, економічні вимоги та вимоги до будівництва будівлі
індустріальними методами.

Ключові слова: поліолефіни, поліетилен, плівка, анти-блоки.

					ДП. КНУТД. МгЗПП-21	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат		

ABSRTACT

Master's thesis of student gr. MgZPP – 21 Smycheka Yu.M. on the topic "Improving the technology of obtaining polyolefin films by the extrusion method."

The technology of obtaining a polyolefin film by the extrusion method has been developed. As the main technological equipment in the project, a PE extruder 90x33 and co-extruders 63x30 were used.

The technological production process consists in processing granulated PE into a three-layer film with specified properties.

The layout of the technological equipment is made taking into account its most rational use from the point of view of the passage of raw materials and materials through technological transitions.

Super concentrates (anti-blocks) of such manufacturers AP Slip PE MB 102119 (AMPACET), CAB 003 PL (TECHNOCOM), PE 0615 F (TYKUN), EP PA 38 (Ener Plastics) were studied in the work.

Issues of fire safety and working conditions at the enterprise were developed.

This workshop complies with building regulations. The production premises are designed in accordance with sanitary standards, taking into account technological, technical, economic requirements and requirements for the construction of the building by industrial methods.

Key words: polyolefins, polyethylene, film, anti-blocks.

									<i>ДП. КНУТД. МзПП-21</i>	<i>Лис</i>
<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>						

Зміст

Вступ.....	7
1. Технологічний	10
1.1. Полімерні матеріали для виготовлення плівок	10
1.2. Характеристика готової продукції	14
1.3. Характеристика вхідної сировини і матеріалів.....	14
1.4. Хімічні властивості поліетилену.....	17
1.5. Реологічні властивості ПЕНТ	20
1.6. Зміна властивостей термопластів при їх переробці на черв'ячних пресах.....	21
1.7. Опис технологічного процесу	23
1.8. Розрахункова частина.....	39
2. Наукова частина	44
3. Екологічна безпека.....	Ошибка! Закладка не определена.
4. Будівельний розділ.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.1. Проектування генерального плану промислового підприємства ..	Ошибка! Закладка не определена.
4.2. Проектування генерального плану підприємства... Ошибка! Закладка не определена.	Ошибка! Закладка не определена.
4.3. Об'ємно – планівне рішення промислової будівлі .. Ошибка! Закладка не определена.	Ошибка! Закладка не определена.
4.4. Конструктивне рішення промислової будівлі..... Ошибка! Закладка не определена.	Ошибка! Закладка не определена.
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50

					<i>ДП. КНУТД. МЗПП-21</i>	<i>Лис</i>
<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

--	--	--	--	--

					<i>ДП. КНУТД. МЗПП-21</i>	<i>Лис</i>
<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Вступ

Сьогодні промисловість виготовляє практично всі види хімічної продукції, відомі в світовій практиці. Важко назвати галузь де б не використовувалася хімічна продукція, зокрема вироби з пластмас.

Сучасна промисловість полімерних матеріалів є однією з основних галузей, яка визначає науково – технічний прогрес, загальну ефективність суспільного виробництва.

Широке застосування виробів з пластмас в багатьох галузях обумовлене тим, що ці матеріали володіють високою механічною міцністю, невеликою щільністю, хімічною стійкістю до багатьох агресивних середовищ, вологостійкістю, високими електроізоляційними властивостями.

Одним з найбільш розвинених і поширених методів переробки полімерних матеріалів є екструзійний метод. У світовому виробництві виробів з полімерних матеріалів основний, постійно зростаючий, об'єм складають плівки. За об'ємом виробництва перше місце складають поліолефінові, а друге – полівінілхлоридні.

Виробництво поліетиленових (ПЕ) плівок складається з одного технологічного потоку і здійснюється на лініях. Зростання виробництва і споживання полімерних плівок обумовлене високою ефективністю їх застосування, поєднанням технологічних і робочих властивостей, дешевизною і кращими експлуатаційними характеристиками в порівнянні з традиційними матеріалами.

Промисловістю освоєні методи виробництва полімерних плівок діаметром до 6000 мм і товщиною від 0,02 до 0,6 мм. Полімерні плівки виготовляються з природних, штучних і синтетичних полімерів. Найбільш широку групу складають полімерні плівки з пластичних мас на основі синтетичних полімерів.

Мета даного дипломного проекту полягає в удосконаленні технології одержання поліолефінових плівок методом екструзії.

					<i>ДП. КНУТД. МЗПП-21</i>	<i>Лис</i>
<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Сфера застосування плівок, що випускається дуже широка:

- плівки для пакування;
- плівки для будівництва;
- застосування плівок в машинобудуванні;
- застосування плівок в сільському господарстві.

Всесвітнє виробництво полімерних плівкових матеріалів росте – це пояснюється розширенням галузей їх застосування. Серед плівкових матеріалів значне місце відводиться плівкам, які одержують з поліолефінів. Це пов'язано з доступністю сировини і відносно легкими технологіями їх одержання. Існує декілька методів одержання полімерних плівок та листів з поліолефінів, зокрема метод одержання методом екструзії, виготовлення листів з охолодженням на валках, виготовлення листів у водяну ванну та охолодження повітрям.

Мета роботи: було вдосконалення технології одержання поліолефінових плівки методом екструзії. Для досягнення поставленої мети вирішувалися **наступні задачі:**

- аналіз літературних джерел у галузі виробництві поліолефінових плівок;
- дослідження фізико-механічних властивостей поліолефінових плівок;
- дослідження впливу концентрату ковзної та антиблокуючої добавки на властивості плівок.
- розробка заходів з екологічної безпеки на виробництві;
- проектування плану цеху та генерального плану промислового підприємства.

Предмет дослідження – композиції на основі поліетилену.

Предмет дослідження – композиції на основі поліетилену.

Наукова новизна. Вперше проведено удосконалення технології виробництва поліолефінових плівок спеціального призначення.

Практична значимість. Створення поліолефінових плівок з покращеними властивостями методом екструзії шляхом вдосконалення складу полімерної композиції та використання концентрату ковзної, антиблокуючої добавки.

									Лис
<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>					

ДП. КНУТД. МЗПП-21

Методи наукових досліджень: Міцність при розриві та відносне видовження при розриві визначали за ISO 527-2:2012, густину зразків – за PN-EN ISO1183-1, визначення коефіцієнта тертя ковзання в дослідженні триботехнічних властивостей полімерів, зокрема поліетилену.

Апробація: Участь у IV Міжнародна конференція «Перспективні полімерні матеріали і технології» (11 жовтня 2022 р., м.Київ КНУТД) та публікація статті: Hyaluronic acid: a natural biopolymer of biomedical and industrial applications / Okhrimenko I., Ishchenko O., Liashok I., Smychek Yu. // Advanced polymer materials and technologies: recent trends and current priorities: multi-authored monograph / edited by V. Levytskyi, V. Plavan, V. Skorokhoda, V. Khomenko. – Lviv: Lviv Polytechnic National University, 2022. – P. 98-101

Структура та обсяг роботи. Дипломний магістерський проект складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури, додатків. Робота викладена на 74 сторінках друкованого тексту, містить 11 таблиць та 2 рисунки.

					<i>ДП. КНУТД. МЗПП-21</i>	<i>Лис</i>
<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

1. Технологічний

1.1. Полімерні матеріали для виготовлення плівок

Вибір сировини базується на технологічних та експлуатаційних властивостях кожного окремого полімеру. Полімер повинен мати необхідну молекулярну масу та молекулярно – масовий розподіл, що дозволить забезпечити легкість переробки та задані параметри властивостей в готовому виробі. Вибір сировини в багатьох випадках визначає такі показники продукції, як міцність, відносне подовження, прозорість, поверхневий глянец, стійкість до вологи та інших зовнішніх факторів.

Для правильного вибору полімерного матеріалу потрібно знати основні характеристики, та вимоги до готової продукції, і на підставі цих даних обирати марки полімерів та відповідні добавки. Методи виготовлення листів та плівок повинні бути зручні для організації централізованого виробництва.

Поліолефіни є найбільш поширеним типом полімерів, які одержують з ненасичених мономерів, що мають у своєму складі тільки вуглець і водень.

Мономерами для одержання поліолефінів є олефіни (етилен, пропілен, бутилен та ін.) із загальною формулою C_nH_{2n} . Сировиною для одержання поліолефінів є природний газ і нафта. Поліолефіни мають переважно лінійну будову макромолекул і належать до класу термопластів.

Найбільшого застосування набув поліетилен (ПЕ), який залежно від методу виробництва поділяється на поліетилен високого тиску (ПЕВТ), поліетилен низького тиску (ПЕНТ) і поліетилен середнього тиску (ПЕСТ).

Поліетилен високого тиску (поліетилен низької густини) одержують радикальною полімеризацією етилену за тиску 100–350 МПа. Відповідно поліетилен низького тиску (поліетилен високої густини) одержують полімеризацією етилену, що відбувається згідно з іонно-координаційним механізмом за тиску 1,5–3,3 МПа. ПЕВТ і ПЕНТ розрізняються за властивостями: густиною, температурою плавлення, твердістю, міцністю тощо. ПЕНТ має більший ступінь кристалічності і, відповідно, більшу густину, тому його ще називають поліетиленом високої густини (ПЕВГ). Це

									Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат					

ДП. КНУТД. МЗПП-21

пояснюється меншою кількістю бічних розгалужень порівняно з ПЕВТ, а отже і більш щільною упаковкою макромолекул. ПЕВТ у зв'язку з цим називають також поліетиленом низької густини (ПЕНГ). Температура переробки ПЕВГ приблизно на 30 °С вища за температуру переробки ПНГ.

Також застосовують поліетилен середнього тиску (ПЕСТ), одержуваний полімеризацією етилену в розчиннику в присутності кобальту, молібдену, ванадію за тиску 3,5–4,0 МПа.

Поліетилен не змочується водою та іншими полярними розчинами, не розчиняється за низьких температур, має досить високу хімічну стійкість. Недоліками поліетилену є схильність до термоокисної деструкції (старіння), утворення тріщин під час перебування протягом значного часу в напруженому стані, недостатня в ряді випадків механічна міцність і повзучість.

Поліетилен застосовують для виробництва плівок і листів, які виготовляють як із ПЕНТ, так і з ПЕВТ рукавним методом або екструзією крізь плоскощілинну головку. Більша частина плівок використовується як пакувальний матеріал, у сільському господарстві для парників, з них виробляють предмети побуту та інші вироби. З поліетилену також виготовляють значну кількість труб, профільних виробів, а також ряд порожнистих виробів, які одержують видувним методом (каністри, пляшки та ін.), пневмо- та вакуумформуванням (ванни, піддони тощо), методом лиття під тиском.

Співполімери етилену з пропіленом (СЕП) мають підвищену еластичність, тепло- та морозостійкість, кращі механічні характеристики.

Співполімери етилену з вінілацетатом (севілени) більш міцні та еластичні, ніж поліетилен, мають більшу прозорість. Їх використовують для виробництва плівок, листів, медичних і фармацевтичних товарів, а також у поліграфічній промисловості.

Поліпшення властивостей поліетилену в ряді випадків досягається його модифікацією.

									Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат					

ДП. КНУТД. МЗПП-21

Деякі замісники сприяють утворенню поперечних зв'язків (зшивки), що приводить до підвищення міцності й теплостійкості.

Поліпропілен (ПП) одержують реакцією полімеризації в розчині за низького тиску в присутності катализаторів аналогічно виробництву ПЕНТ.

За властивостями ПП більш легкий, жорсткий і прозорий, ніж поліетилен. ПП має досить високу міцність, особливо при згині, ступінь його кристалічності може досягати 95 %, але недоліками поліпропілену є відносно низька морозостійкість і здатність до окиснення за підвищених температур. З поліпропілену виготовляють труби, плівки, листи, а високомолекулярний ПП застосовується і для виробництва волокон. Також з нього виготовляють деталі автомобілів, побутової техніки, футлярів, пляшок, каністр та інших виробів побутового призначення. Значна кількість поліпропілену використовується для виробництва деталей литтям під тиском, пневмо- та вакуумформуванням.

Поліетиленові плівки використовуються в різних галузях сільського господарства, в будівництві та інших цілей. Плівки поліетиленові повинні бути без механічних пошкоджень, бульбашок, отворів, не токсичні. Горять при піднесенні до відкритого вогню.

Для поліетилену низького тиску (ПЕНТ) характерне добре поєднання фізико – хімічних та електроізоляційних властивостей, хімічна стійкість до агресивних середовищ, і порівняно низька вартість [1].

Поліетилен низького тиску – володіє високою морозостійкістю, еластичністю, легко зварюється та формується за допомогою екструзії, видування та лиття під тиском. В промисловості поліетилен низького тиску (ПЕНТ) отримують по неперіодичній або напівперіодичній схемі в присутності катализаторів Циглера – Натта.

					ДП. КНУТД. МзЗПП-21	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 1

Технічні вимоги - плівки (ТУ У 22.2-32375670-003:2015)

Найменування показника	М	Т	Н	СТ.СК	СИК	СМ	В	В1
Міцність при розтягу в поздовжньому напрямку МПа, не менше	16,1	14,7	14,7	14,7	13,7	13,7	14,7	13,7
Міцність при розтягу в поперечному напрямку МПа, не менше	14,7	13,7	11,8/13,7*	13,7	12,7	12,7	13,7	12,7
Відносне подовження при розриві в поздовжньому напрямку %, не менше	450	300/360*	300/350*	300/350*	400	300	450	350
Відносне подовження при розриві в поперечному напрямку %, не менше	450	400/430*	350/400*	400/450*	500	350	450	400
Пружне відновлення %, не менше	-	-	-	-	-	-	-	-
Утримуюча напруга %, не менше	-	-	-	-	-	-	-	-

Зм

Лис

№ докум.

Підпис

Дат

ДП. КНУТД. МЗПП-21

Лис

1.2. Характеристика готової продукції

Готовою продукцією є плівка поліетиленова, яка виготовляється із поліетилену високого тиску низької щільності.

Плівка виготовляється відповідно до ТУ У 22.2-32375670-003:2015.

Плівка представляє собою полотно, рукав, напіврукав або рукав з фальцями.

*товщина до 0,1 мм / вище 0,1 мм.

Ширина плівки:

- для полотна отриманого з обрізанням кромки $\pm 1\%$;
- для рукава, напіврукава, для полотна отриманого без обрізання кромки $\pm 2\%$;
- для рукава з фальцями $\pm 4\%$.

Зовнішній вигляд плівки:

- поверхня плівки повинна бути без кольорових розводів, запресованих складок, отворів, нагарів. Краї плівки мають бути без надривів і задирав. Плівка може бути не кольорова або різних кольорів в залежності від застосовуваного наповнювача.

1.3. Характеристика вхідної сировини і матеріалів

Позначення базових марок поліетилену складаються з назви "поліетилен", восьми цифр, сорту і позначення стандарту 16337-77. Перша цифра - 1 вказує на те, що процес полімеризації етилену протікає при високому тиску в трубчастих реакторах і реакторах із пристроєм та застосуванням ініціаторів радикального типу. Дві наступні цифри позначають порядковий номер базової марки. Четверта цифра вказує на ступінь гомогенізації поліетилену: 0 - без гомогенізації в розплаві; 1 - гомогенізований в розплаві. П'ята цифра умовно визначає групу щільності поліетилену, г/см³

1 - 0,900 - 0,909

2 - 0,910 - 0,916

3 - 0,917 - 0,921

									Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат	ДП. КНУТД. МзПП-21				

4 - 0,922 - 0,926

5 - 0,927 - 0,930

6 - 0,931 - 0,939

Наступні цифри, написані через тире, вказують десятикратне значення показника текучості розплаву.

Таблиця 2

Основні марки поліетилену які використовують для екструзії плівкових матеріалів

Марка поліетилену	Призначення
15303-003 15313-003 15803-020 10903-020 10803-020 17703-010 10303-003	Допускається для контакту з харчовими продуктами (включаючи герметичну упаковку).
15303-003 15313-003 15803-020 10903-020 10803-020 17703-010 10303-003	Для плівок загального призначення, виготовлення мішків, для сільськогосподарських потреб, для не харчових упаковок.
Nexxstar 00111 Elite AT 6101	Для плівок пакувальних поліетиленових «Стретч ХУД», які призначені для пакування промислової групи товарів.

Вихідною сировиною для виготовлення плівок є поліетилен високої щільності марки 17703-010, сорт 1.

Властивості ПЕВТ представленні в табл. 3.

					ДП. КНУТД. МзПП-21	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат		

Властивості ПЕВТ

№	Показник	Величина показника
1	Щільність, кг/м ³	957-964
2	Показник текучості розплаву при 190 °С і масі завантаження 5кг, г/10 мин	0,30 - 0,50
3	Стійкість до розтріскування, год.	500
4	Модуль пружності при вигинанні	720
5	Ударна в'язкість зразка з надрізом, кДж/м ²	15-12
6	Межа текучості при розтягуванні, МПа (кгс/см ²)	21,6
7	Міцність при розриві, МПа (кгс/см ²)	24,3
8	Відносне подовження при розриві, %	700

Поліетилен приймають партіями. Партією вважають кількість поліетилену однієї марки і одного сорту масою не меншого 1 т, що супроводжується одним документом про якість.

Документ про якість повинен містити:

- найменування і товарний знак підприємства - виробника;
- умовне позначення поліетилену, сорт;
- дату виготовлення;
- номер партії;
- масу нетто;
- результати проведеного контролю або підтвердження про відповідність вимогам справжнього стандарту.

					ДП. КНУТД. МЗПП-21		Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат			

1.4. Хімічні властивості поліетилену

Поліетилен [$-\text{CH}_2 - \text{CH}_2-$]_n – є насичений полімерний вуглець парафінового ряду. В залежності від методу полімеризації властивості поліетилену значно змінюються.

Поліетилен, отриманий радикальною полімеризацією етилену при температурі 200–300 °С і тиску 100–350 МПа прийнято називати поліетиленом високого тиску або низької щільності (ПЕВТ).

Поліетилен низької густини або високої щільності (ПЕНТ) отримують за допомогою використання каталізатора Циглера – Натта під тиском 0,3 – 4 МПа суспензійним методом. Полімеризацією етилену у розчині при середньому тиску 3,5 – 4 МПа та температурі 125 – 150 °С у присутності окису кобальту, молібдену, ванадію отримують поліетилен середнього тиску (ПЕСТ).

Поліетилен є термопластичним полімером з температурою розм'якшення 110 – 130 °С, не розчиняється при кімнатній температурі в жодних з відомих органічних розчинників. При температурі вище 70 °С набухає та розчиняється у хлорованих та ароматичних вуглеводнях. Поліетилен не вступає в реакцію з концентрованими кислотами, лугами та розчинами солей. Для підвищення стійкості до термоокисних процесів та атмосферних явищ у полімер вводять стабілізатори – антиоксиданти [2].

Технологічні та експлуатаційні властивості поліетилену різних видів наведені у таблиці 3.

Добрі фізико – механічні властивості виробів досягаються тільки шляхом переробки ПО при високій температурі зсуву. Тому, пресування і каландрування для їх переробки не використовують.

Щоб досягнути добрих механічних властивостей наповнення термопластів, необхідно добитися доброго змочування поверхонь наповнювачів термопластом. Зв'язок між полімером і наповнювачем в основному здійснюється тільки шляхом адгезії.

					<i>ДП. КНУТД. МЗПП-21</i>	<i>Лис</i>
<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Таблиця 4

Технологічні та експлуатаційні властивості поліетилену

Показник	Величина показника для поліетилену		
	ПЕВТ	ПЕСТ	ПЕНТ
1	2	3	4
Молекулярна маса	30 000-50 000	70 000-400 000	50000-200 000
Показник течії розплаву, $\frac{\text{гр}}{10\text{хв}}$	0-2	1-40	120
Щільність, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	918-930	960-968	945-955
Температура плавлення, °С	103-110	128-132	120-125
Температура крихкості, °С	-120 -80	-140 -70	-150 -130
Морозостійкість, °С	-70	-70	-70
Температура деструкції, °С	320	320	320
Руйнуюча напруга, МПа:			
• на розтяг	10-16	25-38	22-32
• на згин	12-17	25-40	20-35
Відносне подовження на розрив, %	150-1000	200-800	400-800
Максимальна текучість на розрив, МПа	9-16	□	10-30
Твердість за Брюнеллі, МПа	15-25	55-60	45-60
Ударна в'язкість з надрізом, $\frac{\text{кДж}}{\text{м}^2}$	не ламається	7-120	2-150
Електрична міцність, $\frac{\text{кВт}}{\text{мм}}$	45-55	45-55	45-55
Теплоємність, $\frac{\text{Дж}}{\text{г}\times\text{К}}$	1,8-2,5	2,3-2,7	1,68-1,88

Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат

ДП. КНУТД. МЗПП-21

Лис

Коефіцієнт лінійного розширення, K^{-1}	0,0006-0,0016	0,00021-0,0003	0,00021-0,00055
Теплопровідність, $\frac{Вт}{м \times K}$	0,33-0,36	0,46-0,52	0,41-0,44
Теплостійкість по Віка, $^{\circ}C$	80-100	-	110-120
Водостійкість через 30 діб, %	0,02	менше 0,01	0,03
Масова доля екстрагуємих сполук, %	0,4-1,7	-	-
Стійкість до термоокиснювального старіння, г	-	-	6
Стійкість до тріскання, г	1000	300	500
Критичний поверхневий натяг, $\frac{мН}{м}$	31		□
Насипна щільність для гранул 2-4 мм - 8 мм, $\frac{кг}{м^3}$	500-550	-	500-550
Газопроникність, $м^2 \cdot с \cdot Па$:			
• H_2	$19,4 \cdot 10^{-10}$	-	$19,9 \cdot 10^{-10}$
• CO_2	$122 \cdot 10^{-10}$	-	$21,4 \cdot 10^{-10}$
• O_2	$27,6 \cdot 10^{-10}$	-	$6,9 \cdot 10^{-10}$

Щоб одержати потрібні для цього високі сили Ван – дер – Ваальса, необхідно максимально наблизити макромолекули до частинок наповнювача; вода і повітря, які можуть накопичуватися на поверхні наповнювачів.

Зміна механічних і хімічних властивостей листів при їх радіоактивному випромінюванні залежить від товщини листа, інтенсивності випромінювання і присутності кисню повітря.

					ДП. КНУТД. МЗПП-21		Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат			

1.5. Реологічні властивості ПЕНТ

Реологічні властивості полімерних композиційних матеріалів дозволяють оцінити раціональні умови переробки, вибрати відповідне обладнання. Реологічні характеристики композиційних полімерних матеріалів розглядають вплив температури, молекулярних характеристик, напруження зсуву і градієнтів швидкості на зміну в'язкості полімерних систем. Ці характеристики залежать від природи наповнювача, його концентрації і характеру взаємодії з полімером.

Вивчення цих залежностей дозволяє вибрати найбільш підходящий наповнювач, встановити оптимальну його концентрацію, а також визначити енергетичні навантаження на обладнання і умови переробки, при яких можна одержати якісні вироби.

Для багатьох композиційних матеріалів на основі термопластичних полімерів типово зниження в'язкості і неньютонівської поведінки при зсуві і їх можна розглядати як концентровані суспензії.

Головною реологічною особливістю розплавів термопластів являється залежність їх в'язкості від швидкості течії. При перемішуванні густих матеріалів їх в'язкість зменшується. Чим більша швидкість перемішування, чим вище інтенсивність механічної дії, тим менша їх в'язкість.

На рис. 1 порівнюються залежності в'язкості від швидкості зсуву розплавів полімерів і низькомолекулярних рідин.

В той час, як в'язкість низькомолекулярної рідини залишається постійною, в'язкість розплаву зменшується зі збільшенням швидкості зсуву.

Таку поведінку розплавів термопластів називають в реології неньютонівськими системами. Неньютонівська поведінка розплавів полімерів при їх течії пояснюється особливостями молекулярної структури:

- довгі молекули полімеру орієнтуються при течії вздовж потоку, послаблюючи опір течії;
- при збільшенні напруження зсуву руйнуються структурні агрегати молекул, зменшуючи тим самим опір течії або в'язкість системи.

										Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат						

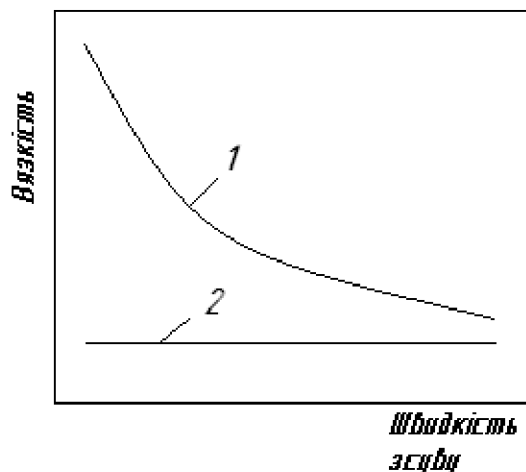


Рис.1. Залежність в'язкості розплаву полімеру (1) і низькомолекулярної рідини (2) від швидкості зсуву при постійній температурі.

Відношення даного напруження зсуву до швидкості зсуву називається ефективною в'язкістю. Чим вища температура рідини, тим менша її в'язкість. Чим вищий показник чутливості до зсуву, тим більш значними можуть бути коливання тиску розплаву і тим точніше повинно створюватись регулювання тиску при переробці матеріалу. Чим більший степінь полімеризації, тим більш важчим стає переміщення макромолекул.

1.6. Зміна властивостей термопластів при їх переробці на черв'ячних пресах

При переробці на черв'ячних пресах термопласти можуть знаходитись в двох фазових і трьох фізичних станах. Найбільші температурні і силові дії полімери проявляють при переході у в'язкотекучий фізичний стан. В цьому стані переміщення в силовому полі перешкоджає сили між частинками. В результаті взаємодії сил між частинками і взаємних дій виникають напруження, які орієнтовані вздовж дії сил.

При розриві макромолекул утворюються мікрорадикали, які здатні до реакцій рекомбінації, диспропорціювання і переносу ланцюгів. Ці реакції можуть протікати в тих зонах черв'ячного пресу, де проходить зниження

швидкості зсуву і відповідне зниження напруг зсуву. В зв'язку з великою ймовірністю розриву макромолекул на нерівні частини і рекомбінації макрорадикалів різної довжини розриви і рекомбінації повинні приводити до зміни ММР, збільшенню вмісту низькомолекулярних фракцій в результаті рекомбінації довжини макрорадикалів.

Якщо переробку полімерів здійснюють при кімнатній температурі, велике значення має ефект механічної активації. При зміні температури від кімнатної до в'язкотекучої проявляється термомеханічна активація.

При інтенсивній механічній дії одночасно з механічною деструкцією полімеру напруження суттєво прискорюють розвиток окислювальних процесів.

Збільшення швидкості окислювальних процесів при механічній пластикації є наслідком ініціюючої дії механічної деструкції, а також активації хімічних зв'язків в зв'язку з деформацією валентних кутів і зниженням енергетичного бар'єру реакції.

Важливими параметрами для оцінки процесу екструзії є температура, швидкість руху матеріалу, тиск і можливе коливання даних величин.

Зміна цих параметрів залежить від довжини шляху, починаючи від входу і закінчуючи виходом із машини, а також від фізичних характеристик матеріалу, який переробляється, геометрії робочих частин машин, форми кінцевого продукту і умов роботи машини.

В черв'ячному пресі проходить підвищення температури полімерного матеріалу від входу до виходу його з машини. При цьому різниця між максимальною і мінімальною температурами через переріз матеріалу повинна бути як можна меншою, теоретично повинна прямувати до нуля.

На рис. 2. (права діаграма) показано розбіжність температур по радіусу. Вплив температур і швидкості зсуву на профіль швидкості зображується трьома представленими кривими (ліва діаграма).

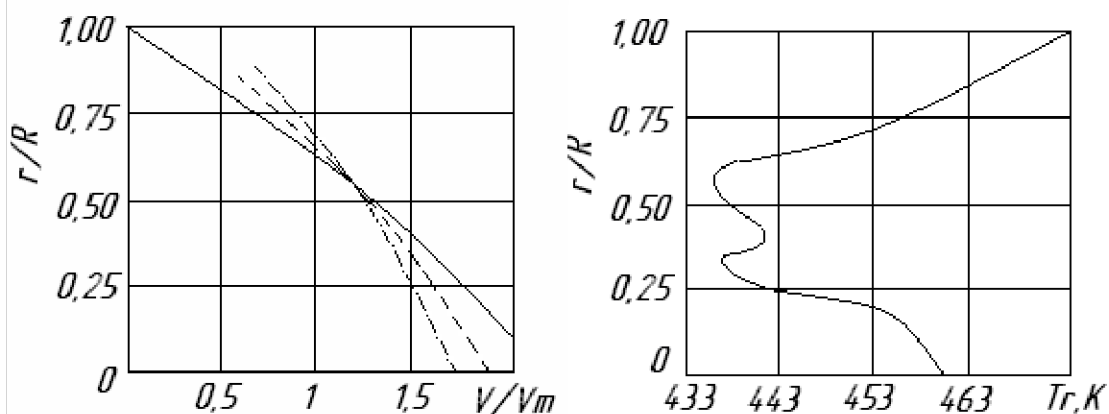


Рис. 2. Вплив розподілу швидкості по перерізу черв'яка на середнє значення температури: $K = 25$ мм; $Q = 114$ кг/год; $T_m = 446,5$ К; $T_m = 447,0$ К; $T_m = 447,0$ К.

Дослідні дані показують, що в процесі екструзії в результаті термомеханічних ефектів проходить деструкція ПЕ, взаємодія утворених макрорадикалів, розгалуження і зшивка макромолекул. В результаті цих процесів змінюються молекулярні властивості ПЕ (ММ, ММР, і вміст гельфракції). Високі температури переробки сприяють протіканню процесу. Перетворення змінюють технологічні властивості матеріалу і його пружні характеристики.

Екструзія ПЕНТ проходить при температурі 483К, критичне напруження складає $19,6 - 10^4$ Па, $\gamma - 960$ с⁻¹.

1.7. Опис технологічного процесу

Технологічний процес одержання плівки поліетиленової складається з однієї стадії – екструзії поліетилену з подальшим роздувом і витягання плівкового рукава.

Екструзійне обладнання складається з наступних основних вузлів: екструзійний агрегат, що складається з:

- підлогового бункера;
- пневмотранспорта;
- екструдера з бункером;
- фільтру розплаву;

- переходника;
- екструзійної головки;
- кільця обдуву з вентилятором і системою шлангів;
- корзини;
- складаючих щік;
- приймальних затискних валків з приводом;
- системи транспортних неприводних валків;
- приймально-намотувального пристрою;
- шафи силової автоматики;
- пультів КВП.

Сировина – гранульований поліетилен високого тиску постачається в паперових або поліетиленових мішках, у контейнерах або на піддонах. При завантаженні поліетилен вручну з мішків висипається в підлогові бункери (свій для кожного екструдера), звідки вручну або пневмотранспортом (стиснене повітря) перекидається в бункер екструдера. Замість кришки бункер екструдера затягнутий тканиною, щоб уникнути скидання полімерного пилю в приміщення. Гранули поліетилену захоплюються обертовим шнеком і переміщаються уздовж осі матеріального циліндра екструдера по гвинтовому каналу шнека. Там поліетилен розігрівається за рахунок тепла, що підводиться від розташованих на циліндрі нагрівачів і за рахунок тепла, що виділяється при в'язкому терті перетворюється на гомогенний розплав. У завантажувальній зоні циліндра екструдера є вставна нарізна втулка, призначена для поліпшення захоплення гранул шнеком. Зона завантаження охолоджується водою, щоб уникнути передчасного плавлення полімеру і сплавлення його з шнеком.

Шнек стискає, перемішує і видавлює розплав через решітник з пакетом фільтруючих сіток в формуючу головку. Сітки запобігають потраплянню великих забруднень і нерозплавів в плівку. Пакет фільтруючих сіток (склад пакету задається технологічною службою) замінюється при зростанні тиску розплаву перед фільтром до 300-320 бар. Заміна вимагає зупинки процесу.

					<i>ДП. КНУТД. МзЗПП-21</i>	<i>Лис</i>
<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Для отримання кольорової плівки в підлоговий бункер мірною ємністю додають суперконцентрат і перемішують. Конкретна марка сировини і суперконцентрату, концентрація і режим переробки для кожного типорозміру плівки визначається технологічною службою цеху і вказується у змінному завданні щодня, для кожної зміни окремо. Точно так само виготовляється домішка для поліетилену регранулята (зворотного поліетилену), отриманого з поліетилену цієї ж марки. Кількість додавання регранулята визначається технологічною службою і не повинно викликати зупинки виробництва або погіршувати зовнішній вигляд і фізико-механічні властивості плівки по ТУ У 22.2-32375670-003:2015. Перед початком роботи обладнання вмикається обігрів всіх зон циліндра і головки. Установка завдання, а також контроль за температурним режимом в процесі роботи здійснюється за приладами в шафах КВП. Температурний режим перероблення поліетилену встановлюється відповідно до табл. 4. Одночасно з нагріванням вмикається охолодження завантажувальної зони циліндра.

Таблиця 4

Технологічна карта виготовлення плівки

Продукція	Сировина	Температура зон ($^{\circ}\text{C}$)										Прес		Тяга	Намотування	
		Прес					Фільтр	Адаптер	Головка			Швидкість обертів шнека (Л)	Навантаження (А)		Швидкість (V)	Швидкість (V)
		1	2	3	4	5			6	7	8			9		
		$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$					
P_CT_1500*120	15803-020	160	165	170	190	180	185	180	180	180	175	16,5	90	22,3	1,4	1,1

					ДП. КНУТД. МЗПП-21					Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат						

П_1500*40 чорне	15803-020	160	170	170	190	185	180	160	185	190	180	16,5	75	42,2	3,1	1,1
-----------------	-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	----	------	-----	-----

У період підготовки машини до пуску: виконати калібрування щілинного зазору головки, очистити його від нагару і змастити фільтрною пастою; заготовити і встановити шпулі; перевірити вимірювальний інструмент, наявність і марку сировини, відповідність температурного режиму завданню в усіх зонах обігріву; підготувати і завантажити в бункери екструдера відповідну сировину.

Щоб уникнути надмірних навантажень на головний привід і головку на період пуску екструдера після тривалої зупинки необхідно проводити пуск обережно, починаючи з найменших обертів приводу і збільшувати їх тільки після зниження навантаження на привід. Під час пуску вихід на режим відстежується за тиском розплаву перед фільтром. Процес просування матеріалу уздовж циліндра за рахунок механічної роботи черв'яка супроводжується виділенням тепла, тому можливий перегрів розплаву в порівнянні з завданням (повітряного охолодження зон циліндра – обдуву вентилятором, передбаченого конструкцією машини - іноді недостатньо). Екструзійна головка служить для формування плівкового рукава. Для калібрування щілинного зазору і регулювання товщини плівки передбачені спеціальні центруючі болти. Конструктивно головка складна в розбиранні і обслуговуванні, тому очищення щілини зазвичай проводиться без розбирання фільтрних кілець спеціальним скребком, виготовленим із алюмінію, титану або латуні. У випадку, якщо очистити не вдається, доводиться зрушувати рухливе зовнішнє фільтрне кільце в сторону, збільшуючи зазор в зоні забруднення і продовжувати очищення скребком або спеціальним гачком. Обігрів головки проводиться електронагрівачами, що розділяють головку на регульовані, незалежні один від одної зони. Підведення розплаву всередину

					ДП. КНУТД. МЗПП-21		Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат			

головки проводиться по центральному отвору і радіальним каналам до заходів канавок спірального розподільника. Далі отриманий кільцевий потік виходить вгору по зазору між фільєрними кільцями (зовнішнім і внутрішнім).

Для охолодження плівкового рукава над поверхнею головки встановлено кільце обдуву. Подача повітря здійснюється шляхом забору повітря вентилятором повітродувки, нагнітання його в ресивер, а з нього по спеціальних шлангах - в кільце обдуву, положення якого можна регулювати по горизонталі. Усередині кільця є "лабіринт" для вирівнювання потоків повітря на виході. Вихід повітря з кільця проводиться через дві щілини - одна біля самої вихідної щілини розплаву, друга - більшого радіусу і закрита похилим пробивним ситом. Повітря, що виходить біля початку рукава, може розгойдувати плівку, тому його витрати уважно контролюють. Можна просто знижувати загальну кількість повітря шибєром, а можна перерозподіляти спільне повітря на велику вихідну щілину (відкриваючи гвинтовий регулювальник зі шкалою).

Цей прийом ефективніше для рукавів великої ширини. Кільце обдуву сидить на масі головки. Через спеціальний отвір в дорні головки подається стисле повітря на роздув рукава. Розплав, який виходить із щілинного зазору головки, оформляють у вигляді міхура, затиснувши верхню частину і зав'язавши її шнуром, який пропускають через приймальні вали. Наповнений повітрям рукав повільно піднімають по напрямних пластинах вгору, в зазор між приймальними валками, які при підніманні рукава розкриваються. Заверділу частину рукава відрізають. Через систему напрямних проміжних валів рукав заправляють для намотування в рулони. По досягненні заданої ширини рукава подачу повітря на роздув припиняють. Заміряють товщину плівки і включають лічильник метражу, що означає початок напрацювання.

Основні параметри процесу – це кратність витяжки розплаву – вздовж, упоперек і загальна. Загальна кратність витяжки – це відношення зазору щілини до товщини плівки. Кратність поперечної витяжки - це кратність роздуву, тобто просто відношення діаметра рукава до діаметру вихідної

					ДП. КНУТД. МЗПП-21	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат		

щілини (щоб дізнатися діаметр рукава, треба його ширину в складеному вигляді розділити на 1,57). Оскільки загальна кратність витяжки дорівнює добутку поздовжньої кратності на поперечну, то кратність поздовжньої витяжки можна знайти діленням загальної кратності на поперечну.

Для поліетиленової плівки кратність роздуву допускається в межах 1,5-6,0. Загальна кратність витяжки зазвичай не перевищує 25, а підвищення її загрожує збільшенням кількості обривів рукава. Якщо поздовжня витяжка приблизно вдвічі більше поперечної, виходять ізотропні плівки, що мають приблизно однакові в поздовжньому і поперечному напрямках фізико-механічні показники. Це спостерігається, наприклад, якщо кратність поперечного роздуву 2,5, поздовжнього - 5, загальна кратність - 12,5, що при зазорі щілини 1,2 мм дає плівку завтовшки 100 мкм. При отриманні більш тонких плівок за рахунок більшої поздовжньої витяжки накопичується підвищена поздовжня орієнтація, тобто росте поздовжня міцність, але знижується деформованість готової плівки. У граничних випадках плівка виявляє схильність до розщеплення вздовж напрямку витяжки (якщо отримують напіврукав під пакети, то вони легко рвуться).

Щоб уникнути утворення на поверхні плівки складок перед приймальним пристроєм встановлені щоки, кут розводу яких регулюється і змінюється в залежності від діаметра одержуваного рукава. У процесі охолодження плівкового рукава відбувається кристалізація і затвердіння плівки. Зовні цей процес супроводжується помутнінням рукава. Границя переходу носить назву "лінії кристалізації", яка є одним з найважливіших факторів технологічного процесу. Чим вище розташована лінія кристалізації над площиною формуючої головки – тим більша ділянка на довжині рукава, коли полімер знаходиться в пластичному стані, а отже, тим сильніше виявляються зовнішні впливи на плівку: збільшується різнотовщинність, можливе злипання рукава і т.д. Крім того, зростає небезпека того, що рукав буде "сідати" на голову (розплав витягується під власною вагою швидше, ніж його відбирає тянучий пристрій). У той же час, при отриманні тонких

										Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат						

ДП. КНУТД. МзЗПП-21

плівок або в умовах підвищеної обривності (неоднорідна сировина, багато нерозплавів) лінію кристалізації піднімають дуже високо (до 4 м) для того, щоб знизити натяг витяжки (накопичену орієнтацію) і стабілізувати процес. Дуже низька лінія кристалізації небажана через низьку стабільність процесу роздуву (напряга в плівці висока) – рукав не тримає форму, готова плівка має поздовжні короткі складки.

Рівномірною лінією кристалізації, розташована на одній висоті по всьому периметру рукава, свідчить про добре налаштований процес і низьку різнотовщинність плівки. Отриману плівку змотують у рулони на картонні або поліетиленові шпулі. При намотуванні шпуля, надіта на сталевий вал, котиться по поверхні приводного валка. Перехід з шпулі на шпулю проводять поперечною різкою ножем або пневмоножем із переаправленням кінця плівки. Для полегшення початку намотки шпулю по необхідності обмотують липкою стрічкою.

Готовий рулон загортають в упаковку, зважують і клеять етикетку. Зміщення плівки по торцю рулона допускається в межах допуску на ширину. Кожен рулон повинен мати етикетку встановленого зразка. Плівку складають і зберігають в закритих від потрапляння прямих сонячних променів приміщеннях, в горизонтальному положенні, на відстані не менше 1 м від нагрівальних приладів, при температурі від 5 до 40°C. Допускається зберігання плівки в неопалюваному складському приміщенні при температурі до мінус 30°C не більше 1 місяця. Транспортують плівку будь-яким видом транспорту, в критих транспортних засобах відповідно до правил перевезення вантажів, що діють на даному виді транспорту. Гарантійний термін зберігання плівки 1 рік з дня виготовлення. Технологічний процес виробництва стабілізованої поліетиленової плівки є маловідходним виробництвом, що дозволяє в повному обсязі використовувати зворотні технологічні відходи, що утворюються в процесі виробництва. При виробництві плівок товщиною більше 80 мкм допускається добавка регранулята (зворотних відходів) із сировини тієї ж марки, що й основний

						ДП. КНУТД. МзПП-21	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат			

гранулят; при цьому якість одержуваної плівки має відповідати всім вимогам НТД. Критерієм при цьому є зовнішній вигляд і фізико-механічні властивості плівки.

При виробництві плівки з ПЕВТ методом екструзії вибрано лінію ЛРП 3х90-(4000-6000) на базі одночервячного преса ЧП 90×33, оскільки він зменшує затрати на виробництво, за допомогою даного обладнання, отримуємо якісну продукцію.

З бункеру 1 завантажується ПЕВТ поступає до шнековий живильник 2, де відбувається додаткове змішування. При обертанні черв'як преса 3 захоплює розплав, переміщує його у напрямі екструзії. Під дією тепла, що виділяється за рахунок дисепативних процесів і тепла, що передається від електро-нагрівачів через циліндр преса, композиція плавиться, перемішується і під дією тиску, що створюється черв'яком через шибєрний фільтр, поступає в адаптер, головки 4, розподіляється по ширині каналу головки і виходить з її формуючого каналу у вигляді заготовки.

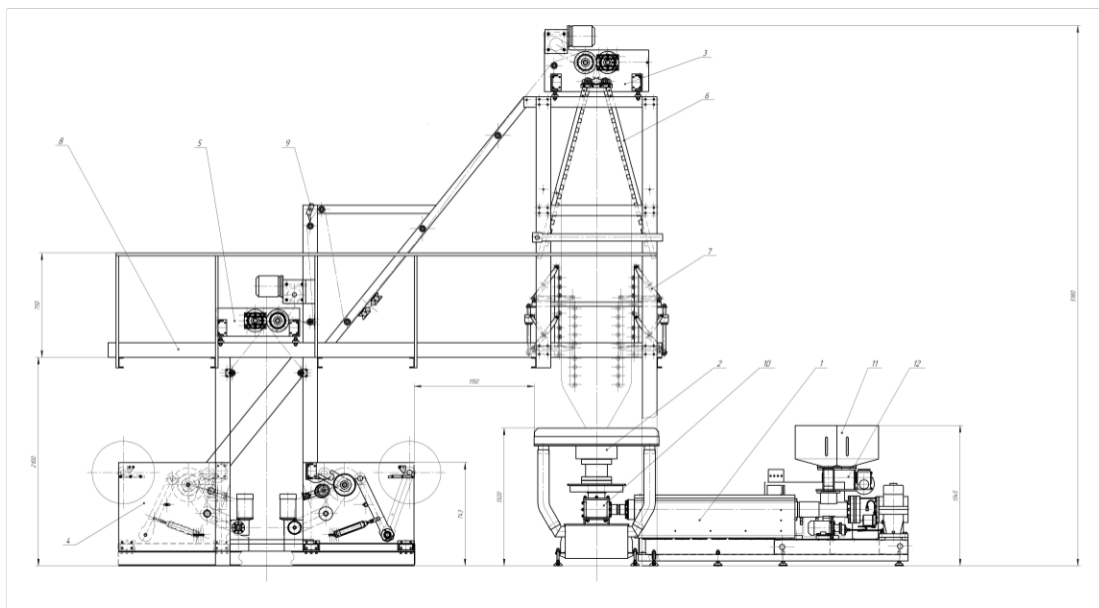


Рис. 1. Технологічна схема одержання рукавної плівки

Виробництво рукавної плівки здійснюється методом екструзії через кільцеву плівкову головку з наступним роздмухуванням за схемою "знизу - нагору". Послідовність технологічних операцій у роботі лінії наступна. Подача сировини в бункер (1) черв'ячного преса ЧП 90х30 (2) здійснюється

Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат

ДП. КНУТД. МЗПП-21

Лис

оператором. Гранульований матеріал з бункера через завантажувальну лійку подається в зазор між черв'яком і рифленою втулкою черв'ячного преса. Поздовжні пази рифленої втулки й інтенсивне водяне охолодження зони завантаження усувають обертання гранул полімеру, що подається разом із черв'яком і передають їм поступальний рух, що дозволяє ущільнити їх до щільності монолітного матеріалу перед надходженням у зону дозування, де полімер під дією механічної енергії електронагрівачів, що розташовані на циліндрі, розплавляється, перемішується й у вигляді однорідної маси проходить через фільтр (3) і видавлюється з кільцевої головки (4) у вигляді трубчастої заготовки. Під дією охолоджуючого повітря, що подається за допомогою пристрою зовнішнього охолодження (5) на зовнішню поверхню заготівлі, відбувається охолодження заготовки, що роздмухується. Сформований плівковий рукав, проходячи через складальний пристрій, (6) сплющується й захоплюється валками тягнучого пристрою (8). Надалі рукав через систему відхиляючих роликів, що, установлені на естакаді (9), надходить на намотувальний пристрій (10), де відбувається намотування його в рулон.

Бункер призначено для прийому гранульованого матеріалу, що засипають вручну, і подальшої подачі його в завантажувальну лійку черв'ячного преса.

Бункер являє собою металевий короб ємністю не менш $0,3 \text{ м}^3$ із фланцем для стикування із завантажувальною лійкою черв'ячного преса й оглядових вікон для візуального контролю наявності гранульованого матеріалу. Конструкція фланця має шибер, що дозволяє зупиняти подачу гранульованого матеріалу в завантажувальну лійку черв'ячного преса.

Черв'ячний прес призначений для підготовки розплаву полімеру й безперервної подачі його в кільцеву плівкову головку.

Прес складається з електродвигуна постійного струму, редуктора, черв'яка, завантажувальної лійки, станини. Відстань від основи до осі черв'яка 300 ± 20 мм. Конструктивний пристрій черв'ячного преса забезпечує

					ДП. КНУТД. МЗПП-21	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат		

одержання гомогенного розплаву з максимальною пластикуючою здатністю в розплаві ПВД за ДСТ 16337-77 не менш 250 кг/год при гідравлічному опорі в головці не більше 30 МПа й температурі розплаву на виході із преса $190 \pm 10^{\circ}\text{C}$.

Параметри преса при переробці зазначеного матеріалу визначаються при проведенні приймальних випробувань лінії.

Прес працює в такий спосіб. Гранули полімерного матеріалу із завантажувальної лійки надходять у зазор між втулкою й черв'яком, захоплюються обертовим черв'яком і, ущільнюючись у зоні рифленої втулки, надходять у нагріваючу зону циліндра. Під дією теплової енергії від електронагрівачів і механічної енергії обертаючого черв'яка полімер розплавляється, перемішується і у вигляді гомогенного розплаву виходить із преса. Надлишкове тепло з поверхні циліндра відводиться повітрям, що подається в кожен зону окремим вентилятором, з поверхні рифленої втулки і з черв'яка - водою.

Фільтр ФШР-63 призначений для очищення розплаву полімеру від сторонніх включень перед входом його в кільцеву головку.

Фільтр розплаву складається із двох корпусів, притискної втулки із фторопластовим кільцем, шибера, виконаного у вигляді сектора із двома гніздами для установки фільтруючого елемента, що фільтрують елементів з ефективною площею фільтруючої поверхні не менш $0,005 \text{ м}^2$ і перехідного елемента для стикування із черв'ячним пресом.

Голівка плівкова кільцева ГПК-300 призначена для формування рукавної полімерної заготовки з розплаву матеріалу, що переробляється.

Голівка складається з наступних основних деталей і вузлів: корпусу, матриці, дорна, гвинтового розподільювача, електронагрівачів опору й візка-ресивера. Матриця з дорном утворюють формуючий кільцевий зазор номінальним діаметром 300 мм і шириною 2,2 мм. Візок-ресивер призначений для установки кільцевої плівкової головки і транспортування її в зручне для проведення обслуговування й ремонту місце.

										Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат						

ДП. КНУТД. МЗПП-21

Працює головка в такий спосіб. Розплав полімеру через систему каналів, що підводять, надходить у гвинтовий розподільник, що рівномірно розподіляє його по периметрі формуючого кільцевого зазору, і на виході з формуючого кільцевого зазору утворює рукавну заготовку. Нагрівання голівки здійснюється електронагрівачами опору. Контроль температури і її регулювання автоматичне. Число зон обігріву - 3.

Регулювання ширини формуючого кільцевого зазору здійснюється шляхом зсуву матриці регулювальними болтами, розташованими в матриці головки з упором у корпус.

Пристрій зовнішнього охолодження призначено для подачі охолодженого повітря на зовнішню поверхню плівкового рукава.

Пристрій складається з охолоджувального кільця, повітропроводів й електровентилятора із заслінкою.

Охолоджене повітря нагнітається вентилятором. Його подача регулюється ступенем відкриття заслінки. Далі повітря надходить у ресивер, де розподіляється по чотирьох повітропроводах, по яких він переходить в охолоджувальне кільце, де розподіляючись по периметру кільцевого зазору, направлено виходить на зовнішню поверхню полімерної трубчастої заготовки, що виходить із формуючого кільцевого зазору голівки.

Складувальний пристрій призначено для переведення циліндричної форми рукава в плоску.

Складувальний пристрій побудовано із двох щік, що складаються, виконаних у вигляді рамної металоконструкції, на якій закріплені планки з деревини твердих порід. Регулювання кута між щоками в межах 25-30° здійснюється вручну за допомогою гвинтового механізму.

Після переведення циліндричної форми рукава в плоску рукав попадає у валки пристрою тягнучого.

Пристрій тягнучий призначений для здійснення процесу витяжки плівкового рукава в зоні формування і для протягання його через складувальний пристрій.

					ДП. КНУТД. МЗПП-21	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат		

Пристрій тягнучий складається з рами, двох прогумованих валків, приводу й двох пневмоциліндрів (або притискних пружин).

Рама являє собою дві плити жорстко скріплених між собою стяжками. На плитах закріплені опори валків, привід і пневмоциліндри. Діаметр робочої частини прогумованих валків не більше 300 мм, довжина - 1700 м. Один з валків установлюється стаціонарно й обертається від приводу з безступінчастим регулюванням частоти обертання в діапазоні 1 - 10, другий - рухомий, що притискається до стаціонарного двома пневмоциліндрами. Застосування двох пневмоциліндрів забезпечує рівномірний розподіл сили притиснення по довжині робочої частини валків. Привід стаціонарного валка складається з електродвигуна постійного струму, черв'ячного одноступінчастого редуктора, відкритої одноступінчастої зубчастої передачі й забезпечує окружну швидкість тягнучих валків у діапазоні від 0,05 до 0,40м/с.

Працює пристрій у такий спосіб. Плоский плівковий рукав пропускається в зазор між розведеними валками, після чого валки зводяться й затискають рукав. Зведення і розведення валків здійснюється дистанційно з робочого місця оператора або безпосередньо на пристрої. Сила тертя на лінії змикання валків, між гумовою поверхнею валків і плівкою, забезпечують передачу окружної швидкості стаціонарного валка на плівку.

Естакада призначена для установки складових частин лінії: пристроїв складувального та тягнучого - з метою здійснення технологічного процесу виробництва рукавних плівок за схемою "знизу - нагору". На естакаді також установлені ролики, що відхиляють, котрі забезпечують необхідну траєкторію руху плівкового полотна.

Естакада складається з рами, балконів, огорожень і сходів.

Пристрій намотувальний призначений для намотування плівки у вигляді полотна шириною не більше 1500 мм на паперову, пластмасову або металеву шпулю, установлену на штанзі периферійним способом. Швидкість прийому плівки від 0,05 до 0,4 м/с.

					ДП. КНУТД. МЗПП-21	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат		

Пристрій намотувальний містить у собі станину, блок периферійного намотування, приводи блоку периферійного намотування, індикатор довжини плівки, систему керування приводом.

Станина являє собою дві плити, жорстко скріплені між собою стяжками, і служить для кріплення всіх механізмів пристрою намотувального.

Блок периферійного намотування - механізм, що забезпечує намотування плівки в рулон. Блок периферійного намотування являє собою прогумований валок встановлений у станині на підшипникових опорах і обладнаний зірочкою для передачі крутного моменту.

Індикатор довжини плівки призначений для індикації й спостереженням за зміною довжини намотаної в рулон плівки. Індикатор довжини плівки складається з безконтактного кінцевого вимикача, лічильника електричних імпульсів і перетворювача електричних сигналів.

Працює індикатор у такий спосіб: прогумований валок, протягуючи плівкове полотно, дає сигнал на безконтактний вимикач, викликаючи вироблення в ньому електричних імпульсів, які передаються в лічильник електричних імпульсів.

Таблиця 5

Контроль виробництва та управління технологічним процесом

Найменування стадій, місце виміру параметру чи відбору проби	Параметр, що контролюється	Частота і вид контролю	Контролер
Вхідний контроль сировини	Зовнішній вигляд	Постійно кожену зміну	Контролер ВТК
	Густина, г/см ³	На кожній партії	Лаборант
	Показник текучості розплаву Вміст летких речовин, %		Контролер ВТК
Екструзія	Температура по зонах	Не менше 4 раз за зміну через рівні проміжки часу (із записом в журналі)	Машиніст екструдера
	Тиск повітря в системі	2 рази за зміну (без запису в журналі)	Машиніст екструдера

Пневматичне розтягування і витяжка плівкового рукава	Швидкість витяжки	Не менше 4 раз за зміну через рівні проміжки часу (із записом в журналі)	Машиніст екструдера
Намотування плівкового рукава	Швидкість намотки	Не менше 4 раз за зміну через рівні проміжки часу (із записом в журналі)	Машиніст екструдера
Контроль виробництва плівки	Зовнішній вигляд	Постійно	Машиніст екструдера, контролер ВТК
	Колір	Постійно	Машиніст екструдера, контролер ВТК
	Ширина	Не менше 4 раз за зміну (із записом в журналі)	Машиніст екструдера
		Постійно (із записом в журналі)	Контролер ВТК
	Товщина	Не менше 4 раз за зміну (із записом в журналі)	Машиніст екструдера
		Постійно (із записом в журналі)	Контролер ВТК
Довжина	Кожен запуск лінії або кожні 14 днів роботи лінії	Машиніст екструдера, контролер ВТК	
Контроль готової продукції	Зовнішній вигляд Колір Ширина Товщина Довжина Міцність при розтягу в повздовжньому та поперечному напрямках Відносне подовження при розриві в повздовжньому та поперечному напрямках Пружні властивості: пружне відновлення та утримуюча напруга	ТУ У 22.2-32375670-003:2015	Лаборант, контролер ВТК
Контроль упаковки	Вид упаковки Наявність етикетки Правильність напису на етикетці	Кожний рулон	Машиніст екструдера, контролер ВТК
Контроль маркування	Чіткість маркування	Кожний рулон за зміну	Машиніст екструдера, контролер ВТК
Зм	Лис	№ докум.	Підпис
ДП. КНУТД. МЗПП-21			Лис

Таблиця 6

Можливі несправності в роботі і способи їх усунення

Несправності	Можливі причини виникнення несправностей	Дії персоналу і спосіб усунення несправностей
Желеподібні включення по всій поверхні рукава	Неоднорідність сировини за молекулярною вагою. (Можливо, завантажений поліетилен різних марок)	Замінити партію сировини
	Недогрів або перегрів будь-якої зони циліндра, головки	Перевірити навантаження зон амперметром і підключенням термопар. Викликати чергового слюсаря КВПіА для ремонту або заміни приладу.
	Недостатня гомогенізація матеріалу в циліндрі	Зменшити швидкість обертання шнека. Знизити температуру розплаву або збільшити кількість фільтруючих сіток
	Пробиті сітки	Замінити фільтруючі сітки
Різновисинність плівки вище допустимої	Зсув формуючого зазору голівки	Відкалібрувати голівку.
	Нерівномірний обдув рукава	Почистити і відрегулювати кільце обдуву. Перевірити цілісність повітряних шлангів.
	Температура розплаву змінюється після виходу з екструдера	На фільтрі і голівці встановити температуру, рівну температурі вихідної зони шнека
	Нерівномірний розподіл температур по зонах.	Встановити завдання відповідно технологічної карти
	Несправність приймального пристрою.	Відремонтувати приймальний пристрій
Смуги	Нагар на поверхні екструзійної голівки	Вичистити щілинний зазор
Нестабільність рукава	Нерівномірна подача повітря на обдув рукава або протяги	Почистити кільце обдуву. Усунути рух повітряних потоків в приміщенні цеху. Перевірити цілісність повітряних шлангів.
Бульбашки в товщі плівки	Волога сировина	Замінити сировину
Обрив рукава	Наявність сторонніх включень	Перевірити сировину, замінити сітки, якщо цього недостатньо - почистити голівку.
	Надмірна поздовжня витяжка	Підняти температуру розплаву, підняти лінію кристалізації.
Складки плівки на транспортних валках	Повітря між шарами плівки	Надрізами плівки в місцях здуття випустити повітря, починаючи зверху машини
	Великий розкид різновисинності	Відкалібрувати голівку і почистити кільце обдуву.
	Надмірний натяг	Зменшити натяг (знизити тиск повітря в пневмоциліндрах валка-танцюра)

Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат

ДП. КНУТД. МЗПП-21

Лис

	Перекіс прийомних і намотувальних валів	Виставити приймально-намотувальний пристрій за рівнем, перевірити співвісність валів.
Складки під час намотування плівки	Надмірний натяг	Зменшити натяг (знизити тиск повітря в пневмоциліндрах валка-танцюра)
Гарячі складки	Перегрів маси	Знизити температуру головки, збільшити подачу води на охолодження шнека знизити швидкість екструзії.
	Перекіс напрямних пластин (щік)	Встановити необхідний кут нахилу кожної з щік і виставити їх по центру прийомних валів.
	Центр зазору прийомних щік не збігається з центром головки.	Встановити прийомні щоки по схилу.
	Асиметрія рукава	Перевірити зони обігріву та відкалібрувати голівку
	Протяги в приміщенні	Усунути рух повітряних потоків в приміщенні цеху.
Злипання плівкового рукава	Недостатнє охолодження рукава, висока лінія кристалізації.	Посилити обдув рукава, знизити температуру розплаву, зменшити швидкість екструзії і швидкість відводу плівкового рукава.
Рукав "сідає"	Перегрів маси, недостатньо охолодження	Знизити температуру розплаву, посилити обдув рукава
"Напливи", "муар" на поверхні плівки	Перегрів маси	Знизити температуру головки, збільшити подачу води на охолодження шнека, знизити швидкість екструзії.
Високі фізико-механічні показники плівки	Якість сировини не відповідає технічним вимогам НТД.	Замінити сировину
	Надмірна поздовжня витяжка плівки	Підняти лінію кристалізації, збільшити температуру розплаву
Навантаження двигуна шнека вище номінальної	Засмічення фільтра	Замінити фільтруючі сітки
	Недостатньо прогріта маса	Перевірити температурний режим на відповідність завданням
	Несправний обігрів	Забезпечити обігрів
У зоні транспортних валків в рукав набігає повітря. Поступово зменшується діаметр рукава	Нещільно зведені прийомні валки	Домогтися щільного прилягання прийомних валків.
Поступово зменшується діаметр рукава	Негерметичні з'єднання підведення повітря на роздув рукава.	Усунути несправність. Перевірити цілісність повітряних шлангів і надійність закритих вентилів.

Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат

ДП. КНУТД. МЗПП-21

Лис

Обернені відходи поліетилену на 1000 кг. готової продукції складають 100 кг.

Розрахунок продуктивності екструдера

Для розрахунку продуктивності екструдера ЧП 90 х 33, приймаємо такі значення:

$D_{ч}$ - діаметр черв'яка 9,0 см;

$H_{ср}$ - середня глибина нарізання черв'яка 0,7 см;

φ - кут нахилу гвинтовий лінії черв'яка 17° ;

n - число оборотів черв'яка 102 об / хв;

$L_{н}$ - довжина дозуючої зони $33 D =$;

p - тиск у головці 15,0 МПа;

δ - щільність розплаву в дозуючій зоні при температурі 270°C
 $1220 \text{ кг} / \text{м}^3$;

$\eta_{к}$ - ефективна в'язкість розплаву в дозуючих зонах при температурі переробки. 980 Пас

Для розрахунку продуктивності використовуємо формулу:

$$Q = (\pi^2 D^2 h^3 \sin \varphi \cos \varphi) / 2 * n - (\pi D h^3 \sin^2 \varphi / 12 L D) * \rho / \eta_{к}$$

$$Q = (3,14^2 * 9^2 * 0,7^3 * \sin 17^{\circ} * \cos 17^{\circ}) / 2 * 102 - (3,14 * 9 * 0,7^3 * \sin^2 17^{\circ} / 12 * 297 * 9) * (1,22 / 980) = 205 \text{ кг} / \text{год}$$

Згідно з технологічним регламентом для охолодження полотна плівки, що проходить крізь каландровий агрегат, слугує охолоджуючий агент – вода, що циркулює всередині валків. Вода для охолодження валків повинна мати t° не вище $18-20^{\circ}\text{C}$, об'єм витрат води складає $24 \text{ м}^3 / \text{год}$.

$$W_{води} = V \cdot \Phi_{еф} \cdot N,$$

де V - витрати води, $\text{м}^3 / \text{год}$;

$\Phi_{еф}$ - ефективний фонд часу роботи устаткування, год

N – кількість одиниць устаткування.

$$W_{води} = 24 \cdot 7584 \cdot 1 = 182016 \text{ м}^3 / \text{год},$$

Рідкі відходи відсутні. Вода, що йде на технологічні потреби – направляється до системи водообігу.

<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>					<i>Лис</i>

ДП. КНУТД. МЗПП-21

Розрахунок теплових втрат в черв'ячному пресі

Конструкція черв'ячного пресу ЧП 90 x 33 дозволяє раціонально використовувати вітчизняні нагрівачі.

Для визначення загальної потужності нагрівальних елементів розраховують витрати тепла (Q_N) із рівняння: $Q_N = Q_K / \eta$,

де Q_K – кількість тепла, що надходить до полімеру кДж/год.;

η – коефіцієнт корисної дії нагрівальних елементів, який дорівнює 0,35 и залежить від конструкції нагрівачів і вибраного типу ізоляції.

Так, як температура расплаву полімеру перед формуючою головкою дорівнює 558 K то Q_K – можна визначити із теплового балансу:

$$Q_K = Q_i + Q_{затр} + Q_q + Q_N$$

де Q_i – ідеальна кількість тепла, яка необхідна для отримання расплаву:

$$Q_i = G_T \times C_T \times (T_K - T_H)$$

где G_T - кількість полімерного матеріалу, який продавлюється на черв'ячному пресі за одиницю часу (100 кг/год);

C_T – теплоємність полімеру (3 кДж/кг К)

T_K – температура полімеру на виході із черв'яка, 558 K;

T_H - температура полімера на вході в загрузочную зону, 293 K.

$$Q_N = G_T C_T (T_K - T_H) = 100 \times 3 \times (473 - 293) = 54000 \text{ кДж/ч.}$$

Втрати тепла $Q_{втр}$ корпусу черв'ячного пресу визначають за рівнянням:

$$Q_{втр} = F \times (T_{кор.} - T_{в}) = 3,14 \times 17,5 \times 40 = 2088 \text{ кДж/ч.,}$$

где F - коефіцієнт поверхні корпусу черв'ячного пресу (3,14 м) коефіцієнт тепловіддачі при вільній конвенції від поверхні циліндра до повітря (17,5 ВТ/м К) ;

$T_{кор.}$ - температура зовнішньої поверхні ізоляційного корпусу, 333 K;

$T_{в}$ - температура навколишнього середовища, 295 K;

Q_q - кількість енергії, яка йде на подолання опору та формування виробу в головці, складає 5-7% від Q_N і дорівнює 7140 кДж/год.

					<i>ДП. КНУТД. МЗПП-21</i>	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат		

Тепловиділення в черв'ячній зоні за рахунок перетворення механічної енергії в тепло (Q_M) визначається із рівняння :

$$Q_N = 860 \times N_{\text{чер.}} = 860 \times N_{\text{дв.}} \times \eta_{\text{дв.}} \times \eta_{\text{р.}} \times \eta_{\text{тр.}} = 860 \times 55 \times 0,48 \times 0,88 \times 0,7 = 73924 \text{ кДж/год.}, \text{ где}$$

N – потужність двигуна, 55 кВт;

$\eta_{\text{дв.}}$ - ККД електродвигуна, 0,48;

$\eta_{\text{р.}}$ - ККД редуктора, 0,88;

$\eta_{\text{тр.}}$ - ККД резисторних перетворювачів, 0,7.

Після підстановки числових значень в рівняння $Q_K = Q_{\text{и}} + Q_{\text{пот}} + Q_{\text{г}} + Q_N$, отримуємо: $Q_K = 54000 + 2080 + 7140 + 73924 = 137144 \text{ кДж/год.}$

Загальну потужність нагріваючих елементів розраховують по формулі :

$$Q_H = Q_K / \eta = 137144 / 0,35 = 39184 \text{ кДж/ч.}$$

Потужність нагрівача (W_H) визначають за допомогою виразу:

$$W_H = Q_H / 4,2$$

$$W_H = 39184 / 4,2 = 9329 \text{ Вт} = 9 \text{ кВт}$$

Визначення втрат енергії в одношнековому екструдері

Необхідно враховувати кількість витраченої енергії на виготовлення однієї тонни поліетиленової плівки. При встановленому режимі екструзії величина витраченої енергії є величиною сталою. Контроль ведеться по витраченій енергії. Потужність, яка витрачається екструдером (N), витрачається на переміщення маси полімера вздовж каналу до формуючої головки. Необхідна потужність для обертання шнеку може бути вирахована [8] із рівняння енергетичного балансу екструдера:

$$N = 32 \cdot 10^{-5} \cdot Q_e \cdot C (T_p - T_0), \text{ де}$$

Q_e - продуктивність екструдера, 205 кг/год;

C - теплоємність, Дж/кг·К (3);

T_p - температура розплаву, 220;

T^0 - температура завантаженої сировини, 20;

$$N = 32 \cdot 10^{-5} \cdot 205 \cdot 3 (220 - 20) = 17,66 \text{ кВт}$$

При виборі електродвигуна для черв'ячного пресу необхідно

									Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат	ДП. КНУТД. МЗПП-21				

враховувати ККД двигуна 0,5.

$$N_{\text{дв}} = \frac{N}{0,5} ; \quad N_{\text{дв}} = \frac{17,66}{0,5} = 35 \text{ кВт};$$

Розрахунок опору екструзійної головки

Вихідними даними для розрахунку головок являються теплофізичні і реологічні характеристики переробляючого полімерного матеріалу та продуктивність, в даному випадку $Q_e = 205$ кг/год.

Знаходимо опір екструзійної головки, використовуючи формулу для кільцевого циліндричного каналу:

$$V_{\omega} = 2(1/m + 2)$$

$$R = \Pi * Q_e * \delta^2$$

m – індекс розплаву = 0,7

$$V_{\omega} = 2(1/0,7 + 2) = 6,857$$

$$R = 3,14 * 205 * 0,01^2 = 117,24 \text{ МПа}$$

Висновки

Проведено вибір продукції, яка випускається (поліетиленова плівка), розраховані виробнича програма і потрібну кількість матеріалів для її виконання. Зроблено обґрунтування і вибір способу одержання поліолефінової плівки методом екструзії.

Розроблено технологічну схему одержання поліетиленової плівки методом екструзії. Зроблено вибір технологічного обладнання та розрахунок потреби в ньому.

					<i>ДП. КНУТД. МЗПП-21</i>	<i>Лис</i>
<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

рослини може завдавати їм шкоди через опіки. У цьому випадку використовують світлорозсіювальні добавки, що вводяться до складу плівкового полімеру. Застосування подібних плівок збільшує кількість падаючого світла на листя рослин у другому та третьому ярусі теплиці втрічі в порівнянні зі звичайною плівкою.

3. Видалення крапель для покращення процесу передачі світла

Наявність і форма крапель води лежить на поверхні плівки істотно впливають процес передачі світла. При вугіллі падіння 90° краплі здатні відобразити до 40% падаючого випромінювання. Крім того, краплі, що падають на рослини, призводять до накопичення води на листі та утворюють небезпеку появи деяких видів паразитних хробаків (гостриків). Щоб уникнути негативного впливу процесу конденсації, необхідно підвищити фізико-хімічну сумісність поліетилену з водою, яка у свою чергу зменшить кут змочування та покращить процес змочування. У цьому випадку краплі води розтікаються по поверхні плівки, утворюючи тонку і однорідну плівку. Крім того, тонкий шар води на плівці добре відображає довгохвильове ІЧ-випромінювання, що важливо для збереження тепла в теплиці вночі. Саме для цих цілей застосовують антифогові (інакше – протитуманні) добавки та обов'язково додають до складу тепличних полімерів.

4. Створення бар'єру для УФ-випромінювання

Типовим прикладом бар'єрних тепличних плівок є плівки розплідників, у яких вирощують квіти (червоні троянди). Існують також тепличні плівки, що мають властивості УФ-бар'єру. Серед них найбільш досконалою є так звана плівка-антивірус. Вона перешкоджає проникненню в теплицю УФ-променів, без яких деякі види комах переносників вірусів сліпнуть і не можуть інфікувати рослини. Справа в тому, що різні комахи, наприклад, джміль (комаха-запилювач) і біла попелиця (комаха-шкідник), бачать у різних діапазонах УФ-спектру. Тоді, «вирізаючи» певні ділянки спектру, можна «сліпити» деякі види комах – переносників вірусів та грибкових збудників. Зібраний у такій теплиці врожай за обсягом практично не відрізняється від

									Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат					

ДП. КНУТД. МЗПП-21

урожаю у звичайній теплиці, але зовнішній вигляд зібраних плодів значно кращий.

Таким чином, знання факторів навколишнього середовища, що впливають на зростання рослин, та механізму дії різних добавок, що вводяться до складу плівкових полімерів, дозволяє спрямовано керувати властивостями тепличних плівок з метою прискорення зростання та підвищення врожайності сільськогосподарських культур, що вирощуються в теплицях.

В роботі досліджувались суперконцентрати (анти-блоки) різних виробників AP Slip PE MB 102119 (AMPACET), SAB 003 PL (TECHNOCOM), PE 0615 F (ТАЙКУН), EP PA 38 (Ener Plastics).

Суперконцентрат AP Slip PE M 102119 вміщує комбінацію антиадгезивних і швидкомігруючих добавки, для покращення ковзання. Рекомендований відсоток дозування 1% - 3% в поліетилен низької густини.

SAB 003 PL це концентрат ковзної і антиблокуючої добавки швидкої дії, який призначений для регулювання коефіцієнта тертя та адгезії на поверхні виробів з поліетиленів низької і високої щільності.

Сфера застосування: вироби з поліетилену виготовлені методом екструзії (ПЕ плівки, листи), а також вироби виготовленні методом лиття під тиском. Наявність антиблокуючого компоненту значно полегшує процес розкриття рукава і відсутність злипання під час виробництва рукавних полімерних плівок. Рекомендований відсоток дозування 1% - 3%. Остаточний відсоток введення концентрату повинен бути визначений споживачем, в індивідуальному порядку, в процесі випробування пробних зразків.

Концентрат SAB 003 PL не містить токсичних продуктів і придатний для застосування в матеріалах, що контактують з харчовими продуктами. У разі загоряння гасити пінними, порошковими і вуглекислотними вогнегасниками.

EP PA38 використовується для виконання технічних вимог до суперконцентратів технологічних добавок, для покращення екструзії

						ДП. КНУТД. МЗПП-21	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат			

поліолефінів. EP RA38 зменшує прилипання на штампи, збільшує потужність виробництва рукавних плівок, листів, трубного профілю та виробів видувного формування з поліетилену низького тиску.

Переваги: знижує енергоспоживання, дозволяє знизити температуру переробки, використовується для введення у композиції на основі високомолекулярних поліолефінів, зменшує прилипання до штампів, підходить для екструзії видувної/плоскощільної плівки, труб, канатів та стрічок, покращує термічну стабільність при високотемпературній обробці, покращує друк та термозварювання, усуваючи розтріскування плівок. Рекомендована концентрація використання становить від 0,5 до 2% залежно від умов використання.

В таблиці 8 наведено результати досліджень.

Таблиця 8

Визначення коефіцієнту тертя поліетиленової плівки

Виробник	Найменування/властивості LLDPE	Густина г/см ³	Застосування	Коефіцієнт тертя			
				Без анти-блока		З анти-блоком	
				Статичне	Динамічне	Статичне	Динамічне
<i>AMPACET</i>	<i>AP Slip PE MB 102119(анти-блок)</i>	0,973	Тришарова мульчувальна плівка	0,54	0,55	0,09	0,1
<i>TECHNOCOM</i>	<i>CAB 003 PL(анти-блок)</i>	1,05	Тришарова мульчувальна плівка	0,44	0,5	0,08	0,08
<i>ТАЙКУН</i>	<i>PE 0615 F(анти-блок)</i>	1,01	Тришарова мульчувальна плівка	0,55	0,6	0,11	0,12

					ДП. КНУТД. МЗПП-21		Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат			

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведено вибір продукції, яка випускається (поліетиленова плівка), розраховані виробнича програма і потрібну кількість матеріалів для її виконання. Зроблено обґрунтування і вибір способу одержання поліолефінової плівки методом екструзії.

Розроблено технологічну схему одержання поліетиленової плівки методом екструзії. Зроблено вибір технологічного обладнання та розрахунок потреби в ньому. Продуктивність лінії складає 205 кг/год. Втрати поліетилену на 1000 кг. готової продукції складають 30 кг. Обернені відходи поліетилену на 1000 кг. готової продукції складають 100 кг.

Проаналізовано шкідливі та небезпечні фактори, розробили комплекс заходів по досягненню встановлених нормативів охорони праці:

- зроблено розрахунок заземлення електроустаткування в цеху при виконанні технологічного процесу;
- передбачено первинні засоби пожежегасіння, зокрема розраховано кількість вогнегасників, необхідних у приміщенні при виникненні пожежі $n = 11$;
- для запобігання викидів у навколишнє середовище передбачена витяжка з попередньою очисткою та розрахований фільтр;
- запропоновано заходи щодо енергозбереження в системі освітлення в цеху.

Спроектовано виробниче приміщення з усіма приміщеннями, необхідними для процесу: основними, допоміжними й санітарно-гігієнічними.

Досліджено властивості теплічних плівок та встановлено, що додавання пластифікатора (анти-блоку) відбувається взаємодія з пресінговою добавкою та знижується коефіцієнт тертя на 15 – 35 %. В результаті проведених досліджень та аналізу отриманих результатів рекомендовано використовувати САВ 003 PL (TECHNOCOM), так як з введенням в поліетиленову композицію цієї добавки спостерігаємо мінімальне значення коефіцієнта тертя (статистичне та динамічне) – 0,08.

					ДП. КНУТД. МЗПП-21	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Джурка Г.Ф. Полімерні композиційні матеріали – Полтава, 2008. – 58 с.
2. Пахаренко В.А., Яковлева Р.А., Пахаренко А.В. Переработка полимерных композиционных материалов: - К.: Изд. Комп. «Воля», 2006.- С. 552.
3. Мікульонок І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини: монографія. – К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2009. – 265 с.: іл. – Бібліогр.: с. 239– 262.
4. Основи проектування одночерв’ячних екструдерів : навч. посіб. / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко . – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 200 с. : іл. – Бібліогр. : с. 196.
5. Теорія та методи дослідження і випробування пластмас, клеїв та герметиків: навч. посібник / Л.П. Підгорна, Г.М. Черкашина, В.В. Лебедев – Харків : НТУ “ХПІ”, 2015. – 276 с.
6. Суберляк О.В., Скороход В.Й., Семенюк Н.Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 340 с.
7. Суберляк О. В.; Баштанник П. І. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів. Львів: Растр-7, 2007, 375.
8. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища/ Бедрій Н.О., Джигирей В.С., Сторожчук В.М, Яцик Р.А. - Львів, 2003. - 271 с.
9. Бухкало С.І. Технології ресурсо-та енергозбереження для полімерної тари та пакування. 2016. PhD Thesis. Національний університет харчових технологій.
10. Вухкало С. Синергетичні моделі для екологічнобезпечних процесів ідентифікації-класифікації вторинних полімерів. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів, 2018, 18: 36-44.
11. Бедрій Я.І., Геврик Є.О., Кіт І. Я., Мурін О.С., Єнкало В.М. Охорона праці. - Л., 2000. – 321 с.

						<i>Лис</i>
<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	<i>ДП. КНУТД. МЗПП-21</i>	

12. Утилізація та рекуперація відходів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/9041/3/Утилізація+та+рекуперація+відходів.pdf>

13. ISO 527-1:2019. Plastics — Determination of tensile properties — Part 1: General principles. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/75824.html>

14. ISO 527-2:2012. Plastics – Determination of tensile properties – Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics. 2012. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/56046.html>

15. Закон України «Про охорону праці» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

16. ПУЕ- 20/1. Правила улаштування електроустановок. Розділ 1 Загальні правила. Гл.1.7 Заземлення і захисні заходи електробезпеки. – К.: ОЕП "ГРІФЕ", 2006.– 77 с.

17. Пожежна безпека та засоби пожежогасіння в сучасних умовах. Методичні вказівки до практичних та лабораторних занять для студентів всіх напрямів підготовки / Упор. І.В. Панасюк, В.О. Мусієнко, Ю.В. Клапцов, Л.І. Микитенко - К.: КНУТД, 2009.

18. ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту». URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=30045

19. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». URL: https://ledeffect.com.ua/images/_branding/dbn2018.pdf.

20. ГОСТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони». URL: <https://uz.dsp.gov.ua/index.php/diialnist/ekspertyzaumov-pratsi/1083-vidnovleno-chynnist-host-121005-88-zahalni-sanitarno-hihienichni-vymohy-dopovitria-robochoi-zony>

21. Про затвердження Вимог до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин : Наказ МНС України від 22.03.2012

									Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат					

ДП. КНУТД. МЗПП-21

№ 627 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0521-12#Text> (дата звернення: 25.09.2022).

22. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99: Постанова МОЗ України від 01.12.1999 № 42 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 25.10.2022).

23. Про затвердження Правил охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях : Наказ МНС України від 11.09.2012 № 1192 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1648-12#Text> (дата звернення: 25.10.2022).

24. Характеристики вогнегасників і визначення основних понять щодо їх експлуатації. Додаток до журналу «Охорона праці і пожежна безпека» «Консультант з охорони праці і пожежної безпеки». 2014. № 4.

25. Вогнегасник вуглекислотний ВВ-5 *Наіс-Н*: веб-сайт. URL: <https://nais.com.ua> (дата звернення: 12.10.2021).

					ДП. КНУТД. МЗПП-21	Лис
Зм	Лис	№ докум.	Підпис	Дат		