

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет

інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра

хімічної інженерії та екології

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

освітньо-кваліфікаційного рівня

бакалавр

(бакалавр, спеціаліст, магістр)

напряму підготовки

16 – хімічна та біоінженерія

(шифр і назва напряму підготовки)

спеціальності

161 – Хімічні технології та інженерія

(шифр і назва спеціальності)

на тему: Проект виробництва поліетиленової плівки методом екструзії з роздувом. Потужність 4,6 млн. п.м/рік.

Виконав: студент групи ХТ-17Д

Матвієнко Е.Ф.

(прізвище, та ініціали)

.....

(підпис)

Керівник Римар Т. Е.

(прізвище та ініціали)

.....

(підпис)

Завідувач кафедру Суворін О.В.

(прізвище та ініціали)

.....

(підпис)

Рецензент Золотарьова О.В.

(прізвище та ініціали)

.....

(підпис)

Севєродонецьк – 2021 р.

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

Факультет _____ інженерії _____
Кафедра _____ хімічної інженерії та екології _____
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ бакалавр _____
(бакалавр, спеціаліст, магістр)
Напрямок підготовки _____ 16 – хімічна та біоінженерія _____
(шифр і назва)
Спеціальність _____ 161 – Хімічні технології та інженерія _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

" _____ " _____ 2021р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Матвієнко Ельвіна Фазильовича

1. Тема проекту (роботи):

Проект виробництва поліетиленової плівки методом екструзії з роздувом.
Потужність 4,6 млн. п.м/рік.

Керівник проекту (роботи) Римар Т. Е., к.т.н.,
доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по інституту від 28.03.2021 р. №54/15.25

2. Строк подання студентом проекту (роботи) – 14 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): літературні, патентні та регламентні дані.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ. 1. Стислий аналітичний огляд з обґрунтуванням методу виробництва. 2. Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції. 3. Опис технологічної схеми. 4. Матеріальні і теплові баланси. 5. Вибір і розрахунок основного апарату. 6. Стандартизація. 7. Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату. 8. Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища. 9. Охорона праці. Висновки. Література. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Креслення технологічної схеми (1 аркуш).
2. Креслення основного апарату (1 аркуш).
4. Креслення екструзійної голівки (1 аркуш).

6. Дата видачі завдання – 28 березня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Пор № | Назва етапів дипломної роботи (проекту) | Термін виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|---|--|----------|
| 1 | Вступ | 25.04.2021 | |
| 2 | Стислий аналітичний огляд з обґрунтуванням методу виробництва | 02.05.2021 | |
| 3 | Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції | 10.05.2021 | |
| 4 | Опис технологічної схеми | 17.05.2021 | |
| 5 | Матеріальні і теплові баланси | 24.05.2021 | |
| 6 | Вибір і розрахунок основного апарату | 31.05.2021 | |
| 7 | Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату | 04.06.2021 | |
| 8 | Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища | 06.06.2021 | |
| 9 | Охорона праці | 08.05.2021 | |
| 10 | Висновки. | 09.06.2021 | |
| 11 | Креслення технологічної схеми | 10.06.2021 | |
| 12 | Креслення основного апарату | 12.06.2021 | |
| 13 | Креслення екструзійної голівки | 14.06.2021 | |

Студент

_____ (підпис)

Матвієнко Е.Ф.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Римар Т. Е.

ЗМІСТ

| | стор. |
|--|-------|
| Вступ | 7 |
| 1. Аналітичний огляд | 10 |
| 2. Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції | 24 |
| 3. Опис технологічної схеми | 30 |
| 4. Матеріальні і теплові баланси | 40 |
| 4.1 Матеріальний баланс | 40 |
| 4.2 Тепловий баланс | 50 |
| 5. Вибір і розрахунок основного апарату | 53 |
| 6. Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату | 54 |
| 7. Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища | 65 |
| 8. Охорона праці | 70 |
| Висновки | 76 |
| Список використаної літератури | 77 |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 4 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вступ

В даний час прогрес в області науки і техніки неможливий без інтенсивного використання полімерних матеріалів. Тому їх виробництво складає щорічно кілька мільйонів тон і продовжує збільшуватися. Усі ці пластмаси переробляються в різноманітні вироби. Виробництво полімерних плівок складає значний сегмент у промисловості полімерних виробів.

Полімерні плівкові матеріали знайшли широке застосування в різних областях техніки, в сільському господарстві, харчовій промисловості і в побуті. Їх використання відкриває великі можливості для створення самих різноманітних за формою, дизайном і призначенням упаковок. Для виробництва плівок в основному використовуються термопласти: поліетилен низького тиску (ПЕНТ), поліетилен високого тиску (ПЕВТ), поліпропілен (ПП), полівінілхлорид (ПВХ), а також ЛПЕНП, СЕВА и Темплен, які при нагріванні здатні переходити у в'язкотекучий чи високоеластичний стан не піддаючись при цьому термічній деструкції.

Упаковочна промисловість потребує 20-25% усіх виробляємих пластмас, тобто стільки ж, скільки будівництво. Традиційні упаковочні матеріали, такі як бумага, дерево, веревки та тканини з рослинних волокон, набагато швидше приходять у негодність. Полімерні плівки і пінопласти не тільки замінюють ці «старомодні» матеріали, але й призвали до життя принципово нову технологію упаковки.

Упаковочні плівки задовільняють більш широким вимогам, ніж традиційні матеріали. Вони прозорі та на них можна друкувати це забезпечує упаковці привабливий вигляд. Фізіологічна інертність, непроникність для газів і водяних парів, особливо цінуються при упаковці харчових продуктів. Плівки бувають товщиною від 20 до 200 мкм. В залежності від полімеру з якого вони зроблені вони мають різні значення міцнісних характеристик і проникності для газів і водяної пари. Для деяких з них міцність при розтягненні може бути достатньо високою, і тоді вони можуть задовольняти

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 5 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

вимогам, які пред`являються, наприклад, до мішків (в них звантажують до 50 кг матеріалу і складають у штабеля до 30 шарів). У тих випадках, коли вимагається непроникність для газів, застосовують так звані комбіновані плівки. Найбільш відомі дубльовані плівкові матеріали: поліетилен – целофан, поліетилен – поліамід, полівініл хлорид – целофан, полівініліденхлорид – целофан. Для спеціальної упаковки високочутливих технічних приладів, особливо для морських перевезень потрібні тришарові плівки. Комбінації поліетилен – поліамід – поліетилен, поліетилен – поліпропілен – поліетилен відповідають самим суворим вимогам.

Полімерні плівки відкрили нові можливості для пакувальної промисловості. Особливими технологічними властивостями володіють так звані термоусадочні плівки. При їх одержанні фіксуються внутрішні напруги, які пізніше при дії тепла «знімаються» и таким чином виникає усадка. Плівка охоплює призначений для упаковки виріб, і після завершення усадки він готовий до транспортування, захищений від пилу і вологи. Завдяки компактності упаковки з`являється можливість оптимально використовувати завантажуємий простір, що сприяє збільшенню корисного об`єму транспорту на 20%. Легко уявити собі, яке народногосподарське значення має зв`язане з цим збільшення ступеня завантаження транспорту.

Найбільш використовуємим матеріалом для виготовлення плівки є поліетилен.

В більшості випадків поліетиленова плівка за комплексом фізико-механічних і хімічних властивостей перевищує плівки з природних і штучних полімерів, тому її промислове виробництво бесперервно зростає.

Біля 60% усіх пластиків, що використовуються для упаковки приходиться на поліетилен, головним чином завдяки його низькій вартості, але також завдяки його відмінним властивостям для багатьох областей застосування. Біля 30% усіх пластиків, для упаковки приходиться на ПЕВЩ. Це найбільш широко використовуємий пластик для виробництва пляшок, через його низьку вартість, простоту формування, і експлуатаційних якостей, для

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 5 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

багатьох областей застосування. ПЕВЩ має молочно-білий, полупрозорий вигляд, і таким чином не підходить для областей застосування, де вимагається виключна прозорість.

ПЕНЩ – це найбільш широко застосовуємий паувальний полімер, що відповідає приблизно одній третій всіх пакувальних пластиків. Через його низьку кристалічність, це більш м'який і гнучкий матеріал, ніж ПЕВЩ. Це найбільш придатний матеріал для плівок, через його низьку вартість. ПЕНЩ відрізняється кращою прозорістю, ніж ПЕВЩ.

Для виробництва плівок і виробів з них використовується поліетилен високого і низького тиску як вітчизняного виробника (85%), так і закордонних компаній (Daw, LG 15%).

Крім упаковки, поліетиленові плівки використовують у техніці - для гідроізоляції фундаментів, укриття матеріалів, які знаходяться під відкритим небом і т. ін., у сільському господарстві - для мульгування ґрунту, будівництва парників. Широко використовується поліетиленова плівка і у побуті.

Екструзійний метод є найбільш розповсюдженим промисловим способом виготовлення плівок. Розрізняють два основних методи екструзії - з роздувом рукава і плоскощілинний. Методом екструзії отримують до 80% усіх плівок. В данній роботі буде розглянуто виробництво поліетиленової плівки методом екструзії з роздувом .

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 7 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

1. Аналітичний огляд

У споживачів полімерних плівок дуже часто виникає практична задача з розпознавання якісних показників полімерних матеріалів, з яких вони вироблені. Основні властивості полімерних матеріалів визначаються складом і структурою їх макромолекулярних ланцюгів. Звідси ясно, що для визначення якості полімерних плівок у першому наближенні може бути достатньою оцінка функціональних груп, які входять у склад макромолекул. Деякі полімери завдяки існуванню гідроксильних груп (-ОН) тяжуть до молекул води. Це пояснює високу гігроскопічність, наприклад, целюлозних плівок та помітне зміння їх експлуатаційних характеристик при зволоженні. У інших полімерах такі групи відсутні взагалі, що пояснює їх високу водостійкість.

Разом з тим, існують достатньо прості та швидкі практичні способи розпізнавання якості полімерних плівок. В багатьох випадках природу полімерів, з яких виготовлені полімерні плівки, можна встановити за зовнішніми ознаками, при дослідженні яких особливу увагу слід звернути на такі властивості: стан поверхні, колір, блиск, прозорість, жорсткість та еластичність, стійкість до розриву та ін. Наприклад, неорієнтовані плівки з поліетиленів, поліпропілену та полівінілхлориду легко розтягуються. Плівки з поліаміду, ацетату целюлози, полістиролу, орієнтованих поліетиленів, поліпропілену розтягуються погано. Плівки з ацетату целюлози нестійкі до роздиру, легко розщиплюються, а також шарудять при їх зминанні. У той же час плівки з ПЕНЩ не шарудять при зминанні та мають високу стійкість до роздиру.

1.1 Полімери для виготовлення плівок

Поліпропілен - має чудову прозорість, високу температуру плавлення, хімічну та водостійкість, пропускає водяні пари, що робить його незамінним для “протиуприваючої” упаковки продуктів харчування, а також в будівництві для гідроповітряної ізоляції. ПП чутливий до кисню та

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 8 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

окислювачів, має гарну прозорість та блиск, не розтріскується під дією навколишнього середовища.

Полівінілхлорид - у чистому вигляді використовується рідко через його крихкість та нееластичність. Недорогий. Розплав високов'язкий. ПВХ термічно нестабільний та корозійно-активний. При перегріванні та горінні виділяє високотоксичне з'єднання хлору - діоксин.

Поліетилен низького тиску. Плівка з ПЕНТ - жорстка, міцна. Менш воскоподібна на дотик порівняно з плівками ПЕВТ. Температура розм'ягшення 121 °С дозволяє робити стерилізацію паром. Морозостійкість у цих плівок така ж, як і у плівок з ПЕВТ. Плівки з ПЕНТ - це чудова перешкода волозі. Вони стійкі до жирів та масел.

Один недолік використання ПЕНТ в деяких з областей використання - його тенденція до розтріскування під напругою при дії навколишнього середовища.

Поліетилен високого тиску. Пластичний, злегка матовий, воскоподібний на дотик. Плівка з ПЕВТ міцна при розтягуванні та стиску, стійка до ударів та роздиру, міцна при низьких температурах. Досить низька температура розм'ягшення (близько 100 °С).

При кімнатній температурі поліетилен – м'який та гнучкий матеріал. Він добре зберігає цю гнучкість в умовах холоду, тому застосовується в упаковці заморожених продуктів харчування. Однак при підвищених температурах, таких як 100 °С, він стає м'яким для ряду використань. ПЕНТ відрізняється високою крихкістю та температурою розм'ягшення, ніж ПЕВТ, але все ж не є придатним для контейнерів гарячого заповнення.

Поліетиленові плівки є найбільш традиційними, матеріалами, що добре зарекомендували себе. Вони найбільш дешеві, нешкідливі.

Основні переваги поліетиленових плівок:

- висока корозійна стійкість до рідин та хімічна нейтральність до всіх речовин;
- висока механічна міцність;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 9 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

- корозійна стійкість до всіх видів ґрунтів;
- низька питома вага;
- можливість багатократної заморозки без руйнування плівки.

Поліетилен значно легше за воду, розкладається при нагріванні з виділенням отруйних газів, не розкладається в окисниках і кислотах, прозорий, легко пропускає ультрафіолетові проміні, механічно міцний, водо- і газонепроникний.

Недоліки поліетилену: горючість, різке зниження міцності при підвищенні температури, високий коефіцієнт лінійного розширення, значна повзучість, здатність до фотоокислення і, отже, до зниження міцності. Для зменшення впливу світла у поліетилен в якості присадки додають сажу, що є досить ефективним засобом.

1.2 Способи підвищення якості полімерних плівок.

Велике значення приділяється дослідженню шляхів та способів підвищення якості ПЕ плівок, покращення фізико-механічних властивостей, забезпечення високої міцності та надійності в умовах тривалої експлуатації.

Одним з найефективніших способів покращення фізико-механічних властивостей та розширення можливостей використання ПЕ плівок є метод структурної модифікації - орієнтація. Змінюючи ступінь орієнтації, який визначається температурою орієнтації, швидкістю та ступенем витяжки, а також темпом охолодження, можна одержати плівки з різними фізико-механічними показниками.

В залежності від призначення отримують одно- або двоосноорієнтовані плівки. Існують два основних метода орієнтації плівок: механічне розтягнення плоских плівок; пневматичний роздув та механічне розтягнення плівкового рукава.

Орієнтація плівки у продольному та поперечному напрямках при одностадійній схемі одночасно відбувається на одній установці, а при двостадійній - на двох окремих установках. Найбільший розвиток та

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 10 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | ПД(б).12.01.ПЗ | | | | | |

застосування отримало обладнання, в якому орієнтація плівки відбувається за двостадійною схемою.

Технічні можливості технологічних ліній для отримання двоосноорієнтованих у дві стадії плівок досить широкі: ширина плівок до 3000 мм, товщина від 3 до 100 мкм, швидкість прийому готової плівки до 200 м/хв.

Другим способом покращення властивостей поліетиленових плівок є виробництво хімічно-модифікованих плівок. Одним з шляхів направлено впливу на властивості полімерів та виробів з них являється хімічна модифікація, пов'язана зі зміною хімічної будови молекул і характеру зв'язку між ними.

Наприклад, ультрафіолетовим або радіаційним опроміненням у термопластах можна створювати просторово-сітчасті структури.

Модифікуванням поліетиленових плівок іонізуючими випромінюваннями можна отримати термоусадочні плівки, а при включенні операції термостабілізації - високоякісний плівковий матеріал з високою стійкістю та довготривалістю в умовах довгої дії підвищених температур і навантажень, агресивних середовищ.

Швидкості отримання модифікованої плівки обмежені можливістю прискорювача електронів і часом термостабілізації плівки; в даний час вони менше швидкостей виготовлення навіть простої рукавної плівки.

Надання полімерним плівкам властивості скорочувати свої розміри при нагріванні є одним з методів розширення можливостей їх використання. При витяжці плівок на тій чи іншій стадії формування в них відбувається накопичення зворотних складових деформацій; якщо в технологічному процесі відсутня стадія термостабілізації, то отримані плівки у той чи іншій мірі мають термоусадочні властивості.

На проміжних стадіях термічної усадки відбувається сильне короблення плівки навіть при її ідеальній рівнотовщинності.

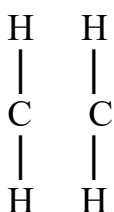
| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 1 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Ці недоліки в значній мірі усувають фото- чи радіаційним зшиванням, підвишуючи межу текучості плівки при температурі усадки.

В процесі виготовлення плівок головним чином контролюють такі фізико-механічні показники плівки, як руйнуюча напруга при розтягненні чи межа текучості, модуль пружності при розтягу, світлопрозорість, газопроникність, зварюємість. Вказані параметри залежать від вихідних властивостей сировини, що переробляють та параметрів технологічного процесу виробництва.

1.3 Будова, властивості та методи отримання поліетилену.

Будова. Поліетилен є продуктом полімеризації етилену, хімічна формула якого C_2H_4 . В процесі полімеризації відбувається розрив подвійного зв'язку етилену та утворюється полімерний ланцюг, елементарна ланка якого складається з двох атомів вуглецю і чотирьох атомів водню:



В процесі полімеризації може відбуватися розгалуження полімерного ланцюга, коли до зростаючого головного ланцюга збоку приєднується коротка полімерна група. Розгалуження полімерного ланцюга перешкоджає щільній упаковці макромолекул і приводить до утворення рихлої аморфно-кристалічної структури матеріалу та, як наслідок, до зменшення щільності полімеру і зниженню температури розм'якшення. Різний ступінь розгалуження полімерного ланцюга поліетиленів високого та низького тиску і визначає розходження властивостей цих матеріалів.

В макромолекулі поліетилену на кінцях головного полімерного ланцюга та бокових ланцюгів містяться CH_3 - групи: на 100 вуглецевих атомів в ПЕВТ-15-25, в ПЕНТ- 3-6, в ПЕСТ- не більш 3. У ПЕВТ бокові розгалуження розташовуються один від одного з середнім інтервалом 50 вуглецевих атомів. Короткі розгалуження в ПЕВТ - метильні, етильні та бутильні групи, у ПЕНТ та ПЕСТ- метильні та етильні групи. У ПЕВТ поряд з короткими

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 12 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

розгалуженнями маються й довгі бокові ланцюги, величина та характер розподілу яких поки що до кінця не встановлено.

В макромолекулі ПЕ містяться також ненасичені зв'язки трьох типів: вініліденові $RR'C=CH_2$, вінільні $RCH=CH_2$ та транс-вініліденові $RCH=CHR'$. Число ненасичених зв'язків на 1000 атомів вуглецю в ПЕВТ 0,4-0,6, в ПЕНТ та ПЕСТ 0,6-0,8. В поліетилені може міститися також дуже незначна кількість груп $C=O$ чи $-OH$.

Ступінь кристалічності ПЕВТ 60%, ПЕНТ 70-85%, та ПЕСТ 90%.

Конформація ланцюга поліетилену - плоский зигзаг. Він має орторомбічну ячейку з просторовою групою симетрії.

Відносна величина дефектів у кристалах поліетилену досягає кількох процентів та на порядок вище, ніж у низькомолекулярних кристалів.

Надмолекулярна структура пресованих зразків характеризується наявністю сферолітів з розмірами 1-10 мкм для ПЕВТ та 1-20 мкм для ПЕНТ. Розміри сферолітів суттєво залежать від режимів виготовлення виробів. При розтягу ПЕ сферолітна структура вихідного зразка перетворюється у фібрилярну, орієнтовану у напрямку витяжки.

Середня молекулярна маса промислових марок складає 30-400 тис. для ПЕВТ і 50-800 тис. для ПЕНТ та ПЕСТ.

Поліетилен- синтетичний термопластичний неполярний полімер, який належить до класу поліолефінів. Продукт полімеризації етилену. Тверда речовина білого кольору. Випускається у формі поліетилену низького тиску, що отримується суспензійним методом полімеризації етилену при низькому тиску на комплексних металоорганічних каталізаторах на носії, та поліетилену високого тиску, що отримується при високому тиску полімеризацією етилену в трубчастих реакторах з перемішувальним приладом з використанням ініціаторів радикального типу.

Поліетилен високої щільності (ПЕНТ) має найпростішу структуру з усіх пластиків, він складається з ланок етилену, що повторюються. Формула $-(CH_2CH_2)_n-$.

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 13 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

Поліетилен низької щільності (ПЕВТ) має ту ж саму хімічну формулу, але відрізняється тим, що його структура розгалужена. $-(CH_2CHR)_n-$, де R може бути $-H$, $-(CH_2)_nCH_3$, чи більш складною структурою з вторинним розгалуженням.

Поліетилен, завдяки своїй простій хімічній будові, легко складається у кристалічну решітку, та, отже, має тенденцію до високого ступеня кристалічності. Розгалуження ланцюгу перешкоджає цій можливості до кристалізації, що приводить до меншого числа молекул на одиницю об'єму, та, отже, меншій щільності.

Властивості. Поліетилен - пластичний матеріал з гарними діелектричними властивостями. Ударостійкий, не розломлюється, з невеликою поглинаючою властивістю. Фізіологічно нейтральний, не має запаху. Має низьку паро- і газопроникність. Не реагує з лугами будь-якої концентрації, з розчинами будь-яких солей, карбоновими кислотами, концентрованою соляною та плавиковою кислотами. Стійкий до дії спиртів, бензину, води, овочевих соків, масел. Руїнується 50% азотною кислотою, а також рідкими та газоподібними хлором і фтором. Не розчиняється в органічних розчинниках і обмежено набухає в них. Стійкий при нагріві у вакуумі та атмосфері інертного газу. Але на повітрі деструктується при нагріванні вже при $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Стійкий до низьких температур до мінус $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Під дією сонячної радіації, особливо УФ- промінів, піддається фотодеструкції (в якості стабілізаторів використовуються сажа, похідні бензофенолів). Практично нешкідливий, з нього не виділяються в навколишнє середовище небезпечі для здоров'я людини речовини.

Поліетилен легко перероблюється усіма основними методами переробки пластмас. Легко піддається модифікації. За допомогою хлорування, сульфування, бромовання, фторування йому можна надати каучукоподібні властивості, покращити теплостійкість. Сополімеризацією з іншими олефінами, полярними мономерами підвищити стійкість до розтріскування, еластичність, прозорість, адгезійні характеристики. Змішуванням з іншими

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 14 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

полімерами чи сополімерами покращити ударну в'язкість та інші фізичні властивості. Хімічні, фізичні та експлуатаційні властивості поліетилену залежать від щільності та молекулярної маси полімеру, а тому різні для різних видів поліетилену. Так, наприклад, ПЕВТ м'якший за ПЕНТ, тобто плівки з ПЕНТ більш жорсткі та щільні, ніж з ПЕВТ. Їх міцність при розтягуванні та стисканні вище, опір роздиру та удару нижче, а проникність у 5-6 разів нижче, ніж у плівок з ПЕВТ.

Порівняльний аналіз характеристик ПЕНТ і ПЕВТ показує, що ПЕНТ, внаслідок більш високої щільності, має більш високі міцнісні показники: теплостійкість, жорсткість та твердість, володіє більшою стійкістю до розчинників, ніж ПЕВТ, але менш морозостійкий. По хімічній стійкості ПЕНТ також перевершує ПЕВТ (особливо по стійкості до жирів та масел). Але плівки з ПЕВТ більш проникні для газів, а тому непридатні для упаковки продуктів, чутливих до окислення.

Отримання. В промисловості поліетилен отримують полімеризацією етилену при високому (ПЕВТ, ПЕНЩ) та низькому тисках (ПЕНТ, ПЕВЩ).

Поліетилен високого тиску (низької щільності) отримують полімеризацією етилену при високому тиску у трубчастих реакторах або зі змішуючим пристроєм з використанням ініціаторів радикального типу.

Поліетилен високого тиску випускають без добавок - базові марки, або у вигляді композицій на їх основі зі стабілізаторами та іншими добавками у пофарбованому та непофарбованому вигляді.

Поліетилен низького тиску (високої щільності), отримують:

- суспензійним методом полімеризації етилену при низькому тиску на комплексних металоорганічних каталізаторах у суспензії;
- газофазним методом полімеризації етилену у газовій фазі на комплексних металоорганічних каталізаторах на носії ;
- полімеризацією етилену у розчині в присутності титан-магнієвого каталізатору або CrO₃ на силікагелі.

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|--|------|
| | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | 15 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | ПД(б).12.01.ПЗ | | |

Поліетилен, що отримують суспензійним методом (суспензійний поліетилен), випускають без добавок (базові марки) та у вигляді композицій на їх основі зі стабілізаторами, барвниками та іншими добавками.

Поліетилен, що отримують газофазним методом (газофазний поліетилен), випускають у вигляді композицій зі стабілізаторами.

Процес полімеризації при високому тиску проходить за радикальним механізмом, ініціаторами є кисень, пероксиди, наприклад, лаурилу та бензоїлу, чи їх суміші.

При виробництві ПЕВТ у трубчастому реакторі етилен, змішаний з ініціатором, стиснутий компресором до 25 МПа та нагрітий до 70 °С, надходить спочатку до першої зони реактору, де підігрівається до 180 °С, а потім до другої, де полімеризується при 190-300 °С та тиску 130-250 МПа. Середній час перебування етилену у реакторі 70-100 с, ступінь обороту 18-20% в залежності від кількості та типу ініціатору. З поліетилену видаляють етилен, що не прореагував, розплав охолоджують до 180-190 °С та гранулюють. Гранули, охолоджують водою до 60-70 °С, підсушують теплим повітрям та упаковують у мішки.

Принципова схема виробництва ПЕВТ в автоклаві з перемішувачем пристроєм відрізняється від виробництва у трубчастому реакторі тим, що ініціатор у парафіновому маслі подається спеціальним насосом високого тиску безпосередньо до реактору. Процес проводять при 250°С та тиску 150 МПа. Середній час перебування етилену у реакторі - 30 с. Ступінь обороту - біля 20%.

Товарний поліетилен високого тиску випускають пофарбованим чи непофарбованим, у гранулах діаметром 2-5 мм.

Процес полімеризації при низькому тиску проходить за координаційно-іонним механізмом.

Отримання ПЕНТ у суспензії включає наступні стадії: приготування суспензії каталізатора та розчину у вигляді комбінації триетилалюмінію та похідних титану; полімеризацію етилену при температурі 70-95°С та тиску

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 15 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

1,5-3,3 МПа; видалення розчинника, сушку та гранулювання поліетилену. Ступінь обороту етилену - 98%. Концентрація поліетилену у суспензії - 45%. Одинична потужність реакторів з удосконаленою системою теплозйому - до 60-75 тис./рік.

1.4 Методи виготовлення полімерних плівок.

Є декілька промислових методів виготовлення поліетиленової плівки, найрозповсюдженіший та економічно вигідний це метод екструзії. Більшість синтетичних полімерів переробляються у полімерні плівки саме цим методом. Для його здійснення використовують екструдери з кільцевою або плоско-щілинною голівкою. У першому випадку розплав полімеру екструдується у вигляді рукава, який розтягується стиснутим повітрям, що приводить до двоосної орієнтації плівки. Рукавний спосіб – найбільш продуктивний та економічний процес виготовлення поліетиленової плівки. В іншому випадку отримують плоску плівку.

При використанні екструзії отримують поліетиленові труби, поліетиленові кабелі, листовий поліетилен для упаковки та будівництва, а також різноманітні поліетиленові плівки для потреб всіх галузей промисловості. Екструзійно-видувним і ротаційним формуванням з поліетилену виробляють різного роду ємності, сосуди, тару. Термовакуумним формуванням - різноманітні упаковочні матеріали. Різні спеціальні види поліетилену, такі як зшитий, спінений, хлорсульфований, зверхвисокомолекулярний успішно застосовуються для виробництва спеціальних матеріалів для будівництва. Окремий сегмент сучасного ринку - рециклінг поліетилену. Багато компаній у світі спеціалізуються на покупці поліетиленових відходів з подальшою переробкою та продажем або використанням вторинного поліетилену. Як правило, для цього використовується технологія екструзування очищених відходів з подальшим дробленням та отриманням вторинного гранульованого матеріалу придатного для виготовлення виробів. Найбільш широко поліетилен застосовують для виробництва плівок технічного та побутового призначення. Переваги всіх типів поліетилену для упаковочних цілей: мала

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 17 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

щільність, гарна хімічна стійкість, незначне водопоглинання, гарна прозорість, легка перероблюємість, непрониکنість для водяної пари, висока в'язкість, гнучкість, розтягуємість та еластичність. Поліетиленові плівки використовують для виготовлення пакетів для хлібу, овочей, м'яса, птиці, мішків для мусору, упаковочних плівок для закріплення вантажів. ПЕВТ використовується для виготовлення комбінованих плівок соекструзією з іншими термопластичними полімерами та для нанесення на папір, картон, целофан, алюмінієву фольгу.

В усіх цих комбінованих плівках шар ПЕВТ надає плівці добру зварюваність, а інші шари - міцність та непрониکنість для запахів. Для отримання певних властивостей здійснюють перетворення поліетилену вінілацетатом. Ці плівки при гарній міцності більш прозорі та краще зварюються. Завдяки цьому при нагріванні та адгезії з іншими матеріалами, вони стають придатні також для нанесення на картон та інші упаковочні матеріали.

В даний час можна виділити чотири групи методів виготовлення плівки з полімеру, який знаходиться у в'язкотекучому або високоеластичному стані: екструзія, каландрування, виробництво комбінованих плівок, фізико-хімічна модифікація плівок.

Фізична сутність методів екструзії та каландрування полягає у формуванні з розплаву полімеру заготовок з подальшим їх деформуванням до заданих розмірів плівки та фіксування їх охолодженням.

Процес виробництва комбінованих плівок пов'язаний зі сполученням або впровадженням полімеру у в'язкотекучому стані в інший стрічковий матеріал із забезпеченням при цьому необхідної міжшарової адгезії. Питання направлено впливу на фізико-механічні та експлуатаційні властивості плівок вирішують використанням методів фізичної та хімічної модифікації. У першому випадку перетворення, наприклад, надмолекулярних структур полімерів відбувається під впливом фізичних факторів. При хімічній же модифікації відбуваються змінення у хімічній будові макромолекул, змінюється характер зв'язку між ними.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 18 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Екструзія є найбільш розробленим у теоретичному плані способом переробки термопластичних матеріалів. Це пояснюється рядом причин.

По-перше, в даний час цей універсальний процес широко використовується при змішуванні та гранулюванні полімерів, виготовленні різних виробів та для пластикації матеріалів у литтєвих машинах.

По-друге, безперервність процесу, можливість точного управління та автоматизації викликали високу зацікавленість до процесу екструзії. У сучасній індустрії упаковки екструзія займає особливе місце як найбільш перспективний напрямок. Поява такого виду плівок була обумовлена багатьма факторами: економічним, екологічним та фактором споживчого попиту. Поєднуючи у своїй структурі не забруднюючі навколишнє середовище клеючі шари та високотехнологічні вулканізовані клеючі системи, екструзія є процесом, що укріплює успіх розвитку нових технологій у промисловості переробки полімерів та упаковочній галузях.

Таким методом перероблюють у плівки поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, поліетилентерефталат та інші полімери, переважно у вигляді гомогенних матеріалів, рідше наповнених газами чи мінеральними порошками та іншими компонентами, що покращують їх перероблюємість і експлуатаційні властивості. Розрізняють метод екструзії через плоскощільну голівку (плоска плівка) та кільцеву голівку (рукавна плівка).

Процес виробництва плоских плівок полягає у наступному: розплав з екструдера подається через фільтр у плоскощільну голівку, далі утворене плівкове полотно надходить до охолоджуючого пристрою, потім до тягнучого, обрізного та намотувального пристрою.

В основному використовують два способи охолодження плоскої плівки: на вальцях або у ванні з водою. Плоска плівка, отримана швидким охолодженням при поглинанні у ванну з водою або подачею розплаву на полірований металічний валок, має ряд позитивних властивостей, наприклад, високі прозорість та глянець, підвищену жорсткість та міцність і т.ін. Завдяки цим властивостям її широко використовують як пакувальний матеріал.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 19 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Виготовляють плоскі плівки переважно з поліетилену високої щільності, поліпропілену, полівінілхлориду.

Методом екструзії через плоскощілинну голівку виготовляють як товарну плівку, що йде безпосередньо у споживання, так і заготовки для подальшої орієнтації.

При екструзії через плоскощілинну голівку досягаються швидкості виготовлення плівки, що перевищують у 2-3 рази швидкості прийому рукавної плівки. Однак виготовлення широких (більш 1500 мм) плоских плівок пов'язано з великими технічними труднощами та економічно не виправдано.

Процес виготовлення рукавної плівки полягає у безперервному видавлюванні розплаву полімеру через кільцеву філь`еру у вигляді рукава та подальшим його роздувом до необхідних розмірів. З бункера, матеріал, що перероблюється йде до екструдеру та далі через фільтр у кільцеву голівку. В залежності від обраної схеми виробництва використовують голівки кутові чи прямоточні. Після виходу з голівки циліндрична заготовка розплаву полімеру роздувається до необхідних розмірів, потім рукав охолоджується та подається до приймальних пристроїв.

Для підготовки розплаву при виробництві рукавних та інших екструзійних плівок можна використовувати такі види екструдерів: черв`ячні преси, дискові екструдери, комбіновані черв`ячно-дискові та дисково-черв`ячні екструдери, каскадні екструдери.

Плівковий рукав можна охолоджувати з наружної та внутрішньої поверхонь приладом, в якому як холодоагент використовується повітря чи рідина. В обох випадках холодоагент у вигляді концентричної струї подається на поверхню рукава. При охолодженні рідиною використовують прилади, в яких плівка або поринається безпосередньо у рідину, або контактує з поверхнею насадки, що охолоджується рідиною, або охолоджується стікаючою по плівці рідиною.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 20 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

До приймальних відносяться пристрої: стабілізуючий, складаючий, фальцовочний, тягнучий, ширительно-центруючий.

Спосіб екструзії полімерного рукава роздувом вигідно відрізняється простотою та економічністю при виробництві з різноманітних термопластів широкого асортименту плівок шириною 50-24000 мм, товщиною 0,005-0,5 мм.

Спосіб виробництва рукавної плівки використовують при виготовленні плівок будь-якої ширини. Схема виробництва зверху-вниз раціональна для виробництва вузьких, тонких плівок. Горизонтальний прийом рукава представляє цікавість при виготовленні, наприклад, товстих газонаповнених плівок.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 21 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

2. Характеристика сировини, напівфабрикатів і готової продукції

2.1 Характеристика сировини і матеріалів

Сировиною для виробництва поліетиленової плівки є газофазний поліетилен низького тиску (високої щільності) марки 276-73 та поліетилен високого тиску (низької щільності) марок 15303-003, 15803-020, який отримується у реакторах трубчастого типу. ПЕВТ і ПЕНТ випускають у вигляді гранул з однаковою геометричною формою з розмірами у будь-якому напрямку 2-5 мм. Допустимі гранули з відхиленням геометричної форми розміром менше 2 мм, масова частка яких не повинна перевищувати 0,5 % від партії.

У пофарбованому та непофарбованому поліетилені не припустимі гранули іншого кольору. Колір пофарбованого поліетилену повинен відповідати зразку кольору, який затверджений у встановленому порядку.

Плівки ПЕВТ складають 75 % від загального обсягу термопластичних плівок в упаковці через їх інертність, міцність при низьких температурах, стійкості до ударів та розриву. Молекулярна будова ПЕВТ відрізняється наявністю як коротких, так і довгих бокових відгалужень, які перешкоджають щільній упаковці та кристалізації головних полімерних ланцюгів. Тому ступінь кристалізації маси ПЕВТ складає 55-70 %, а щільність 0,916-0,935 г/см³.

Плівки на основі ПЕНТ більш жорсткі, міцні, але опір удару та розриву у них нижчий, ніж у плівок з ПЕВТ. Вологонепроникність, стійкість до масел та жирів плівок з ПЕНТ у 5-6 разів вище, ніж у плівок ПЕВТ. Суттєвою перевагою є також більш висока температура розм'ягшення ПЕНТ (121 °С) в порівнянні з ПЕВТ, який розм'ягшується при 95 °С, тому плівки з ПЕНТ витримують стерилізацію парою.

Основні показники якості ПЕНТ і ПЕВТ наведені у таблиці 2.1.1

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 22 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

| Найменування сировини | ДСТУ, ГОСТ, ТУ | Призначення | Хімічна формула | Молекулярна маса | Основні показники якості | Для виробництва плівки, використовується ПЕНТ, ПЕВТ, |
|---|----------------|---|---------------------------------------|------------------|--|---|
| ПЕНТ Марка 276-73 чи його аналогів імпортного виробництва | ГОСТ 16338-85 | Для виробів культурно-побутового призначення та господарського обіходу. Для формування видувних виробів місткістю до 10 л. | (-CH ₂ -CH ₂ -) | 50-800 тис | <ol style="list-style-type: none"> Щільність 0,958-0,963 г/см³ Показник текучості розплаву 2,6-3,2 г/10 хв Кількість включень, не більш 5 шт Масова частка золи, не більш 0,03 % Масова частка летючих речовин, не більш 0,09 % Границя текучості при розтягненні, не менш 25,5 (260) МПа (кгс/см²) Міцність при розриві, не менш 27,4(280)МПа(кгс/см²) Відносне подовження при розриві, не менш 700 % Стійкість до розтріскування, не менш 30 год. Температура плавлення, 126-132⁰С Водопоглинання за 30 діб 0,03-0,04 % | У вигляді порошку або гранул у п'ятичотирьох шарових паперових мішках марки НМ чи ПМ за ГОСТ 2226.3 поліетиленовим вкладишем або у поліетиленовому мішку за ГОСТ 17811, а також у м'яких спеціалізованих контейнерах, типа МКР-10С чи МКР-10М |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

| Найменування сировини | ДСТУ, ГОСТ, ТУ | Призначення | Хімічна формула | Молекулярна маса | Основні показники якості | Форма поставки |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------|---|--|
| ПЕВТ Марки 1)15303-003 2)15803-020 чи їх аналогів імпортного виробництва | ГОСТ 16337-77 зі зм.№ 1,2,3 | Для плівок та плівкових виробів | (-СН ₂ -СН ₂ -) | 30-400 тис | <ol style="list-style-type: none"> Щільність, 1)0,9205 ± 0,0015 г/м³ 2)0,9190 ± 0,002 г/м³ Розброс показників текучості розплаву у межах партії 1),2)в.с. ± 6%;1с.1 ± 2%;2с± 15% Кількість включень,шт,не більш 1),2) в.с.-2 шт;1с.-8 шт;2с.-30 шт Технологічна проба на зовнішній вигляд плівки 1)А,В,С; 2)А,В,С Масова частка екстрагуємих речовин,не більш 1),2)0,4%;0,6% Границя текучості при розтягненні, не менш 1)98*10⁵(100) Па (кгс/см²) 2)93*10⁵(95) Па (кгс/см²) Міцність при розриві, не менш 1)137*10⁵(140); Па (кгс/см²) 2)113*10⁵(115) Па (кгс/см²) Запах та присмак водяних витяжок, не вище 1),2) 1 бал Стійкість до розтріскування, не менш 1)500 год; 2)не норм. Температура плавлення, 103-110°С Водопоглинання за 30 діб 0,020% | У вигляді порошку або гранул у пяти-чотирьох шарових паперових мішках марки НМ чи ПМ за ГОСТ 2226. 3 поліетиленовим поліетиленовому вкладишем або у поліетиленовому мішку заГОСТ17811, а також у м'яких спеціалізованих контейнерах, типаМКР-10С чиМКР-10М |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

2.2 Характеристика готової продукції

Характеристика поліетиленової плівки наведена у таблиці 2.2.1.

Таблиця 2.2.1

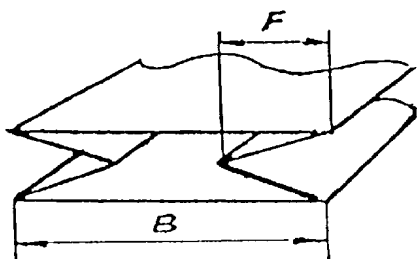
| <i>Найменування сировини, матеріалів, напівпродуктів</i> | <i>Міждержавний, державний або галузевий стандарт, ТУ або методика</i> | <i>Показники, обов'язкові для Перевірки (найменування та одиниці вимірювання)</i> | <i>Показники, які регламентуються з допустимими відхиленнями</i> |
|--|--|--|---|
| Плівка поліетиленова | ГОСТ 10354-82 (зі зм. 1-5) Методика №Л-1071 | <i>Зовнішній вигляд</i> Граничне відхилення по ширині рукава плівки, % Граничне відхилення по товщині плівки, % Міцність при розтягненні, МПа не менш -у продольному напрямку -у поперечному напрямку Відносне подовження при розриві, % не менш -у продольному напрямку -у поперечному напрямку Ступінь активації, мН/м Граничне відхилення по ширині рукава плівки, % Граничне відхилення по товщині плівки, % Міцність при розтягненні, МПа не менш -у продольному напрямку -у поперечному напрямку Відносне подовження при розриві, % не менш -у продольному напрямку -у поперечному напрямку Ступінь активації, мН/м не менш (зі сторони нанесення печатки) | Без тріщин, складок, розривів ± 2 ± 30 16,1 14,7 450 450 48 ± 2 ± 30 16,1 14,7 450 450 45 |

Плівка поліетиленова повинна відповідати ГОСТ 10354-82 (зі зм.1-5), який розповсюджується на поліетиленову плівку, яка виготовляється методом екструзії з поліетилену високого тиску (низької щільності) і його композицій, які мають пігменти (барвники), стабілізатори, антистатичні та модифікуючі добавки.

Плівка використовується у сільському господарстві, як пакувальний матеріал у різних галузях народного господарства; для виготовлення товарів народного споживання та інших цілей.

Плівки марки “Н” призначені для виготовлення виробів народного споживання, упаковки та побутового призначення; випускаються пофарбовані та непофарбовані; стабілізовані та нестабілізовані.

Плівка випускається у вигляді рукава або рукава з фальцюванням змотаною у рулон та має вигляд, який показаний на рис. 1.



Рукав з фальцюванням (ширина плівки у розгорнутому вигляді дорівнює $2B+4F$).

Максимальна ширина полотна плівки у розгорнутому вигляді – 6000 мм, відхилення товщини плівки від номінальної – не більш $\pm 30\%$.

Допускається виготовлення плівки інших розмірів у границях максимальних значень ширини та товщини, які передбачені у ГОСТ 10354-82 (зі зм.1-5).

Граничне відхилення по ширині плівки у рулоні для рукава - $\pm 2\%$, а для рукава з фальцюванням - $\pm 4\%$.

Мінімальна довжина шматка плівки у рулоні – 50 м.

Умовне позначення плівки складається з назви матеріалу “плівка поліетиленова”, марки плівки, виду добавок (п – пігмент або барвник, с – стабілізатор, т - ковзаюча добавка, а – антистатична добавка, ф – модифікуюча добавка), виду плівки (рукав з фальцюванням), товщини та ширини у міліметрах, гатунку та позначення стандарту. Умовне позначення плівки, яка допущена для контакту з харчовими продуктами, доповнюється словом “харчова”.

Приклад: Плівка поліетиленова, Н, рукав з фальцюванням, $0,100 \times [(2000 \times 2) + (500 \times 4)]$, перший гатунок, ГОСТ 10354-82.

Плівка не повинна мати тріщин, запресованих складок, розривів та отворів.

Зміщення плівки по торцю рулону допускається у границях допуску по ширині. За фізико-механічними та електричними показниками поліетиленова плівка марки “Н” повинна відповідати вимогам та нормам, які вказані у таблиці 2.2.2.

Таблиця 2.2.2

| Найменування показника та одиниця вимірювання | Значіння фізичної величини з граничними відхиленнями | | Джерело інформації |
|--|--|--|----------------------------|
| | Товщиною вище 0,03 мм до 0,10 мм включно | Товщиною вище 0,10 мм | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Міцність при розтягненні, МПа (кгс/см ²): - у продольному напрямку - у поперечному напрямку | не менш 13,7 (140) не менш 11,8 (120) | не менш 13,7 (140) не менш 12,7 (130) | ГОСТ 10354-82 (зі зм. 1-5) |
| 2. Відносне подовження при розриві,%: - у продольному напрямку - у поперечному напрямку | не менш 200 не менш 300 | не менш 250 не менш 300 | |
| 3. Статичний коефіцієнт тертя | 0,1-0,5 | 0,1-0,5 | |
| 4. Питомий поверхневий електричний опір, Ом | не більш 1×10^{16} | не більш 1×10^{16} | |

Примітки:

1. Статичний коефіцієнт тертя визначають тільки для плівки з ковзаючою добавкою.
2. Питомий поверхневий електричний опір визначають тільки для плівки з антистатичною добавкою.

Плівку намотують у рулони. Маса рулону:

- при ручному навантаженні – не більш 50 кг;
- при механізованому – не більш 500 кг.

Упаковка, маркування, транспортування та зберігання плівки повинно відповідати ГОСТ 10354-82 (зі зм. 1-5).

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 27 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

3. Опис технологічної схеми

Виробництво поліетиленових плівок складається з наступних стадій:

1. Розвантаження, зберігання та дозування поліетилену-грануляту.
2. Отримання поліетиленової рукавної плівки методом екструзії.
3. Нанесення кольорової печатки на плівку.
4. Прийом та зберігання етилацетату.
5. Приготування фарби, мойка, дистиляція.
6. Установка захоленої води.
7. Компресія повітря.
8. Подача вентиляційних викидів на спалювання.
9. Грануляція відходів.

3.1 Розвантаження, зберігання та дозування поліетилену-грануляту.

Поліетилен-гранулят надходить на підприємство залізницею у полімеровозах або автомобільних цистернах, з яких стиснутим повітрям, тиском 0,2 МПа, створеним гвинтовим компресором подається по системі пневмотранспорту у силоси гранулята для зберігання.

З силосів гранулят подається до бункеру добового запасу. Сюди ж поступає регранулят з бункера регранулята відділення переробки відходів.

Гранулят та регранулят з силосів та бункеру регрануляту транспортується до бункеру добового запасу за рахунок вакууму, створеного вакуум-насосами.

З бункеру добового запасу гранулят та регранулят транспортується до дозаторів типу "АЗОМАТ", які встановлені на екструдерах, системою пневмотранспорту за рахунок вакууму, що створюється вакуум-насосами через фільтр.

Дозатори призначені для змішування трьох компонентів (гранулят, регранулят та барвник) та дозування цієї суміші у екструдери. Завантаження барвника здійснюється безпосередньо у дозатори з ємкостей, встановлених по місту біля кожного дозатора, за рахунок вакууму у дозаторі.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист 28 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

З силосів грануляту та бункеру регрануляту відпрацьоване повітря, яке містить пи́л поліетилену, відсмоктується вентилятором та через фільтр фільтрувальної станції викидається до атмосфери.

3.2 Отримання поліетиленової рукавної плівки методом екструзії.

Приготовлена у дозаторі “АЗОМАТ” суміш поступає у воронку екструдера, обладнану мішалкою, яка запобігає зависанню грануляту. Воронка інтенсивно охолоджується захоложеною водою для усунення налипання поліетилену на стінках циліндру екструдера, куди далі поступає гранулят. Циліндр розділений на зони нагрівання, проходячи через які послідовно, поліетилен нагрівається, плавиться, гомогенізується та продавлюється крізь сітчастий пристрій у екструзійну голівку, звідки крізь кільцеву щілину виходить у вигляді рукава. Відвід екструзійних газів, які виділяються у процесі розплавлення поліетилену, здійснюється вентилятором витяжної системи та викидається в атмосферу.

Охолодження рукава здійснюється повітрям від потрібної повітродувки: дві - нагнітаючі та одна - витяжна. Від однієї нагнітаючої повітродувки повітря подається для обдування наружної поверхні рукава. Другою нагнітаючою повітродувкою повітря подається через мундштук усередину рукава для його інтенсивного охолодження. Нагріте повітря з внутрішньої порожнини рукава через патрубок мундштуку відсмоктується витяжною повітродувкою, яка знаходиться на одному валу з нагнітаючою, та викидається в атмосферу. Баланс повітря, подаваного з рукава, підтримується спеціальною системою регулювання.

Далі поліетиленовий рукав піднімається через калібрувальний пристрій, де формується його діаметр, тобто ширина рукава.

У витяжному пристрої циліндричний рукав, проходячи через пристрій складання, сплющується та опускається вниз між охолоджуючими та направляючими валками до намотувального пристрою. Охолодження витяжних валків здійснюється захоложеною водою, яка подається з установки захоложеної води. Далі відбувається активація поверхні

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 29 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

поліетиленової плівки струмами високої частоти у пристрої “Софтал” для можливості нанесення кольорової печатки на плівку.

При обробці плівки струмами високої частоти у пристрої “Софтал” утворюється озон. Повітря, яке містить озон, безпосередньо з пристрою “Софтал” вентиляційною системою через озоновий фільтр викидається в атмосферу.

Намотувальний пристрій здійснює намотку рукава у рулон. При досягненні заданої довжини плівки у рулоні чи діаметру рулону відбувається обрізання плівки ножом поперечного січення, і рулон автоматично знімається з намотувального пристрою. Далі рулони транспортуються електронавантажувачами для подальшої переробки.

Відходи, які утворюються у процесі екструзії, направляються до пристрою регрануляції для переробки та повторного використання.

3.3 Нанесення кольорової печатки на плівку.

Нанесення кольорової печатки на поліетиленову плівку відбувається на друкувальній машині “Аліна 700” , яка призначена для флексографічного друку з пружних форм та забезпечує нанесення печатки максимально 2-х кольорів тільки з однієї сторони плівки.

Друкувальна машина складається з наступних вузлів:

- розмотувальний пристрій,
- друкувальні вузли,
- пристрій для вимірювання та регулювання натягу полотна,
- пристрій регулювання бокових кромки,
- сушильний агрегат,
- намотувальний пристрій.

Поліетиленовий рукав у вигляді рулону встановлюється на валу розмотувального пристрою, далі плівка притягується через систему валів, проходить два друкуючих вузли з різним кольором фарби, де відбувається нанесення фарби з обгумованого погрузного валіка через дозуючий валік на формний вал з накліїним кліше. З кліше фарба переноситься на запечатуєму

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 30 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

плівку. Фарба для друку подається постійно з бачка до фарбувальної ванни електронасосом. Надлишок фарби стікає до бачка. Регулювання і контроль натягу полотна здійснюється спеціальними пристроями.

Після кожного друкуючого вузла плівка проходить сушарки. Повітря для сушки підігрівається у теплообмінниках з паровим обігрівом та з температурою 60 °С подається до плівкового рукава.

Повітря, забруднене розчинником, відсмоктується вентилятором та подається до системи забрудненого повітря для спалювання.

Після другого друкувального вузла плівка проходить сушильний агрегат довжиною 4 м для остаточної сушки, а потім охолоджується, рухаючись по обертовому охолоджуємому заохолодженню водою циліндру до намотувального пристрою.

Намотувальний пристрій, що оснащений регулятором натягіння полотна, пристроєм для регулювання по боковим кромкам, здійснює намотку плівкового рукава у рулон. Після того, як встановлений рулон повністю задруковується, машина зупиняється.

3.4 Прийом та зберігання етилацетату.

Етилацетат для виробництва поліетиленової плівки доставляють з базисного складу у передвижному контейнері місткістю 2 м³.

До робочої витратної ємкості контейнер приєднується за допомогою гнучкого шлангу.

Злив етилацетату з контейнеру до ємкості проходить самопливом періодично 1 раз на тиждень. Для заповнення ємкості місткістю 8 м³ потрібно 4 контейнера. Ємкість знаходиться під азотним диханням (азот подається до повітряника ємкості).

З ємкості етилацетат герметичним насосом подається до мірника місткістю 0,25 м³, який міститься у приміщенні виготовлення клею.

Повітряник мірника з'єднаний з повітряником ємкості, що практично запобігає утворенню викиду через повітряник при наповненні мірника.

Для запобігання переповнення мірника та надходження етилацетату до приміщення передбачено: перелив з мірника до ємкості, показник рівня у мірнику з сигналізацією максимального рівня на місцевому щиті у приміщенні насосної, звідки відбувається заповнення мірника.

З мірника етилацетат зливається до ємкості виготовлення клею, яка обладнана повітряником. Передбачено дистанційне керування зливом етилацетату. Керування відсікачем на лінії зливу здійснюється з приладної стійки, яка встановлена у приміщенні приготування клею.

Для запобігання некеруємої подачі етилацетату від насосу через мірник до збірника та переливів етилацетату у приміщенні передбачено додаткове блокування - зачинення відсікача на лінії зливу з мірника до ємкості при відкритті відсікача на лінії подачі етилацетату у мірник.

Для аварійного спорожнювання системи прийому та зберігання етилацетату передбачена спеціальна ємкість (у робочому режимі не заповнюється). Продукт з цієї ємкості може бути повернений до робочої ємкості за допомогою герметичного насосу.

Передбачена ємкість для збирання залишків продукту при випорожненні трубопроводів, апаратів зберігання етилацетату. Випорожнення даної ємкості здійснюється азотом під надлишковим тиском 0,25-0,35 МПа. Випорожнення відбувається до бочки або контейнеру. Далі розчинник відправляється споживачеві, що не висуває високих вимог до його якості.

3.5.1 Приготування фарби.

Основною умовою нормальної роботи друкувальної машини “Аліна 700” є приготування фарби заданої в’язкості. Визначення в’язкості здійснюється віскозиметром ВЗ-4 ємкості 100 мл з діаметром зливного отвору 4 мм. При замірі в’язкості необхідно спостерігати, щоб у дрікувальній фарбі не було включення повітря і щоб температура фарби була ідентична температурі нанесення печатки. Оптимальна в’язкість фарби для друкувальної машини складає 18-22 сек за віскозиметром ВЗ-4.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | 32 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Приготування фарби проходить у переносній ємкості у спеціальному приміщенні під місцевою витяжкою, яка забезпечує відвід повітря, яке містить пари розчинника, на спалювання. Також у приміщенні передбачена загальнообмінна вентиляція.

Фарба з заводської тари вручну завантажується у переносні ємкості. Де розводиться до потрібної в'язкості розчинником (етиловий спирт + етилацетат у співвідношенні 9:1). Після досягнення потрібної в'язкості друкувальна фарба на ручному візку доставляється до друкувальної машини "Аліна 700" та заливається до витратних бачків, де вона змішується насосом та за необхідності доводиться до робочої в'язкості шляхом додавання розчинника.

3.5.2 Мийка.

Установка призначена для очистки від фарби та мийки деталей друкувальної машини "Аліна 700", а також для очищення вибракуваних деталей з лінії "АД-Пластик" та для мийки переносних ємкостей від залишків фарби та налиплого клею.

Мийка проходить у моченій ванні за допомогою розчинника (етиловий спирт, етилацетат).

Над моченою ванною встановлені витяжні пристрої, за допомогою яких повітря, яке містить пари розчинника, відсмоктується у відділення спалювання.

3.5.3 Установка дистиляції.

Забруднений розчинник з миючої ванни направляється до установки дистиляції у переносних баках.

Установка дистиляції становить собою ємність з електропідігрівачем та конденсатором з водяним охолодженням.

Завантаження забрудненого розчинника у ємність робиться вручну через люк.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 38 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Збір дистилату (очищеного розчинника) здійснюється у конденсаторі, який має злив до переносної ємності.

Кубовий залишок, який утворюється у невеликій кількості, соскаблюється зі стінок ємності очищаючим інструментом, який не дає іскру, та направляється на захоронення або термічне знешкодження.

Відвід повітря, яке має пари розчинника, здійснюється витяжною системою.

3.6 Установа заохоложеної води.

Для забезпечення заохоложеною водою екструдерів, машини флексографського друку “Аліна 700”, регрануляційної установки встановлені холодильні машини. У холодильних машинах використовується холодоагент “Хладон”.

Установа заохоложеної води заповнюється пожежогосподарською водою у ємність холодної води місткістю 3 м³. З ємності холодної води вода насосами подається до холодильної машини, де охолоджується та повертається у ємність холодної води, підтримуючи постійну температуру.

З ємності охолоджена вода з температурою 10⁰С подається насосом у кількості 19,5 м³/год на повітряні охолоджувачі, де охолоджує повітря, яке подається до кільця охолодження голівки для обдування плівкового рукава екструдерів та повертається у ємність.

Для охолодження завантажувальної воронки, редуктора, витяжного сталевого валу, охолоджуючого валу намотувального пристрою екструдерів, охолоджуючого валка машини флексографського друку “Аліна 700”, завантажуючої воронки, камери охолодження ротаційного ножа регрануляційної установки заохолоджена вода з температурою 10⁰С з ємності подається до насосної станції, де змішується зі зворотною водою для доведення температури до 18⁰С, і далі подається до перелічених вузлів у кількості 27,95 м³/год. Зворотна вода прямує у ємність.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 34 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.7 Компресія повітря.

Компресорна установка призначена для забезпечення стиснутим повітрям екструдерів, друкувальної машини, екструдера регрануляту, вентиляційних систем.

Повітря компресором нагнітається у ресивер, обладнаний конденсатовідводчиком, і далі подається через установку сушки холодом у систему постачання стиснутим повітрям технологічного обладнання.

3.8 Подача вентиляційних викидів на спалювання.

Повітря, забруднене розчинником, від друкувальної машини “Аліна 700”, приміщення приготування клею, приміщення приготування фарби по повітропроводам надходить на всас високонапірних вентиляторів та нагнітається по обігріваному трубопроводу на установку спалювання кубових залишків для знешкодження.

Норми технічних умов виробництва поліетиленової рукавної плівки ГОСТ 10354 – 82, екструдер “Варекс Е 120 – 30 Д”, наведені у таблиці 3.1.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 35 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

| Найменування стадій та потоків реагентів | Найменування показників та одиниці вимірювання | Номінальне значення з припустимими відхиленнями або діапазон регулювання | Гранично припустиме значення параметрів |
|--|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Екструдер - зони матеріального циліндру 51 зона 11 зона 12 зона 13 зона 14 зона 15 зона 16 зона 17 зона | Тиск, Бар Температура, °C | 124 – 146 129 – 151 134 – 156 139 – 161 144 – 166 149 – 171 154 – 176 | не більше 500 не більше 110 135 ± 15 140 ± 15 145 ± 15 150 ± 15 155 ± 15 160 ± 15 165 ± 15 |
| - поворотний пристрій 18 зона 19 зона | Температура, °C | 159 – 181 164 – 186 | 170 ± 15 175 ± 15 |
| - зони екструзійної голівки 61 зона 62 зона 63 зона | Температура, °C | 164 – 186 164 – 186 159 – 181 | 175 ± 15 175 ± 15 170 ± 15 |
| Шнек | Частота обертання, мин | 13 – 119 | 12 – 120 |
| - головний привід | Навантаження, % | | не більше 85 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - витяжка плівки - екструзійна голівка <p>Вузел намотування</p> | <p>Швидкість витяжки, м / хв</p> <p>Швидкість обертання, %</p> <p>Діаметр рулону, мм</p> <p>Ширина рукава, мм</p> <p>Припустиме відносне відхилення по ширині плівки, %</p> <p>Припустиме відносне відхилення по товщині плівки, %</p> <p>Шанжування, мм</p> <p>Температура, °С</p> <p>Тиск, Бар</p> | <p>6 – 49</p> <p>17,2 – 18,8</p> <p>5,1 – 5,9</p> | <p>не більше 40</p> <p>5 – 50</p> <p>не більше 1500 1200 – 2100</p> <p>не більше 2</p> <p>не більше 30 15</p> <p>18 ± 2</p> <p>5 – 6</p> |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

4 Матеріальні і теплові баланси

4.1 Матеріальні розрахунки

4.1.1 Розрахунок прийнятого числа робочих днів на рік і відсотка часу на ППР

Початкові дані для розрахунку:

| | |
|---|----------------------|
| 1. Календарна фундація часу (Тг)- | 8760 година.=365 діб |
| 2. Час простоїв в капітальному ремонті (Тк)- | 120 годин. |
| 3. Час простоїв в середньому ремонті (Тс)- | 24 години. |
| 4. Час простоїв в поточному ремонті (Тт)- | 0 годин. |
| 5. Час технологічних простоїв (Тл)- | 24 години. |
| 6. Коефіцієнт використання устаткування (К)- | 0,95 |
| 7. Тривалість міжремонтного періоду (Тмр)- | 16760 годин. |
| 8. Пробіг між капітальними ремонтами (Тпк)- | 16640 годин. |
| 9. Пробіг між середніми ремонтами (Тпс)- | 1280 годин. |
| 10. Пробіг між поточними ремонтами (Тпт)- | 640 годин. |
| 11. Кількість вихідних днів в році по прийнятому графіку роботи (Тв)- | 104 доби. |
| 12. Кількість святкових днів в році по прийнятому графіку роботи (Тпр)- | 5 діб |

На підставі початкових даних розраховуємо:

1) Кількість робочих днів в році по прийнятому графіку роботи цеху:

$$T_p = T_g - T_v - T_{pr} = 365 - 104 - 5 = 256$$

2) Число ремонтів в міжремонтному циклі:

$$\text{капітальних: } K_k = T_{mr} / T_{pk} = 16760 / 16640 = 1,007 = 1$$

$$\text{середніх: } K_s = T_{mr} / T_{ps} - 1 = 16760 / 1280 = 12,995 = 12$$

$$\text{поточних: } K_t = T_{mr} / T_{pt} - K_s = 16760 / 640 = 26,194 = 26$$

3) Число ремонтів в рік:

$$\text{капітальних: } A_k = (K * T_g * K_k) / T_{mr} = (0,95 * 8760 * 1) / 16760 = 0,5$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 38 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

середніх: $A_c = (K * T_r * K_c) / T_{mp} = (0,95 * 8760 * 12) / 16760 = 6$

поточних: $A_T = (K * T_r * K_T) / T_{mp} = (0,95 * 8760 * 14) / 16760 = 7$

4) Час простоїв в ремонтах:

в капітальних: $П_k = A_k * T_k = 0,5 * 120 = 60$ годин

в середніх: $П_c = A_c * T_c = 6 * 24 = 144$ години

в поточних: $П_t = A_t * T_t = 7 * 0 = 0$ годин

5) Повний час простою в ремонтах:

$П_p = П_k + П_c + П_t = 60 + 144 + 0 = 204$ години

6) Відсоток часу на ППР:

$\%ППР = (П_p * 100) / (T_p * 24) = (204 * 100) / (256 * 24) = 3,32 \%$

7) Кількість робочих днів в році з урахуванням простоїв в ремонтах:

$D = T_p - (T_l / 24) - (П_p / 24) = 256 - (24 / 24) - (204 / 24) = 246,4 = 246$

Результати розрахунку представимо у вигляді таблиць 4. 1. і 4. 2:

Таблиця 4. 1

| Ремонт | Простої в 1 ремонті (Т), ч. | Пробіг між ремонтами (Тп), ч. | Число ремонтів в міжрем. Циклі (К) | Число ремонтів в рік (А) | Час простоїв в ремонтах (П) |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| капітальний | 120 | 16640 | 1 | 0,5 | 60 |
| середній | 24 | 1280 | 12 | 6,0 | 144 |
| поточний | 0 | 640 | 14 | 7,0 | 0 |

Таблиця 4. 2

| Кількість робочих днів по графіку (Тр), діб. | Повний час простою в ремонтах (Пр), годин. | % ППР | Кількість робочих днів з урахуванням ремонтів (D), діб. |
|--|--|-------|---|
| 256 | 204 | 3,32 | 246,4 |
| | | | 246 |

4.1.2 Розрахунок річної і добової потужності виробництва полімерної плівки марки Н методом екструзії з роздувом

Початкові дані для розрахунку:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Потужність виробництва (А) = | 4,6 млн.п.м/рік |
| а) плівка товщиною 0,1 мм | 2000000 п.м/рік |
| б) плівка товщиною 0,25 мм | 2600000 п.м/рік |
| 2. Кількість продукції відібраної на випробування (Р) % = | 2 |
| 3. Кількість робочих днів в році (D) = | 246 |

На підставі цих даних розраховуємо:

- 1) Кількість продукції відібраної на випробування в натуральних одиницях в рік:

$$Q = A * P / 100$$

$$Q_1 = 2000000 * 2 / 100 = 40000 \text{ п.м/рік}$$

$$Q_2 = 2600000 * 2 / 100 = 52000 \text{ п.м/рік}$$

- 2) Річний об'єм випуску в натуральних одиницях з урахуванням відбору на випробування:

$$G = A + Q, \text{ п.м/рік}$$

$$G_1 = 2000000 + 40000 = 2040000 \text{ п.м/рік}$$

$$G_2 = 2600000 + 52000 = 2652000 \text{ п.м/рік}$$

- 3) Добовий об'єм випуску в натуральних одиницях з урахуванням відбору на випробування:

$$S = G / D, \text{ п.м/доб.}$$

$$S_1 = 2040000 / 246 = 8292,68 \text{ п.м/доб}$$

$$S_2 = 2652000 / 246 = 10780,49 \text{ п.м/доб}$$

Отримані дані зводимо в таблицю 4.3

Таблиця 4. 3

| Найменування виробу | Потужність виробництва п.м/рік (А) | Продукція відібрана на випробування | | К-ть робочих днів в році (D) | Річний випуск з відбором на випробування п.м/рік (G) | Добовий випуск з відбором на випробування п.м/доб (S) |
|---------------------|--|-------------------------------------|------------------|---------------------------------|---|--|
| | | в % (P) | в п.м/рік (Q) | | | |
| Плівка 1 | 2000000 | 2 | 40000 | 246 | 2040000 | 8292,68 |
| Плівка 2 | 2600000 | 2 | 52000 | 246 | 2652000 | 10780,49 |
| Разом : | 4600000 | | 92000 | | 4692000 | 19073,17 |

4.1.3 Розрахунок витрати полімерної композиції для заданого об'єму виробництва плівки марки Н

Початкові дані для розрахунку:

1. Потужність виробництва з урахуванням

відбору на випробування(A) = 4692000 п.м/рік:

а) плівка товщиною 0,1 мм 2040000 п.м/рік

б) плівка товщиною 0,25 мм 2652000 п.м/рік

2. Чиста втрата полімерної композиції (R)

(вага виробу)

плівка товщиною 0,1 мм 0,552 кг

плівка товщиною 0,25 мм 1,380 кг

3. Втрати композиції (C) = 4 %

4. Кількість робочих днів в році (D) = 246

На підставі початкових даних розраховуємо:

1) Втрати полімерної композиції на одиницю продукції для кожного виду виробу (кг /од. продукції)

$$K = R * C / 100$$

$$K_{\text{товщина 0,1}} = 0,552 * 4 / 100 = 0,022 \text{ кг}$$

$$K_{\text{товщина 0,25}} = 1,380 * 4 / 100 = 0,055 \text{ кг}$$

2) Витрата полімерної композиції на одиницю продукції з урахуванням втрат (кг /од. продукції)

$$L = R + K$$

$$L_{\text{товщина 0,1}} = 0,552 + 0,022 = 0,574 \text{ кг}$$

$$L_{\text{товщина 0,25}} = 1,380 + 0,055 = 1,435 \text{ кг}$$

3) Річна витрата полімерної композиції з урахуванням втрат (кг / рік)

$$N = L * A$$

$$N_{\text{товщина 0,1}} = 0,574 * 2040000 = 1170960 \text{ кг / рік}$$

$$N_{\text{товщина 0,25}} = 1,435 * 2652000 = 3779100 \text{ кг / рік}$$

4) Добова витрата полімерної композиції з урахуванням втрат (кг / доб)

$$S = N / D$$

$$S_{\text{товщина 0,1}} = 1170960 / 246 = 4760 \text{ кг / доб}$$

$$S_{\text{товщина 0,25}} = 3779100 / 246 = 15362,195 \text{ кг / доб}$$

Отримані дані зводимо в таблицю 4.4

Таблиця 4.4

| Найменування виробу | Потужність виробництва шт/рік (A) | Кількість робочих днів в році (D) | Чиста витрата, кг/шт (R) | Втрати композиції | | Витрата на одиницю продукції кг/шт (L) | Витрата в рік кг/рік (N) | Витрата на добу кг/доб (S) |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|----------|--|--------------------------|----------------------------|
| | | | | в % (C) | в кг (K) | | | |
| Плівка товщиною 0,1 мм | 2040000 | 246 | 0,552 | 4 | 0,022 | 0,574 | 1170960 | 4760 |
| Плівка товщиною 0,25 мм | 2652000 | 246 | 1,380 | 4 | 0,055 | 1,435 | 3779100 | 15362,195 |
| Разом | 4692000 | | | | 0,077 | 2,009 | 4950060 | 20122,195 |

4.1.4 Розрахунок потреби інгредієнтів полімерної композиції для виробництва плівки марки Н товщиною 0,1 мм

Початкові дані для розрахунку:

Число робочих днів в році (D) = 246

Добова витрата композиції в кг (G) = 4760

Таблиця 4.5

| Найменування інгредієнта | Вміст інгредієнта в масових відсотках (M) | Втрати інгредієнта в % (p) |
|--------------------------|---|----------------------------|
| ПЕВТ | 90 | 0,35 |
| Вторинний ПЕ | 10 | 0,35 |

На підставі початкових даних розраховуємо:

1) Добова витрата інгредієнтів без урахування втрат (в кг):

$$R = G * M / 100$$

$$R_{\text{ПЕВТ}} = 4760 * 90 / 100 = 4284 \text{ кг}$$

$$R_{\text{вторинний ПЕ}} = 4760 * 10 / 100 = 476 \text{ кг}$$

2) Втрати інгредієнтів на добу (в кг):

$$S = R * p / 100$$

$$S_{\text{ПЕВТ}} = 4284 * 0,35 / 100 = 14,994 \text{ кг}$$

$$S_{\text{вторинний ПЕ}} = 476 * 0,35 / 100 = 1,666 \text{ кг}$$

3) Добова витрата інгредієнтів з урахуванням втрат (в кг):

$$L = R + S$$

$$L_{\text{ПЕВТ}} = 4284 + 14,994 = 4298,994 \text{ кг}$$

$$L_{\text{вторинний ПЕ}} = 476 + 1,666 = 477,666 \text{ кг}$$

4) Річна витрата інгредієнтів з урахуванням втрат (в кг):

$$Q = L * D$$

$$Q_{\text{ПЕВТ}} = 4298,994 * 246 = 1057552,5 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{вторинний ПЕ}} = 477,666 * 246 = 117505,83 \text{ кг}$$

Отримані дані зводимо у таблицю 4. 6

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 43 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

Таблиця 4. 6

| Найменування інгредієнта | Масові % (M) | Добова витрата без урахування втрат, кг (R) | Втрати інгред. | | Добова витрата з урахуванням втрат, кг (L) | Річна витрата з урахуванням втрат, кг (Q) |
|--------------------------|--------------|---|----------------|----------|--|---|
| | | | в % (p) | в кг (S) | | |
| ПЕВТ | 90 | 4284 | 0,35 | 14,994 | 4298,994 | 1057552,5 |
| Вторинний ПЕ | 10 | 476 | 0,35 | 1,666 | 477,666 | 117505,83 |
| Разом | 100 | 4760 | | 16,66 | 4776,66 | 1175058,3 |

4.1.5 Розрахунок потреби інгредієнтів полімерної композиції для виробництва плівки марки Н товщиною 0,25 мм

Початкові дані для розрахунку:

Число робочих днів в році (D) = 246

Добова витрата композиції в кг (G) = 15362,195

Таблиця 4. 7

| Найменування інгредієнта | Вміст інгредієнта в масових відсотках (M) | Втрати інгредієнта в % (p) |
|--------------------------|---|----------------------------|
| ПЕВТ | 90 | 0,35 |
| Вторинний ПЕ | 10 | 0,35 |

На підставі початкових даних розраховуємо:

3) Добова витрата інгредієнтів без урахування втрат (в кг):

$$R = G * M / 100$$

$$R_{\text{ПЕВТ}} = 15362,195 * 90 / 100 = 13825,975 \text{ кг}$$

$$R_{\text{вторинний ПЕ}} = 15362,195 * 10 / 100 = 1536,2195 \text{ кг}$$

4) Втрати інгредієнтів на добу (в кг):

$$S = R * p / 100$$

$$S_{\text{ПЕВТ}} = 13825,975 * 0,35 / 100 = 48,390912 \text{ кг}$$

$$S_{\text{вторинний ПЕ}} = 1536,2195 * 0,35 / 100 = 5,3767682 \text{ кг}$$

3)Добова витрата інгредієнтів з урахуванням втрат (в кг):

$$L = R + S$$

$$L_{\text{ПЕВТ}} = 13825,975 + 48,390912 = 13874,365 \text{ кг}$$

$$L_{\text{вторинний ПЕ}} = 1536,2195 + 5,3767682 = 1541,5962 \text{ кг}$$

4)Річна витрата інгредієнтів з урахуванням втрат (в кг):

$$Q = L * D$$

$$Q_{\text{ПЕВТ}} = 13874,365 * 246 = 3413093,7 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{вторинний ПЕ}} = 1541,5962 * 246 = 379232,66 \text{ кг}$$

Отримані дані зводимо у таблицю 4. 8

Таблиця 4. 8

| Найменування інгредієнта | Масові % (М) | Добова витрата без урахування втрат, кг (R) | Втрати інгред. | | Добова витрата з урахуванням втрат, кг (L) | Річна витрата з урахуванням втрат, кг (Q) |
|--------------------------|--------------|---|----------------|-----------|--|---|
| | | | в % (p) | в кг (S) | | |
| ПЕВТ | 90 | 13825,975 | 0,35 | 48,390912 | 13874,365 | 3413093,7 |
| Вторинний ПЕ | 10 | 1536,2195 | 0,35 | 5,3767682 | 1541,5962 | 379232,66 |
| Разом | 100 | 15362,194 | | 53,76768 | 15415,961 | 3792326,3 |

4.1.6 Розрахунок потреби в напівфабрикатах і допоміжних матеріалах при виробництві плівок

Початкові дані для розрахунку:

1. Витрата матеріалів на 1000 п.м плівки (Р):

- а) Втулки картонно - паперові - 10 шт
- б) Стрічка, що склеює, технічна - 7,5 п. м.
- в) Шпагат з луб'яних волокон - 12,7 п. м.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 45 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

2. Втрати матеріалу (П):

- а) Втулки картонно - паперові - 3 %
б) Стрічка, що склеює, технічна - 2 %
в) Шпагат з луб'яних волокон - 3 %

3.Потужність виробництва з урахуванням відбору на випробування (М) – 4692000 п. м./рік

4.Кількість робочих днів в році (Д) – 246

На підставі початкових даних розраховуємо:

1) Втрати матеріалу в натуральних одиницях:

$$K = P * \Pi / 100$$

$$K_{\text{втулки}} = 10 * 3 / 100 = 0,3 \text{ шт}$$

$$K_{\text{стрічка}} = 7,5 * 2 / 100 = 0,15 \text{ п. м.}$$

$$K_{\text{шпагат}} = 12,7 * 3 / 100 = 0,381 \text{ п. м.}$$

2) Витрата матеріалу на одиницю продукції з урахуванням втрат:

$$H = P + K$$

$$H_{\text{втулки}} = 10 + 0,3 = 10,3 \text{ шт}$$

$$H_{\text{стрічка}} = 7,5 + 0,15 = 7,65 \text{ п. м.}$$

$$H_{\text{шпагат}} = 12,7 + 0,381 = 13,081 \text{ п. м.}$$

5) Річна витрата матеріалу з урахуванням втрат:

$$Г = H * M$$

$$Г_{\text{втулки}} = 10,3 * 4692000 = 48327600 \text{ шт}$$

$$Г_{\text{стрічка}} = 7,65 * 4692000 = 358938000 \text{ п. м}$$

$$Г_{\text{шпагат}} = 13,081 * 4692000 = 61376052 \text{ п. м}$$

б) Добова витрата матеріалу з урахуванням втрат:

$$C = Г / Д$$

$$C_{\text{втулки}} = 48327600 / 246 = 196453,65 \text{ шт}$$

$$C_{\text{стрічка}} = 358938000 / 246 = 145909,75 \text{ п. м}$$

$$C_{\text{шпагат}} = 61376052 / 246 = 249496,14 \text{ п. м}$$

Отримані дані зводимо в таблицю 4.9

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 45 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 4. 9

| Найменування матеріалу | Од | Потужність виробництва (М) шт / год | Витрати на одиницю продукції (Р) | Втрати матеріалу | | Витрати матеріалу | | |
|------------------------|-----|-------------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|------------|
| | | | | В % (П) | В нат.од. (К) | На 1000 п.м плівки (Н) | Річна (Г) | Добова (С) |
| Втулки | шт | 4692000 | 10 | 3 | 0,3 | 10,3 | 48327600 | 196453,65 |
| Стрічка | п.м | 4692000 | 7,5 | 2 | 0,15 | 7,65 | 358938000 | 145909,75 |
| Шпагат | п.м | 4692000 | 12,7 | 3 | 0,381 | 13,081 | 61376052 | 249496,14 |

4.1.7 Розрахунок складського господарства

Початкові дані для розрахунку:

Для виготовлення плівки товщиною 0,1 мм та 0,25 мм загальна кількість ПЕВТ = 18173,359 кг і вторинного ПЕ = 2019,2622 кг.

Таблиця 4.10

| Найменування матеріалу | Од. | Добова витрата матеріалу (С) | Запас матеріалу в добі (З) | Кількість матеріалу в одній упаковці (К) | Площа однієї упаковки м ² (П) | Поверховість Зберігання (Е) |
|------------------------|-----|------------------------------|----------------------------|--|--|-----------------------------|
| ПЕВТ | кг | 18173,359 | 3 | 25 | 0,5 | 7 |
| Вторинний ПЕ | кг | 2019,2622 | 3 | 25 | 0,5 | 7 |
| Готова продукція | п.м | 19073,17 | 3 | 90,9 | 3,9 | 3 |

На підставі початкових даних розраховуємо:

1) Кількість упаковок даного виду матеріалу на складі:

$$У = З / К * 3$$

$$У_{\text{ПЕВТ}} = 18173,359 / 25 * 3 = 242,311 = 242$$

$$У_{\text{вторинний ПЕ}} = 2019,2622 / 25 * 3 = 26,923 = 27$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 47 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$U_{\text{плівки}} = 19073,17 / 90,9 * 3 = 69,942 = 70$$

2) Площа, займана даною кількістю упаковок:

$$P_u = U * \Pi / E$$

$$P_{u\text{ПЕВТ}} = 242 * 0,5 / 7 = 17,3 \text{ м}^2$$

$$P_{u\text{вторинний ПЕ}} = 27 * 0,5 / 7 = 1,9 \text{ м}^2$$

$$P_{u\text{плівки}} = 70 * 3,9 / 3 = 91 \text{ м}^2$$

3) Загальна площа складу:

$$P_c = P_{u1} + P_{u2} + \dots + P_{uk}$$

$$P_c = P_{u\text{ПЕВТ}} + P_{u\text{вторинний ПЕ}} + P_{u\text{плівки}} = 17,3 + 1,9 + 91 = 110,2 \text{ м}^2$$

Отримані дані зводимо в таблицю 4.11

Таблиця 4.11

| Найменування матеріалу | Од. вим | Добова витрата матеріалу (С) | Запас матеріалу в добі (З) | К-ть матеріалу в упаковці (К) | Площа однієї упаковки, м ² (П) | Поверховість зберігання (Е) | К-ть упаковок (У) | Розрахункова площа складу, м ² (Пу) |
|------------------------|---------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---|-----------------------------|-------------------|--|
| ПЕВТ | кг | 18173359, | 3 | 25 | 0,5 | 7 | 242 | 17,3 |
| Вторинний ПЕ | кг | 2019,2622 | 3 | 25 | 0,5 | 7 | 27 | 1,9 |
| Готова продукція | п.м | 19073,17 | 3 | 90,9 | 3,9 | 3 | 70 | 91 |
| Разом | | | | | | | | 110,2 |

4.2 Теплотехнічні розрахунки

Тепловий розрахунок екструзійно – видувного агрегату

Варекс Е 120 – 30 Д

Початкові дані для розрахунку:

1. Потужність споживана двигуном (N) - 50 кВт;
2. КПД двигуна (K₁) - 0,95;
3. Масова продуктивність черв'ячного пресу (G) - 260 кг/год
4. Потужність нагрівачів (Z) - 22,88 кВт;

5. КПД нагрівачів (K_2) - 0,85;
6. Теплоємність матеріалу (C_1) - 2,9 кДж/кг*град
7. Температура матеріалу на вході в машину (T_1) - 298 К;
8. Температура матеріалу на виході з машини (T_2) - 453 К;
- 9.Плрща зовнішньої поверхні сорочки (F) - 6,2 м²;
10. Температура тепловіддаючої поверхні (T_3) - 303 К;
11. Температура навколишнього середовища (T_4) - 298 К;
12. Коефіцієнт випромінювання ізоляційного матеріалу (K_3) - 0,9 Вт/м²*град;
13. Витрата охолоджуючої води (W) - 4900 кг/год;
14. Теплоємність води (C_2) - 4,19 кДж/кг*град
15. Температура води на вході в черв'як (T_5) - 293 К;
16. Температура води на виході з черв'яка (T_6) - 298 К.

На підставі початкових даних розраховуємо:

- 1) Кількість тепла, що підводиться до матеріалу за рахунок роботи двигуна:

$$Q_1 = N * K_1 * 3600$$

$$Q_1 = 50 * 0,95 * 3600 = 171000 \text{ кДж /год}$$

- 2) Кількість тепла, що відноситься з матеріалом:

$$Q_3 = G * C_1 * (T_2 - T_1)$$

$$Q_3 = 260 * 2,9 * (453 - 298) = 116870 \text{ кДж /год}$$

- 3) Втрати тепла за рахунок конвекції:

$$Q_5 = 3600 * (9.3 + 0.058 * (T_3 - 273)) * (T_3 - T_4) * 0.001$$

$$Q_5 = 3600 * (9.3 + 0,058 * (303 - 273)) * (303 - 298) * 0,001 = 1490,4 \text{ кДж /год}$$

- 4) Втрати тепла за рахунок випромінювання:

$$Q_6 = 3600 * K_2 * F * ((T_3/100)^4 - (T_4/100)^4) * 0.001$$

$$Q_6 = 3600 * 0.85 * 6,2 * ((303/100)^4 - (298/100)^4) * 0.001 = 11,40192 \text{ кДж /год}$$

- 5) Загальні втрати тепла:

$$Q_4 = Q_5 + Q_6$$

$$Q_4 = 1490,4 + 11,40192 = 1501,8019 \text{ кДж /год}$$

- 6) Кількість тепла, що відводиться з охолоджуючою водою:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист 49 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$Q_7 = W * C_2 * (T_6 - T_5)$$

$$Q_7 = 4900 * 4,19 * (298 - 293) = 102655 \text{ кДж /год}$$

7) Кількість тепла, що підводиться при використанні нагрівачів:

$$Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_7 - Q_1$$

$$Q_2 = 116870 + 1501,8019 + 102655 - 171000 = 50026,8 \text{ кДж /год}$$

8) Необхідна потужність нагрівачів:

$$P = Q_2 / (3600 * K_2)$$

$$P = 50026,8 / (3600 * 0,85) = 16,348627$$

9) Порівнюємо отриману потужність нагрівача з фактичною (Z):

якщо $Z > P$, то вважається, що машина вибрана правильно і є умови для переробки матеріалу у виріб методом екструзії з роздумом.

Результати розрахунку представимо у вигляді таблиці 4.12

Таблиця 4.12

| Кількість тепла | | Втрата тепла за рахунок | | Загальні втрати Q_4 , кДж/год | Кількість тепла | | Потужність нагрівача P кВт |
|---|---|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|---|----------------------------|
| Що підводиться до матеріалу Q_1 , кДж/год | Що уноситься з матеріалом Q_3 , кДж/год | Конвекції Q_5 , кДж/год | Випромінювання Q_6 , кДж/год | | Що відводиться з захол. водою Q_7 , кДж/год | Що підводиться з нагрівачем Q_2 , кДж/год | |
| 171000 | 116870 | 1490,4 | 11,40192 | 1501,8019 | 102655 | 50026,8 | 16,348627 |

$$P = 16,348627 \text{ кВт} < Z = 22,88 \text{ кВт}$$

Оскільки сумарна потужність нагрівачів даного черв'ячного пресу перевищує споживану, то машина вибрана правильно і є умови для переробки матеріалу у виріб методом екструзії з роздумом.

5. Вибір і розрахунок основного апарату

5.1 Розрахунок кількості екструзійних агрегатів

Початкові дані для розрахунку:

- Добовий випуск виробів з урахуванням відбору на випробування (A):
 - плівка товщиною 0,1 мм 8292,68 п.м/доб
 - плівка товщиною 0,25 мм 10780,49 п.м/доб
- Маса одного виробу (m):
 - плівка товщиною 0,1 мм 0,552 кг
 - плівка товщиною 0,25 мм 1,380 кг
- Продуктивність екструдера (Q) 260 кг/год
- Коефіцієнт ВМЧ (K) 0,9
- Число годин роботи в добі (N) 24 год
- Відсоток часу на ППР (P) 3,32 %

На підставі початкових даних розраховуємо:

- Добовий випуск виробів по кожному типу в кг:

$$G = m * A$$

$$G_{\text{товщина } 0,1} = 0,552 * 8292,68 = 4577,5593 \text{ кг / п.м}$$

$$G_{\text{товщина } 0,25} = 1,380 * 10780,49 = 14877,076 \text{ кг / п.м}$$

- Потрібне число машино – годин по кожному типу виробів:

$$B = G / Q$$

$$B_{\text{товщина } 0,1} = 4577,5593 / 260 = 17,605997$$

$$B_{\text{товщина } 0,25} = 14877,076 / 260 = 57,219523$$

- Розрахункове число машин по кожному типу виробів:

$$S_K = (B * 100) / (N * K * (100 - P))$$

$$S_{K_{\text{товщина } 0,1}} = (17,605997 * 100) / (24 * 0,9 * (100 - 3,32)) = 0,8430828$$

$$S_{K_{\text{товщина } 0,25}} = (57,219523 * 100) / (24 * 0,9 * (100 - 3,32)) = 2,7400206$$

- Сумарне число машин:

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_K$$

$$S = 0,8430828 + 2,7400206 = 3,5831034$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 51 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

5) Прийняте до установки число машин:

$$T = S \text{ округляємо до більшого цілого числа} = 4 \text{ екструдера}$$

6) Коефіцієнт завантаження устаткування:

$$C = S / T$$

$$C = 3,5831034 / 4 = 0,8957758$$

Отримані дані зводимо в таблицю:

Таблиця 5.1

| Назва виробу | A, п.м/доб | m, кг | Q, кг/год | K | N, ч | P | G, кг / п.м | B | S _к , шт | T, шт | C |
|----------------------|------------|-------|-----------|-----|------|------|-------------|-----------|---------------------|-------|-------|
| Плівка товщиною 0,1 | 8292,68 | 0,552 | 260 | 0,9 | 24 | 3,32 | 4577,56 | 17,605997 | 0,843 | | |
| Плівка товщиною 0,25 | 10780,49 | 1,380 | 260 | 0,9 | 24 | 3,32 | 14877,1 | 57,219523 | 2,74 | | |
| Газом | 19073,17 | | | | | | | | 3,58 | 4 | 0,896 |

6. Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату

В даному розділі за стадіями виготовлення поліетиленової плівки наводяться параметри, що контролюються, їх норми діапазони припустимих показників приладів і засоби вимірювання.

Методи контролю виробництва і якості готової продукції наведені у таблиці 6.1.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------------------|------------|------------|-------------------|-------------------|--|---|---|----------------------|---|----|---|---|---|--|
| 1 | Бункер регрануляту | 2 | Рівень LIS | 3 | Візуально | 4 | Не більше 90 % | 5 | Не більше 89 % | 6 | ±1 | 7 | Датчик стану SJE клас точності 1 | 8 | Апарат- чик підготов- ки сировини 5 розряд; маши- ніст гранулю- вання пластмас 5 розряд |
| | Бункери добового запасу | Рівень LIS | Візуально | Не більше 90 % | Не більше 89 % | ±1 | Датчик стану SJE клас точності 1 | Апарат- чик підготов- ки сировини 5 розряд | | | | | | | |
| Відділитель | Тиск PI | Періодично | (5-6) Бар | (5,1-5,9) Бар | ±1 Бар | Манометр WKA шкала (0-10) Бар | Апарат- чик 5 розряд | | | | | | | | |
| | Рівень LIS | Періодично | (10-90) % | (11-89) % | ±1 % | Датчик стану SJE клас точності 1 Світлова мнемо- схема | Апарат- чик підготов- ки сировини 5 розряд | | | | | | | | |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|---|------------|---|--|---|---------------------|---|-----------------------|---|-----------|---|---|---|---|
| 1 | Вакуумні насоси | 2 | Тиск РІ | 3 | При подачі грануляту у відділителі з записом у рапорті 1 раз на годину | 4 | Мінус (0,2-0,6) Бар | 5 | Мінус (0,21-0,59) Бар | 6 | 0,±01 Бар | 7 | Манометр WKA шкала (мінус 1-1,5) Бар клас точності 1 | 8 | Апарат-чик підготовки сировини 5 розряд |
| | Стиснуте повітря | | Тиск РІ | | 1 раз в зміну | | (5-6) Бар | | (5,1-5,9) Бар | | 0,±1 Бар | | Манометр WKA шкала (0-10) Бар клас точності 1 | | Апарат-чик підготовки сировини 5 розряд |
| Отримання поліетиленової плівки на екструдері «ВАРЕКС Е120-30Д» | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Матеріальний циліндр | | Тиск РІASH | | Бесперервно з записом у рапорті 1 раз на годину | | не більше 500 Бар | | не більше 493 Бар | | ± 7 Бар | | Манометричний прилад MP 690 Шкала (0-700) Бар Клас точності 1. Датчик тиску маси розплаву МДА 462 | | Машиніст екструдеру 6 (5) розряду |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

| | | | | | | | |
|--|-------------------------|--|--|--|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Головний привід | Навантаження двигуна | -«»- | Не більше 85 % | Не більше 83,7 % | ± 1,3 % | Електрон- ний прилад ABB- METRAW ATT Шкала (0-130) % Клас точності I | Маши- ніст екстру- деру 6 (5) розряду |
| Шнек | Частота обертання | -«»- | (12-120) хв ⁻¹ | (13-119) хв ⁻¹ | ± 1 хв ⁻¹ | Електрон- ний прилад Dig-200 Клас точності I | Маши- ніст екстру- деру 6 (5) розряду |
| зони циліндру: 5I зона 1I зона | Температура | Бесперервно з записом у рапорті 1 раз на годину -«»- -«»- | Не більше 110 ⁰ C (165± 15) ⁰ C | Не більше 106 ⁰ C (154- 176) ⁰ C | ± 4 ⁰ C ± 4 ⁰ C | Термопара Fe-CuNi Границя вимірю- вань (0-400) ⁰ C Прилад КР4 Границя вимірю- вань (0-400) ⁰ C | Маши- ніст екстру- деру 6 (5) розряду |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|-------------|---|-------------------------|--------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|
| 12 зона | | -<>- | (170±15) ⁰ C | (159-181) ⁰ C | ± 4 ⁰ C | | |
| 13 зона | | -<>- | (175±15) ⁰ C | (164-186) ⁰ C | ± 4 ⁰ C | | |
| 14 зона | | -<>- | (180±15) ⁰ C | (169-191) ⁰ C | ± 4 ⁰ C | | |
| 16 зона | | -<>- | (180±15) ⁰ C | (169-191) ⁰ C | ± 4 ⁰ C | | |
| зони голівки | температура | Бесперервно з записом у рапорті 1 раз на годину | | | | Термопара Fe-CuNi Границя вимірювань (0-400) ⁰ C Прилад КР4 Границя вимірювань | Маши-ніст екстру-деру 6 (5) розряду |
| 61 зона | | -<>- | (185±15) ⁰ C | (174-196) ⁰ C | ± 4 ⁰ C | | |
| 62 зона | | -<>- | (185±15) ⁰ C | (174-196) ⁰ C | ± 4 ⁰ C | | |
| 63 зона | | -<>- | (180±15) ⁰ C | (169-191) ⁰ C | ± 4 ⁰ C | | |
| стиснуте повітря на завантажувальну воронку та калібрувальну корзину | Тиск | 1 раз в зміну з записом у рапорті | 3 Бар | 3 Бар | ± 0,1 Бар | Манометр WKA шкала (0-10) Бар клас точності 1 | Маши-ніст екстру-деру 6 (5) розряду |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|------------------------|--|---|--------------------|---------------|--|-------------------------------------|-------|---------|---|---|---|-------------------------------------|
| 1 | реверсивна витяжка | Навантаження двигуна | 3 | Безперервно з записом у рапорті 1 раз на годину | 4 | Не більш 10 А | 5 | Не більш 9,9 А | 6 | ± 0,1 А | 7 | Амперметр GOSSEN Шкала (0-10) А Клас точності 1 | 8 | Маши-ніст екстру-деру 6 (5) розряду |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Швидкість реверсування | | | (5-50) % | | (6-49) % | | ± 1 % | | Електрон-ний прилад Dig-200 Шкала (0-100) Клас точності 1 | Маши-ніст екстру-деру 6 (5) розряду | | |
| | станція попередньої обробки, «СОФТАЛ» | Потужність активації | 1 раз в зміну і кожен раз при регулюванні потужності активації | не більше 2 кВт | не більше 1,97 кВт | ± 0,03 кВт | Генератор 5030 Шкала (0-3) кВт Клас точності 1 | Маши-ніст екстру-деру 6 (5) розряду | | | | | | |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------------------------|--|--|----------------------------|---|---|--|---|
| I намотувальний пристрій | Ступінь активації | 1 раз на годину з записом у рапорті | 45 мН / мм | - | - | Індикатор- на рідина | Маши- ніст екстру- деру 6 (5) розряду |
| | Граничне відхилення по ширині рукавної плівки (з фальцовкою) | Кожний рулон | $\pm 2\%$ (± 4) % | - | - | Вимірю- вальна лінійка (0-100) мм ГОСТ 427-75 | Маши- ніст екстру- деру 6 (5) розряду |
| | Зміщення плівки по торцю рулону від заданої ширини | Кожний рулон | $\pm 2\%$ | - | - | Вимірю- вальна лінійка (0-100) мм ГОСТ 427-75 | Маши- ніст екстру- деру 6 (5) розряду |
| | Шанжирування | Кожний рулон | (10-15) мм | - | - | Вимірю- вальна лінійка (0-100) мм ГОСТ 427-75 | Маши- ніст екстру- деру 6 (5) розряду |
| | Граничне відхилення по довжині плівки | Кожний рулон | $\pm 3\%$ | - | - | Електрон- ний прилад (щетчик метражу) 711 | Маши- ніст екстру- деру 6 (5) розряду |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

| | | | | | | | |
|------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|---|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | Діаметр рулону | Кожний рулон | Не більше 1500 мм | - | - | Вимірювальна лінійка (0-100) мм ГОСТ 427-75 | Машиніст екстеру-деру 6 (5) розряду |
| | Граничне відхилення по товщині плівки | Кожний рулон | + 30 % | - | - | Мікрометр МК25.000ПС ГОСТ 6507-90 | Машиніст екстеру-деру 6 (5) розряду |
| | Навантаження на електричний двигун | Кожний рулон | не більше 5,6 А | не більше 5,5 А | ± 0,1 А | Амперметр тип JVDE № 605 Шкала (0-10) А Клас точності 1 | Машиніст екстеру-деру 6 (5) розряду |
| Стиснуте повітря | Тиск РІ | 1 раз у зміну з записом у рапорті | (95-6) Бар | (5,1-5,9) Бар | ± 0,1 Бар | Манометр FESTO Шкала (0-10) Бар клас точності 1 | Машиніст екстеру-деру 6 (5) розряду |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

| | | | | | | | |
|---|-------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | Температура | 1 раз на годину з записом у рапорті | (18±2) ⁰ С | (17-19) ⁰ С | ± 1 ⁰ С | Термометр технічний шкала (0-100) ⁰ С, клас точності 1 | Апаратчик підготовки сировини 5 розряд |
| 1 | Тиск | 1 раз на годину з записом у рапорті | Не менше 1 Бар | Не менше 1,06 Бар | ± 0,06 Бар | Манометр WKA шкала (0-6) Бар, клас точності 1 | Апаратчик підготовки сировини 5 розряд |
| | Температура | 1 раз на годину з записом у рапорті | (10±2) ⁰ С | (9-11) ⁰ С | ± 1 ⁰ С | Термометр технічний шкала (0-100) ⁰ С, клас точності 1 | Апаратчик підготовки сировини 5 розряд |
| 1 | Тиск | 1 раз на годину з записом у рапорті | Не менше 0,5 Бар | Не менше 0,525 Бар | ± 0,025 Бар | Манометр WKA шкала (0-2,5) Бар, клас точності 1 | Апаратчик підготовки сировини 5 розряд |
| | Температура | 1 раз на годину з записом у рапорті | (10±2) ⁰ С | (9-11) ⁰ С | ± 1 ⁰ С | Термометр технічний шкала (0-100) ⁰ С, клас точності 1 | Апаратчик підготовки сировини 5 розряд |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

ПД(б).12.01.ПЗ

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---|-------------------------|---|------------------------|---|--|---|--|---|----------------------|---|--|---|--------------|
| 1 | Відділення екструзії | 2 | Температура повітря ТІР | 3 | Бесперервно, візуально | 4 | Взимку (17-23) ⁰ С Влітку (18-27) ⁰ С | 5 | Взимку (17,5-22,5) ⁰ С Влітку (18,5-26,5) ⁰ С | 6 | ± 0,5 ⁰ С | 7 | Датчик ТСМ-50 Прилад ФЦЛ-501 Шкала (0-50) ⁰ С Клас точності І | 8 | Мастер зміни |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

| Найменування стадії, місце вимірювання параметру або відбору проби | Параметр, який контролюється та позиція КППА | Частота та вид контролю | Норми | Діапазон припустимих показників приладів | Принципиальна вимірювання параметру | Методика та засоби вимірювання (контролю, іспитів) | Хто проводить конт-роль проби |
|--|--|--|-----------------|--|-------------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Розвантаження, зберігання та дозування поліетилену | | | | | | | |
| Компресор поз. 1.1.1. | Тиск на нагнетанні, Р1 | При розвантаженні полімеровозів з записом у рапорті 1 раз у годину | Не більше 2 Бар | Не більше 1,94 Бар | 0,06 Бар | Манометр WTKA шкала (0-6) Бар клас точності 1 | Апаратчик підготовки сировини 5 розряд |
| Силоси поз. 1.2.1.1-1.2.1.3 | Рівень при бесперервній роботі, LIS | Візуально | Не більше 90 % | Не більше 89 % | ±1% | Датчик стану FTC335, FTC930 пристрій автоматизації заці AGS5115U світлова мнемосхема | Апаратчик підготовки сировини 5 розряд |

7 Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища

В даний час полімерні матеріали займають третє місце за обсягом використання серед пакувальних матеріалів. В різних країнах від 5 до 20 % та вище складає доля полімерної упаковки, в яку розміщують біля 50 % (по масі) пакуємої продукції. З загальної кількості виробляємих у світі полімерних матеріалів вище 40 % тратиться на виробництво упаковки.

Удобність та безпечність, низька ціна та висока естетичність – визначають умови використання поліетилену при виготовленні упаковки. Але при цьому її функціональне «життя» невелике, і вона дуже швидко поповнює гори твердих побутових відходів. Середньостатистичний склад відходів поліетиленової упаковки 35 – 38 %. Спеціалісти прогнозують, що найближчі 15 – 20 років доля тари, виготовленої з поліетилену, досягне 55 %. Захоронення відходів з поліетилену має суттєвий недолік. Без дії кисню поліетилен не розкладається протягом 10 – 20 років, що викликає серйозні економічні, соціальні та природоохоронні проблеми та необхідність, як наслідок, пошуку кардинальних підходів до їх вирішення. Інші можливі способи вирішення проблеми відходів з поліетилену – їх вторинна переробка та спалювання. Винищення відходів з поліетилену шляхом спалювання має багато проблем.

По – перше, цей метод не дуже економічний. По оцінкам германського інституту екологічної безпеки та переробки енергії Fraunhofer, спалювання однієї тони ПЕ обходиться приблизно у 100 євро, а захоронення твердих відходів, які утворилися при спалюванні – ще приблизно у 60 євро.

По – друге, цей метод небезпечний для навколишнього середовища. При спалюванні відходів відбувається утворення шкідливих речовин, які необхідно спеціально уловлювати. Тому установки для спалювання є складними та дорогими спорудами. Утилізацію вторинної полімерної сировини можна здійснювати також шляхом термічного розкладу при високих (піроліз) і не дуже високих (термоліз) температурах. Утилізація використаної упаковки з поліетилену нерозривно пов'язана з наявністю гарно

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 68 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

організованої системи збору, сортування та розділення змішаних відходів, тому, що ці операції найбільш складні.

При певних умовах можна забезпечити повернення до виробничого циклу навіть використаної упаковки, звісно, після її обробки (мийки, сушки та ін. операцій), а також отримання дозволу санітарних органів на її повторне використання, наприклад, при розфасованій продуктів харчування.

Сприятлива ситуація, що надає можливість повторного використання більшості видів пластмасових відходів, пов'язана з тим, що 2 – 3 кратна переробка термопластів мало впливає на їх властивості.

Спеціальні роботи, виконані на технологічних відходах поліетилену низької щільності, включали вивчення властивостей зразків після 1, 3, 5, 10, 15 і 20 циклів багатократної екструзії. Показано, що до 10 циклів змінні властивостей поліетилену (ПЕ) незначне. Подальше збільшення числа циклів приводить до пониження в'язкості розплаву, еластичності, опору старінню та навантаженню. Враховуючи цю обставину, більшість технологічних відходів, утворення яких не пов'язано з процесами природного старіння, можуть бути перероблені у вироби без суттєвої втрати фізико – механічних показників. Тому переробка власних відходів пластмас, які утворилися не підприємстві, розцінюється як необхідна частина виробничого процесу, яка забезпечує його економічність, при цьому стимулюється розробка нового простого обладнання для цих цілей. Використання такого обладнання у замкнутому технологічному циклі, крім підвищення його економічної ефективності, забезпечує скорочення площі для зберігання відходів, чистоту відходів, економію трудових витрат.

До недавнього часу переробка внутрізаводських плівкових відходів стримувалась тим, що вони мають більш низьку насипну щільність, ніж гранули матеріалу, з яким вони повинні змішуватися, і це ускладнювало етапи завантаження та змішування. У нових процесах та обладнанні вирішено питання їх ущільнення.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 64 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Так, наприклад, фірма «Process Control» (США) розробила автоматичні системи переробки та ущільнення кромки плівки та подачі їх зворотно у екструдер. Потужність цих систем 27 – 60 кг/год. Вони відрізняються високою економічністю та потребують невеликих капіталовкладень.

Одним з найбільш розповсюджених способів переробки подрібнених відходів є екструзія. Для цієї мети використовуються як одно-, так і двошнекові екструдери. У двошнекових машинах в залежності від тиску створюється більш висока сила тертя матеріалу об стінки, ніж у одношнекових. Це може призвести до більш сильного зносу. Практика показує, що двійні шнеки швидше зношуються від домішок, які попадають між ребрами обох шнеків при зачепленні їх один за один. Крім того, у двошнековому екструдері ускладнена дегазація матеріалу, тому що пластифікований матеріал проходить через шнеки у формі стержня, і з нього дуже складно видалити вологу, бульбашки повітря та мономери.

У одношнековому екструдері матеріал за допомогою гальмуючого потоку кільця перед зоною дегазації розвальцовується у тонку плівку, в результаті чого летючі компоненти попадають на поверхню без використання вакууму. Однак при нормальних робочих умовах обсяг переробляємих матеріалів недостатній для оптимальної потужності. Тому при завантаженні у одношнековий екструдер матеріал доводиться ущільнювати за допомогою набівочної воронки зі шнеком, при цьому, чим більше це ущільнення, тим вище потужність екструдеру.

На подібних установках можна не тільки регранулювати відходи поліетилену, але у ряді випадків й виготовляти безпосередньо із них продукцію, наприклад плівку (для захисту будівельних об'єктів, мішків для мусору), різноманітні профілі і т. ін. при цьому відходи плівки переробляються безпосередньо, тобто без стадії регрануляції, у нову плівку. Відходи ПЕ плівки подрібнюються, розплавляються, гомогенізуються, фільтруються та видуваються.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 65 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Регенерація технологічних відходів ПЕ плівок у вторинний гранульований матеріал чи безпосередньо у виробі у даний час розглядається як необхідна сторона виробничого процесу, яка забезпечує його економічність. Виробники поліетилену повторно перероблюють 75 – 85 % відходів які утворилися (обрізки) та повертають до циклу щорічно 1,6 – 1,2 млн.т. поліетилену. Такого роду промислові відходи у основній своїй масі не попадають у загальний потік твердих відходів та можуть бути віднесені до вторинної полімерної сировини тільки умовно. Незабрудненість, визначеність складу, легкість збору цих відходів полегшують процес їх рецикуляції.

Технологічний процес регенерації поліетилену складається з наступних стадій:

- підготовка сировини;
- отримання гранульованого поліетилену.

Отримання гранульованого поліетилену проводиться на грануляторі МЕ-Е-70.

Після досягання необхідної температури у зонах нагріву шнеку і пристроїв зміни фільтру, подрібнена крихта за допомогою дозуючого живильнику подається у зону завантаження матеріального циліндру, де розігрівається за допомогою електронагрівачів. Охолодження зон циліндру здійснюється повітрям від вентиляторів, а зона живильнику охолоджується водою господарсько – побутового призначення.

У матеріальному циліндрі відходи поліетилену переходять з твердого стану у в'язкотекучий. Потім розплавлений поліетилен, проходячи через фільтр, поступає у гранулюючу голівку екструдеру для формування джгутів. Матеріальний циліндр оснащений отвором для видалення з нього повітря та інших газів, які виділяються у процесі екструзії.

Видавлювання через філь`еру гранулюючої голівки джгути ріжуться фрескою гранулятора МЕ-Е-70 на гранули. Привід фрез здійснюється від електродвигуна через клиноременну передачу, варіатор.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 65 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Після виходу матеріалу з філь`ери іде регулювання швидкості дозувального клапану та живильника, за допомогою потенціометру, для необхідної подачі матеріалу до шнеку та швидкості різки за допомогою маховика варіатора. Після охолодження повітрям гранули поліетилену пневмотранспортом подаються у бункер – накопичувач.

Регулювання температур по зонам повинне відповідати нормам технологічного процесу.

Температура розплавленого поліетилену по зонам:

- 1 – 5 зони - 145 – 160⁰C
- 6 – 7 зони - 155 – 170⁰C
- 8 зони - 145 – 160⁰C

Для відновлення реологічних властивостей вторинного поліетилену останній перед грануляцією суміщають зі з`єднаннями протоно-донорного типу, які беруть у кількості 0,1 – 0,5 % від ваги вторинного ПЕ. Грануляцію здійснюють при відношенні швидкостей течіння екструдеру та швидкості течіння розплаву 2 : 3. У якості протонно-донорного з`єднання використовують біс – фенол – 2,2 – метил – біс (4 – метил) – 6 – трет – бутил-фенол або N – фенил – β – нафтиламін. З отриманого грануляту отримують плівку з руйнуючою напругою при розриві 100 кг/см², межею текучості при розтягненні 78 кг/см², відносним подовженням при розриві 450 %.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 67 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

8 Охорона праці

У виробництві поліетиленової рукавної плівки, застосовуються такі речовини, як гранульований поліетилен, суперконцентрат пігментів, етилацетат, етиловий спирт, поліуретанова смола, поліізоціанат, ізопропіловий спирт, фарби флексографські.

Загальною характерною рисою цих речовин є їхній негативний вплив на верхні дихальні шляхи, нервову і серцево-судинну системи людини.

У процесі виробництва в атмосферу викидаються такі забруднюючі речовини, як пил поліетилену, оксид вуглецю, оцтова кислота, формальдегід, ацетальдегід, етилацетат, етиловий спирт, озон.

При нанесенні печатки на плівку застосовуються флексографські фарби з додаванням ізопропілового спирту. При готуванні фарб як розчинники застосовуються етилацетат і етиловий спирт.

Місцеві відсмоктувачі повітря від устаткування, що використовує етилацетат і етиловий спирт, через трубу діаметром 0,4 м, висотою 35 м викидаються в атмосферу.

Крім того, технологічним джерелом викидів в атмосферу є повітряник видаткової ємності етилацетату і повітряник ємності для готування розчину поліуретанової смоли.

Виробництво має вентиляційні викиди, у тому числі викиди від вентиляційних систем і систем місцевих відсмоктувачів.

Дані про викиди в атмосферу приведені в таблиці 6.1

Для зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу до санітарних норм і ПДК (відповідно Сан П и Н № 4946-89 і ПДК 4617-88) передбачене очисне устаткування.

У процесі пневмотранспортування поліетилену гранульованого, при розвантаженні його в силоси, а також у процесі одержання регрануляту і його пневмотранспортування в бункер регрануляту, утворюється пил поліетилену.

Повітря, що містить пил поліетилену, очищується у фільтрувальній станції газопилоуловлюючій установці.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 68 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Газопилоуловлююча установка має продуктивність 8208 нм³/година зі ступенем очищення 98%.

Для одержання якісного клейового з'єднання і міцної кольорової печатки, поліетиленова плівка піддається активації струмами високої частоти, у пристроях попередньої обробки «СОФТАЛ». При цьому повітря насичується озоном.

Забруднене повітря, безпосередньо з пристроїв попередньої обробки, направляється в газоочисні установки, у яких методом каталітичного очищення відбувається його очищення від озону.

Продуктивність газоочисних установок 1152 нм³/година зі ступенем очищення 80,4 % та 1908 нм³/година зі ступенем очищення 80,3 %.

До твердих відходів виробництва відносяться:

1. поліетилен низької якості некондиційний;
2. шлам дистилят;
3. вугілля активоване відпрацьоване;
4. фотополімерне кліше відпрацьоване.

Поліетилен низької якості некондиційний складається з пилу поліетилену, розсипів поліетиленової крихти і забрудненого поліетилену з розмірами часток не менш 0,1pp із масовою часткою поліетилену – (97-99)%.

Пил поліетилену утворюється в результаті механічного руйнування гранул поліетилену при його транспортуванні з застосуванням системи пневмотранспорту, а також при переробці поліетиленових відходів у вторинний гранульований поліетилен. Нагромадження пилу поліетилену при цьому відбувається:

1. у знімному пилозбірнику газопилоуловлюючої установки,
2. у фільтрах віддільників бункерів добового запасу,
3. у нагромаджувачі пилу вторинного фільтра.

Розсипи поліетиленової крихти відбуваються в процесі зберігання і транспортування гранульованого поліетилену в мішках і їх втраті при подачі грануляту в дозатори.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 69 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Забруднений поліетилен, непридатний для подальшого використання – це поліетиленова плівка, забруднена липкою стрічкою, мастильними матеріалами, аміачною селітрою, вологою, піском і т.д., а також злитки поліетилену, що утворюються в процесі чищення екструзійних голівок і фільтруючих блоків екструдерів.

Поліетиленові відходи, що утворюються на стадіях екструзії, нанесення печатки, виготовлення мішків, різання плівки, а також прийняті на переробку з інших цехів, надходять у відділення регрануляції, де в процесі підготовки поліетиленових відходів до переробки виробляється відсортовування забрудненого поліетилену і непридатного до наступної переробки від кондиційного.

- **Шлам дистилят** – суміш полімерів від дистиляційної установки, що представляє собою твердий полімерний залишок із вмістом поліуретанової смоли – (79-80)% і поліізоціаната Д – (20-21)%.

Дистиляції піддаються розчини поліуретанової смоли і клею, непридатні до подальшого застосування на автоматичній лінії «АД-пластик». Установка працює періодично, у міру появи неякісних розчинів поліуретанової смоли і клею.

- **Вугілля активоване відпрацьоване** утворюється в результаті періодичної заміни активованого вугілля в газоочисних установках, і являє собою гранули темно-коричневого або чорного кольорів нерозчинні у воді розміром (2-8) мм із вмістом вологи не більш 10%.

У випадку виникнення аварійних ситуацій у роботі устаткування або при проведенні ремонтних робіт, а також при виникненні несприятливих метеорологічних умов, устаткування цеху повинне бути зупинене відповідно вимогам інструкцій з робочих місць.

Устаткування, що містить значні обсяги етилацетату, розміщені на відкритій площадці в примках, що виключають розлив речовини по території виробництва.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 70 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для запобігання безконтрольного надходження етилацетату в приміщення готування клею і його проливу, передбачена система блокувань і можливість спорожнювання видаткових ємкостей у резервну ємність, що у робочих умовах завжди повинна бути порожньою.

У випадку протоку, етилацетат повинен бути зібраний і відкачаний пересувним насосом, з піддона в дренажну ємність.

З дренажної ємності етилацетат повинен бути відправлений споживачеві, що не пред'являє високих вимог до його якості.

Виробництво виробів з поліетилену має мережі господарсько-побутовий і промислової каналізації.

Система господарсько - побутової каналізації служить для збору і відводу в зовнішні мережі каналізації:

- води від санітарних приладів;
- конденсатові пари;
- теплофікаційної води;
- пожежо - господарської води із системи охолодження.

Конденсат, що утворюється в цеху в процесі споживання пари, використовуваної в технології, гарячому водопостачанні і системі парового опалення, скидається в колодязі у кількості до 1,53 м³/годину.

Періодично 2 рази в рік у колодязі господарсько - побутової каналізації передбачається скидання теплофікаційної води із системи водного опалення корпусів а також у колодязь пожежо - господарської води, що використовується в системі охолодження у кількості 3 м² із швидкістю до 1,0 м²/годину. Мережа промислової каналізації служить для збору і відводу атмосферних опадів (дощових і талих вод) з покрівель корпусів і автодоріг в існуючі мережі промислової каналізації підприємства.

Так само періодично 2 рази в рік у колодязі промислової каналізації передбачається скидання теплофікаційної води із системи опалення складу плівки і річкової води із системи пожежогасіння у кількості (0,5-1,0) м²/годину.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 71 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

| Найменування відходів | Де складається, транспортна тара | Кількість | | | Періодичність | Характеристика відходів | | |
|--|---|----------------------|---------|----------|--|--|---|--|
| | | г / т (г/тис. шт) | кг/добу | т /рік | | Склад | | Фізичні показники |
| | | | | | | Найменування показників | Значення показників | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Поліетилен низької якості некондиційний (пил ПЕ, забруднений поліетилен) при виробництві полетиленової плівки. | Накопичувач твердих відходів (с. Фугаровка) | 1437 г/тис.шт. | 14 | 3,50 | При транспортуванні та дозуванні грануляту, виробничстві плівки та переробці ПЕ відходів | Розмір частинць поліетилену Масова частка поліетилену | Не менше 0,1 мм Не менше (97-99) % | IV клас небезпеки. Тверда речовина не розчиняється у воді |
| Шлам дистилат при виробництві плівок ПЕ | Накопичувач твердих відходів (с. Фугаровка) | До 2,2 г/тис.шт. | - | До 0,035 | При роботі відділення дистилатції | Склад: - поліурітанова смола - поліізоціанат Д | (79-80) % (20-21) % | IV клас небезпеки. Твердий полімерний залишок |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

ПД(б).12.01.ПЗ

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--|----------|--|----------|---------------|----------|---|----------|------|----------|---|----------|---|----------|------------------------------------|----------|--|
| 1 | Вугілля активоване відпрацьоване при виробництві плівки ПЕ | 2 | Накопичувач твердих відходів (с. Фугаровка) Тара – мішки поліетиленові | 3 | 5,0 г/тис.шт. | 4 | - | 5 | 0,08 | 6 | При заміні відпрацьованого активованого ного вугілля на нових газочисних установках . | 7 | Діаметр гранул Фракційний склад Склад: -активоване вугілля -органічні домішки | 8 | 4,2 мм (2,8-7) мм (97-98) % до 3 % | 9 | IV клас небезпеки. Гранули темного сірого кольору не розчинні у воді |
|----------|--|----------|--|----------|---------------|----------|---|----------|------|----------|---|----------|---|----------|------------------------------------|----------|--|

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

ПД(б).12.01.ПЗ

Висновки

У дипломному проекті розглянуте виробництво поліетиленової плівки методом екструзії з роздувом потужністю 4,6 млн. п. м./ рік

У ході розробки проекту були проведені технологічні, теплотехнічні розрахунки, розрахунки витрати полімерної композиції для заданого об'єму виробництва, річної і добової потужності виробництва, складений матеріальний баланс.

При розрахунку екструзійно - видувного агрегату Варекс Е 120 – 30 Д умова порівняння отриманої потужності нагрівача з фактичною виконується.

У частині «Опис технологічного процесу» розроблена функціональна схема отримання поліетиленової плівки методом екструзії з роздувом.

У частині «Ресурсозбереження та охорона навколишнього середовища» для зменшення викидів забруднюючих речовин у атмосферу передбачене очисне устаткування. Продуктивність газоочисних установок 1152 м³/годину зі ступенем очищення 80,4 % та 1908 м³/годину зі ступенем очищення 80,3 %. При виробництві поліетиленової плівки пропонується у полімерну композицію для її виготовлення вводити 10 % вторинного ПЕ.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 74 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Список використаної літератури

1. Суберляк О. В., Баштаник П.І., Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів. – Львів. Видавництва «Растр», 2007, - 376 с.
2. Гуль В. Е., Дьякова В. П., Физико-химические основы производства полимерных пленок. – М. «Высшая школа», 1978, - 279 с.
3. Абель-Бари Е. М. (ред.), пер. в англ. под ред. Заикова Г. Е., Полимерные пленки. – СПб, «Профессия», 2005, - 352 с. ил.
4. Фишер Э., Экструзия пластических масс. – М., Химия, 1970, - 288 с.
5. Крыжановский В. Е., Бурлов В. В., Технические свойства полимерных материалов, - 2-е изд. – СПб. – Профессия, 2005, - 24 с.
6. Козулин Н. А., Шапиро А. Я., Гаворулина Р. К., Оборудование для производства и переработки пластических масс. – Л. Химия, 1067, - 430 с.
7. Козлов П. В., Брагинский Г. И., Химия и технология полимерных пленок. – М. Искусство, 1965. – 624 с.
8. Веселов В. А., Оборудование для переработки пластических масс в изделия. Тепловые расчеты. – М. Машгиз, 1961. – 212 с.
9. Крыжановский В. К., Кербер М. А., Бурлов В. В., Производство изделий из полимерных материалов. – СПб, Профессия, 224. – 451 с.
10. Пахаренко В. А., Яковлева С. А., Пахаренко А. В., Переработка полимерных композиционных материалов. – К., издательство компании «Воля», 2006. – 552 с.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ПД(б).12.01.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 75 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |