

Проект виробництва поліетиленової плівки сільськогосподарського
призначення. Потужність 1,3 млн. п.м./рік.

Виконала: студентка групи ХТ-14д Калініченко В. В.



ВСТУП

У останні десятиріччя минулого століття були зроблені найважливіші відкриття, які зазначили увесь подальший розвиток у науці і техніці. Але використання традиційних матеріалів не сприяло найшвидшому впровадженню розробок у масове виробництво. У цій ситуації значну роль зіграли полімери і полімерні композиції, виготовлення яких за той же період часу зросло на декілька порядків.

Науково-технічний прогрес призвів до того, що пластмаси та полімерні композиції склали велику конкуренцію металевим виробам, а в деяких галузях зовсім витіснили важкі металеві конструкції, деталі та механізми. Також завдяки науково-технічному прогресу полімерні матеріали займають важливе місце у різноманітних сферах життя людини. Не виключенням став і побут і повсякденне життя. Особливе місце та найбільш широке використання знайшла різноманітна плівкова продукція [23].

Найбільш поширеним, ефективним та продуктивним методом виготовлення плівки є метод екструзії рукавної плівки.

Екструзія – один з найперспективніших методів переробки пластмас. Останнім часом вдалося значно покращити якість виробів і підвищити продуктивність обладнання.

Екструзією з наступним роздувом отримують 90% усієї виробленої поліетиленової плівки. Цей метод дозволяє отримувати плівкову продукцію з різноманітними параметрами (товщина, ширина) та властивостями. Це є також дуже економічний спосіб в порівнянні з отриманням плівки каландровим чи плоскощілинним методами.

Цей метод дозволяє використання вторинної сировини. Найчастіше як сировину використовують поліетилен, який дозволяє, завдяки широкому діапазону своїх властивостей, виготовляти плівки для різноманітного вжитку. Це може бути плівка як для технічного призначення, так і яка дозволяє контакт з харчовими продуктами.

Плівка також є незамінним пакувальним матеріалом, який є і

герметичним, і не дуже об'ємним, і гарний на зовнішній вигляд. Це і пояснює широке застосування її у багатьох сферах життєдіяльності людини, де є можливість, а іноді і необхідність застосування полімерних матеріалів взагалі і поліетиленової плівки зокрема. Так останні дані показують, що за останній час у використанні поліетиленової плівки зросло на 3% [24].

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

- Теоретичні відомості про полімери та їх переробку.

Пакувальна індустрія будучи вторинною стосовно основних виробників продукції (будь це продукція харчової промисловості, металопродукція чи виробни легпрому), дуже залежить в першу чергу, від рівня попиту з боку виробників – основних замовників тари й упакування. І, у не меншому ступені, від цін на матеріали й устаткування [1].

Різноманіття видів застосовуваних плівок визначає розмаїття методів їхнього виробництва. Основний обсяг виготовлених у світі полімерних плівок приходить на плівки з розплавів пластичних мас, основу яких складають полімери, здатні при нагріванні переходити у в'язкотекучий чи високоеластичний стан, не піддаючись при цьому термічній деструкції.

Метод виробництва плівки визначається хімічною природою полімеру і призначенням готової плівки. В даний час можна виділити чотири групи методів виготовлення плівки: з полімерів, що знаходиться у в'язкотекучому чи високоеластичному стані: екструзія, каландрування, виробництво комбінованих плівок, фізико-хімічна модифікація плівок.

У даній роботі я розгляну технологію одержання плівки методом екструзії з роздувом. Він є найбільш поширеним, ефективним та продуктивним методом виготовлення плівки.

У теперішній час прогрес в області науки і техніки не можливий без інтенсивного використання пластмас. Тому їх виробництво кожного року складає декілька сотень тисяч тон і продовжує збільшуватись. В 60-х роках пластмаси розглядались як доступні і дешеві замітники інших матеріалів. Але розвиток науки і техніки привів до того, що завдяки унікальному комплексу властивостей вони стали в багатьох випадках незамінними матеріалами. І дійсно, важко уявити собі розвиток робіт по засвоєнню космосу без склопластику; розвиток медицини без штучного серця із пластмас, штучних кровоносних судин тощо. Пластмасові труби, плівки для сільського



господарства, виробу електротехнічного призначення, деталі для радіоелектроніки – все це лише деякі приклади незамінного використання пластичних мас у народному господарстві [17].

Високі темпи розвитку виробництва смол і пластичних мас характерні для всіх технічно розвинутих країн. Це обумовлено суттєвими перевагами полімерних матеріалів у порівнянні з іншими. Виробництво пластмас характеризується відносно низькою матеріало- та енергоємністю. Застосування пластичних мас і синтетичних смол дозволяє вирішувати важливі для народного господарства задачі: створювання прогресивних конструкцій машин і апаратів, підвищення якості і розширення асортименту продукції технічного і побутового призначення, суттєве удосконалення будівельної техніки, інтенсифікація сільськогосподарського виробництва і ряд інших.

Враховуючи світову структуру споживання поліетилену високого тиску можна припустити, що зросте виробництво лінійного поліетилену високого тиску.

Поліетилен високого тиску густина якого знаходиться в діапазоні від 0,93 до 0,97 г/см³ або 970 кг/м³ і температурою розм'якшення 110-180°C.

Молекулярна маса коливається від 80000 до 500000 у.о., ступінь кристалічності 50-60%. На 1000 атомів вуглецю припадає десь 15-25% розгалуженого масла, жири, керосин і інші нафтові вуглеводні практично не діють на поліетилен.

Поліетилен тривкий до дії водних розчинів, кислот та солей, Але при температурі вище 60°C сірчана та азотна кислоти швидко його розчиняють.

Поліетилен має дуже високу стійкість до дії води та її парів. Проникність поліетилену, який є неполярним полімером для парів полярних речовин дуже мала. Але пари неполярних речовин проходять крізь нього набагато швидше.

Окислення поліетилену киснем повітря, під впливом нагріву і сонячного світла призводить до погіршення фізико-механічних та діелектричних

властивостей. Цьому можна запобігти введенням стабілізаторів, яким приділяється дуже багато уваги. Додавання того чи іншого стабілізатора дозволяє отримувати продукцію з заданими властивостями. Так додавання фотохроматичних добавок дозволяє отримати плівку, яка поглинає УФ-компоненти сонячного світла і перетворює їх енергію у видиме світло, або отримувати світлокорегуючі плівки для сільського господарства, Таким чином додаючи ту чи іншу добавку можна задати потрібні властивості готовому продукту.

Поліетилен має невелику теплопровідність і великий коефіцієнт термічного розширення [2].

За електричними властивостями, як неполярний полімер, відноситься до високоякісних високочастотних діелектриків.

Механічні властивості поліетилену підвищуються зі збільшенням ступеня кристалічності та молекулярної ваги, і залежить від температури.

Важливою характеристикою є повзучість. Так вже при кімнатній температурі під дією постійного навантаження поліетилен починає текти. Поліетилен здатний до розтріскування під дією середовища (повітря, розчинника, масла).

Як і усі кристалічні полімери, поліетилен плавиться у вузькому інтервалі температур (3-5°C). При температурі вище температури плавлення, поліетилен переходить в пластичний стан, у якому він може перероблятися.

Поліетилен високої щільності – (950-960 кг/м³) при низькому тиску отримують полімеризацією етилену в розчині безперервним методом при тиску 0,05-0,5 МПа і температурі 70-80°C в присутності каталізаторів Циглера – Натта.

Швидкість полімеризації етилену і властивості отримуючого ПВД залежать від концентрації і активності каталізатора, температури та тиску процесу. Оптимальна температура полімеризації 70-80°C, при подальшому її підвищенні різко знижується швидкість процесу через розкладання каталізатора. Підвищення тиску вище 0,5 МПа призводить до суттєвого

прискорення процесу, що ускладнює теплозйом і підтримання заданого режиму.

Для регулювання показника текучості розплаву і молекулярної маси полімеру в реакційну суміш вводять водень, прості ефіри та ін. [2].

Поліетилен випускають без добавок – базові марки й у вигляді композицій на їхній основі зі стабілізаторами й іншими добавками в забарвленому й незабарвленому вигляді [2].

Поліетилен низької густини представляє собою карбоцепний полімер оліфатичного неграничного вуглеводняолефінового ряду. Сировиною для отримання поліетилену є етилен, який при нормальних умовах є газом. Етилен отримують термічним розкладанням вуглеводнів та піролізом нафтової сировини.

В промисловості поліетилен високого тиску отримують радикальною полімеризацією етилену при 240-280°C і тиску 115-300 МПа.

Для отримання поліетилену з достатньою високою молекулярною масою і густиною полімеризацію проводять при високому тиску, а для забезпечення високих швидкостей процесу при максимально високій температурі.

У промисловості для виробництва поліетилену високого тиску використовуються в основному два типи установок, які розрізняються конструкцією реактора для полімеризації поліетилену. Реактори представляють собою або трубчасті апарати, працюючі за принципом ідеального витискання, або вертикальні циліндричні апарати з перемішувачем – автоклави з мішалкою, працюючи за принципом ідеального змішування.

Процеси полімеризації в трубчастому реакторі і автоклаві розрізняються температурним режимом і часом перебування реакційної маси в апараті.

➤ Види полімерів, їх загальні властивості.

Полімери або високомолекулярні сполуки (ВМС) – це складні речовини з великими молекулярними масами, молекули яких (макромолекули) складаються з великого числа регулярно або нерегулярно повторюваних

структурних одиниць (ланок) одного або декількох типів. Молекулярні маси полімерів можуть бути від кількох тисяч до мільйонів [1].

За походженням полімери поділяють на:

1. Природні, біополімери (полісахариди, білки, нуклеїнові кислоти, каучук, гутаперча).

2. Хімічні:

– штучні – отримані з природних шляхом хімічних перетворень (целулоїд, ацетатне, медноаміачне, віскозне волокна);

– синтетичні – отримані з мономерів (синтетичні каучуки, волокна (капрон, лавсан), пластмаси).

За складом:

1. Органічні.

2. Елементоорганічні – діляться на три групи: основний ланцюг неорганічний, а відгалуження органічні; основний ланцюг містить вуглець та інші елементи, а відгалуження органічні; основний ланцюг органічний, а відгалуження неорганічні.

3. Неорганічні – мають головні неорганічні ланцюга і не містять органічних бічних відгалужень (елементи верхніх рядів III-VI груп).

Структурі макромолекули:

1. Лінійні (високоеластичні).

2. Розгалужені.

3. Сітчасті (низькоеластичні).

За хімічним складом:

1. Гомополімери (містять однакові мономерні ланки).

2. Гетерополімерів або сополімери (містять різні мономерні ланки).

За складом головного ланцюга:

1. Гомоцепні (в головну ланцюг входять атоми одного елемента).

2. Гетероцепні (в головну ланцюг входять різні атоми).

За просторовою будовою:

1. Стереорегулярні – макромолекули побудовані з ланок однакової або

різної просторової конфігурації, що чергуються в ланцюзі з певною періодичністю.

2. Нестереорегулярні (атактічені) – з довільним чергуванням ланок різної просторової конфігурації.

За фізичними властивостями:

1. Кристалічні (мають довгі стереорегулярні макромолекули).
2. Аморфні.

За способом отримання:

1. Полімеризаційні.
2. Поліконденсаційні.

За властивостями і застосування:

1. Пластмаси.
2. Еластомери.
3. Волокна.

Загальні властивості полімерів (характерні для більшості ВМС).

1. ВМС не мають певної температури плавлення, плавляться в широкому діапазоні температур, деякі розкладаються нижче температури плавлення.

2. Не піддаються перегонці, т. к. розкладаються при нагріванні.

3. Не розчиняються у воді або розчиняються важко.

4. Володіють високою міцністю.

5. Інертні в хімічних середовищах, стійкі до впливу навколишнього середовища.

➤ Отримання полімерів.

До утворення ВМС приводять три процеси:

1. Реакція полімеризації процес, в результаті якого молекули низькомолекулярного з'єднання (мономери) з'єднуються один з одним за допомогою ковалентних зв'язків, утворюючи полімер. Ця реакція характерна для сполук з кратними зв'язками.

2. Реакція поліконденсації процес утворення полімеру з низькомолекулярних сполук, що містять 2 або кілька функціональних груп,

що супроводжується виділенням за рахунок цих груп, таких речовин, як вода, аміак, галогеноводород і т. п. (Капрон, нейлон, фенолформальдегідні смоли).

3. Реакція кополімеризації – процес утворення полімерів з двох або кількох різних мономерів. (Отримання бутадієнстирольного каучуку) [1].

✓ Поліетилен – полімер, що утворюється при полімеризації етилену.

При стисненні його до 150-250 мПа і при температурі 150-250 градусів виходить поліетилен високого тиску. При каталізаторах (З Н) Al і TiCl₄ (триетилалюміній і хлорид титану IV) – поліетилен низького тиску. При 10мПа і оксиди хрому – поліетилен середнього тиску.

Поліетилен – безбарвний, напівпрозорий в тонких і білий в товстих шарах, високоподібний, але твердий матеріал з температурою плавлення 110-125°C. Володіє високою хімічною стійкістю і водонепроникністю, малою газопроникністю. Властивості поліетилену залежать від способу отримання. Поліетилен високого тиску володіє меншою густиною, ніж поліетилен низького тиску. Для харчових продуктів використовують тільки поліетилен високого тиску.

Поліетилен застосовують в якості електроізоляційного матеріалу, виготовлення плівок в якості пакувального матеріалу, виготовлення легкої небитким посуду, шлангів і трубопроводів для хімічної промисловості [2].

✓ Поліпропілен – полімер пропілену.

Одержують полімеризацією в присутності каталізатора. У залежності від умов полімеризації поліпропілен відрізняється за своїми властивостями. Це каучукоподібну, більш менш тверда і пружна, водонепроникна. Використовують поліпропілен для електроізоляції, виготовлення захисних плівок, труб, шлангів, шестерень, деталей приладів, високоміцного та хімічно стійкого волокна (канатів, рибальських сіток). Їжу в упаковці з поліпропілену можна стерилізувати і навіть варити [23].

✓ Полістирол – утворюється при полімеризації стиролу.

Він може бути отриманий у вигляді прозорої скляної маси. Застосовується як органічне скло, для виготовлення промислових товарів

(гудзиків), електроізолюючим матеріал.

✓ Полівінілхлорид (поліхлорвініл) – виходить при полімеризації вінілхлориду.

Це еластична маса, стійка до дії кислот, лугів, води. Широко використовується для футеровки труб і судин у хімічній промисловості, електроізоляції, для виготовлення штучної шкіри, лінолеуму, не промокаючих плащів. Його отримують хлоруванням перхлорвінілової смоли, з якої отримують хімічно стійке волокно хлорин [3].

✓ Політетрафторетилен – полімер тетрафторетилену.

Він випускається у вигляді пластмаси, званої тефлоном. Стійкий до лугів і концентрованих кислот, перевершує в цьому золото і платину. Негорючий, володіє високими діелектричними властивостями. Застосовується в хімічному машинобудуванні, електротехніці.

✓ Поліакрилати і поліакрилонітрил.

Найважливішими представниками є метилакрилат і поліметилметакрилат – тверді, прозорі, стійкі до нагрівання і світла, пропускають ультрафіолет. З них виготовляють листи органічного скла. З поліакрилонітрилу отримують нітрон синтетичне волокно, яке йде на виробництво трикотажу і тканин.

Промислові трубчасті реактори – полімеризатори складаються з послідовно з'єднаних теплообмінників типу «труба в трубі».

Технологічний процес виробництва поліетилену високого тиску в трубчастому реакторі складається з стадій змішування етилену з поворотним газом та киснем, двостадійного тиснення газу, полімеризації етилену, поступаючого в рецикл і грануляції продукту [3].

Для забарвлення, стабілізації і наповнення поліетилен високого тиску поступає на стадію конфекціонування.

При отриманні поліетилену високого тиску в трубчастому реакторі використання кисню у якості ініціатору забезпечує прийнятну в даному процесі швидкість реакції при температурах реакційної суміші 180-200°C.

Варіюючи параметри процесу, отримують широкий асортимент продуктів з густиною 916-935 кг/м³ та ПТР від 3 до 20 г/10 хв.

➤ Виробництво поліетилену високого тиску.

Промислові реактори – автоклави представляють собою вертикальні товстостінні апарати безперервної дії з гвинтовою мішалкою, яка проходить за усією висотою апарата, із зовнішньою охолоджуючою сорочкою.

Технологічний процес виробництва поліетилену високого тиску в автоклаві з мішалкою аналогічний виробництву поліетилену високого тиску в трубчастому реакторі. Ініціатором полімеризації служить перекис дитретбутила або перекис лаурила, які вводяться у вигляді 4%-вого розчину в очищених парафінових маслах. Глибина перетворення мономеру визначається різницею температур на виході і вході в реактор. Максимальна температура процесу може досягати 250°C, відповідно максимальна конверсія 15% [25].

Перевагою трубчастого реактору є те, що отримують поліетилен з широким молекулярно-масовим розподіленням, що важливо при виробництві плівки, також те, що можливо застосувати дешевий кисень, як ініціатор.

При виробництві деяких марок поліетилену з підвищеною механічною міцністю процес полімеризації поліетилену проводять у присутності двох різноманітних ініціаторів, які вводять окремо у різні зони реактора. Так для виробництва плівки розроблена нова марка поліетилену, яка отримується з металлоцінними каталізаторами.

При виготовленні плівки до первинної сировини додають вторинний поліетилен, який представляє собою продукт подрібнення або гранулювання некондеційних виробів, обрізів плівки.

➤ Основні методи виробництва та модифікації плівок.

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

Процес виробництва комбінованих плівок пов'язаний з суміщенням або впровадженням полімеру в в'язкотекучому стані в інший стрічковий матеріал із

забезпеченням при цьому необхідної міжшарової адгезії. Питання спрямованого 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 зміни в хімічній будові макромолекул, змінюється характер зв'язку між ними [24].

1. Екструзійний метод виробництва полімерних плівок.

Таким методом переробляють: поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, поліетилентерефталат та інші полімери, переважно у вигляді гомогенних матеріалів, рідше наповнених газами або мінеральними порошками та іншими компонентами, що поліпшують їх нафтових, експлуатаційні властивості. Розрізняють метод екструзії через головки плоскощілинних (плоска плівка) і кільцеву (рукавна плівка).

✓ Виробництво рукавних плівок, їх властивості.

Процес виробництва рукавної плівки полягає в безперервному видавлюванні розплаву полімеру через кільцеву фільтру у вигляді рукава і подальшому його роздуванні до необхідних розмірів. Матеріал, що переробляється з бункера надходить в екструдер і далі через фільтр в кільцеву голівку. Залежно від обраної схеми виробництва використовують голівки кутові або прямоочні. Після виходу з голівки циліндрична заготовка розплаву полімеру роздувається (поперечна витяжка) до необхідних розмірів, потім рукав охолоджується і надходить у приймальні пристрої.

Для підготовки розплаву при виробництві рукавних і 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 зовнішньої та внутрішньої поверхонь пристроєм, в якому в якості холодоагенту використовують повітря або рідина. В обох випадках холодоагент у вигляді концентричної збіжної

струменя подається на поверхню рукава. При охолодженні рідиною використовують пристрої, в яких плівка або занурюється безпосередньо в рідину (занурення), або контактує з поверхнею насадки, що охолоджується рідиною, або охолоджується рідиною, що стікає по плівці [3].

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

Спосіб виробництва рукавної плівки застосовують при виготовленні плівок будь-якої ширини. Схема виробництва зверху-вниз раціональна для виробництва вузьких, тонких плівок. Горизонтальний прийом рукави представляє інтерес при виготовленні, наприклад, товстих газонаповнених (спінених) плівок.

✓ Виробництво плоских плівок, їх властивості.

Процес виробництва плоских плівок полягає у наступному: розплав з екструдера подається через фільтр в плоскощілинний голівку, далі утворене плівкове полотно надходить у пристрій, що охолоджує, потім у тягнучий, обрізний і намотувальний.

В основному використовують два способи охолодження плоскої плівки: на валках, або у ванні з водою. Плоска плівка, отримана швидким охолодженням при зануренні у ванну з водою або подачею розплаву на полірований металевий валок, має ряд позитивних властивостей, наприклад, високі прозорість і глянець, підвищена жорсткість і міцність і т. д. Завдяки цим властивостям її широко використовують в якості пакувального матеріалу. Виготовляють плоскі плівки переважно з поліетилену високої щільності, поліпропілену, полівінілхлориду [4].

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

При екструзії через плоскощілинний голівку досягаються швидкості виготовлення плівки, що перевищують у 2-3 рази швидкості прийому рукавної

плівки. Проте виготовлення широких (більше 1500 мм) плоских плівок пов'язано з великими технічними труднощами і економічно не виправдане.

2. Каландровий метод виробництва полімерних плівок.

Каландування – це безперервне формування плівки з розплаву полімеру в зазорах між обертовими валками. Для отримання тонкої рівнотовщинної плівки з гладкою поверхнею полімер послідовно пропускають через кілька зазорів.

В основному каландровим способом виготовляють плівки з жорстких і м'яких композицій полівінілхлориду. Полімер та інші компоненти завантажують у змішувач, де забезпечується отримання гомогенної суміші, що потім надходить у екструдер або на вальці. З екструдера (з вальців) гомогенний розплав у вигляді стрічки або джгута надходить в зазор каландра, де формується плівкове полотно [1].

Для виготовлення плівок використовують багатовалкові каландри з різним розташуванням валків. Хороша якість плівки забезпечується при проходженні плівки через три зазори. З останнього зазору плівка поступає в пристрій, що охолоджує, що складається з декількох барабанів, де плівка охолоджується за рахунок контакту з їх поверхнею. Після обрізки крайок плівка намотується в рулони з допомогою намотувального пристрою.

При проходженні полімеру через зазори між валками в ньому виникають високі напруги, спрямовані вздовж плівки (поздовжня орієнтація або так званий каландровий ефект). Незважаючи на високу температуру полімеру, плівка не встигає релаксувати, що обумовлює значну анізотропність її властивостей.

Каландровим методом можна виготовляти плівки товщиною від 0,08 до 0,5 мм зі швидкостями прийому тонких плівок більше, 100 м/хв. [2].

3. Методи одержання комбінованих плівок.

Багатошарові плівки, отримані методом співекструзії двох і більше гомогенних полімерів, це лише один з видів комбінованих плівок, що використовуються в промисловості. Взагалі до комбінованих плівок відносять

вироби, в яких полімер: нанесений на різні стрічкові текстильні, паперові, полімерні, металеві та інші основи (плівковий матеріал з полімерним покриттям); з'єднує і пов'язує перераховані основи (дубльовані плівки, матеріали); екструдуються одночасно в два або кілька шарів (багатошарові соекструзионні плівки); має у своїй структурі впроваджені текстильні, металеві, полімерні та інші армуючі каркаси (армовані плівки, матеріали) [1].

У матеріалах з покриттям плівкоутворююча речовина складає незначну частку в загальному обсязі при товщині покриття від 0,008 до 0,08 мм. У таких виробках явно переважають властивості основи, а полімерне покриття, як правило, призначене для додання поверхні виробу необхідних захисних або декоративних властивостей зі збереженням текстури або малюнка основи. Дубльовані плівки набирають з двох або більше основ, що забезпечують певний комплекс властивостей кінцевого виробу. Поверхні такої плівки зберігають вигляд і властивості поверхонь основ. Багатошарові соекструзионні плівки є різновидом дубльованих, тільки дублювання в цьому випадку відбувається безпосередньо в процесі екструзії. У армовані плівки каркас (наприклад, сітка або окремі нитки, волокна) вводять для підвищення показників міцності плівки із збереженням певних властивостей самої плівки – світлопроникності, газопроникності та ін.

Комбіновані плівки виготовляють екструзійним, екструзійно-валковим або валковим методами.

4. Методи фізичної та хімічної модифікації плівок.

Фізичною модифікацією є механічна дія на сформовану структуру полімеру при певних температурних режимах. Такими методами виготовляють орієнтовані плівки.

✓ Виробництво орієнтованих плівок, їх властивості.

Поряд з розширенням випуску рукавних і плоских, в тому числі каландровий, плівок, удосконаленням технології їх виробництва велике значення надають пошуку шляхів і способів підвищення їх якості, поліпшення фізико-механічних властивостей, забезпечення високої міцності і надійності в

умовах тривалої експлуатації.

Одним з ефективних способів поліпшення фізико-механічних властивостей і розширення можливостей застосування термопластичних плівок є метод структурної модифікації – орієнтація. Змінюючи ступінь орієнтації, яка визначається температурою орієнтації, швидкістю і ступенем витяжки, а також швидкістю (темпом) охолодження, можна отримувати плівки з різними фізико-механічними показниками.

Орієнтовані плівки виготовляють в основному з поліпропілену, поліетилену, поліетилентерефталату та інших полімерів.

У залежності від призначення плівки отримують одно-або двоосноорієнтовані. Існують два основні методи орієнтації плівок: механічне розтягування плоских плівок; пневматичний роздув і механічне розтягування плівкового рукава. У виробництві орієнтованих плівок перший з цих методів знайшов більшого поширення. Виробництво двоосноорієнтованих плоских плівок здійснюють за двома принципово відмінними технологічними схемами: одно-та дво-стадійними (роздільного).

Орієнтація плівки в поздовжньому і поперечному напрямках за одностадійною схемою одночасно відбувається на одній установці, а при двостадійній – на двох окремих установках. Найбільший розвиток і застосування отримало обладнання, в якому орієнтація плівки відбувається за двостадійною схемою.

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

✓ Виробництво хімічно-модифікованих плівок, їх властивості.

Виробництво хімічно-модифікованих плівок. Одним із шляхів спрямованого впливу на властивості полімерів та виробів з них є хімічна модифікація, пов'язана зі зміною хімічної будови молекул і характеру зв'язку між ними.

Наприклад, ультрафіолетовим опроміненням або радіацією в термопластах можна створювати просторово-сітчасті структури.

Модифікуванням поліетиленових плівок іонізуючими випромінюваннями можна отримати термозсідні плівки, а при включенні операції термостабілізації – високоякісний плівковий матеріал з високою стійкістю та довговічністю в умовах тривалого впливу підвищених температур і навантажень, агресивних середовищ [1].

Прикладом використання ефекту зміцнення є виробництво мішків для затарювання з поліетилену низької щільності. У зв'язку зі збільшенням після опромінення руйнівного напруження при розтягуванні і ударної в'язкості з'явилася можливість зменшити товщину плівки.

У такому процесі складений плівковий рукав або плоска плівка після йде до пристрою через систему роликів направляється в прискорювач електронів (або камеру зшивання). У прискорювачі плівка опромінюється, переходить в камеру термостабілізації, розігрівається до температури стабілізації і витримується при цій температурі необхідний час. Потім плівка охолоджується і змотується в рулони.

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

Надання полімерним плівкам властивості скорочувати свої розміри при нагріванні (термоусадка) є одним з методів розширення можливостей їх застосування. При витяжці плівок на тій чи іншій стадії формування у них відбувається накопичення оборотних складових деформації; якщо в технологічному процесі відсутня стадія термостабілізації, то одержувані плівки в тій чи іншій мірі мають термоусадкові властивості.

На проміжних стадіях термічної усадки, як правило, відбувається сильне викривлення плівки.

Ці недоліки значною мірою усувають фото- або радіаційною зшивкою, що підвищує межу плинності плівки при температурі усадки.

На практиці найбільш широке поширення знайшов метод радіаційної модифікації плівок, який дозволяє найбільш істотно впливати на фізико-механічні властивості плівки [2].

➤ Вплив технологічних параметрів процесу одержання на фізико-механічні властивості полімерних плівок.

У процесі виробництва плівок головним чином контролюють такі фізико-механічні показники плівки, як руйнівну напругу при розтягуванні або межу плинності, модуль пружності при розтягуванні, прозорість, газопроникність, зварюваність. Зазначені параметри в більшій чи меншій мірі залежать від вихідних властивостей сировини, що переробляється і параметрів технологічного процесу виробництва [1].

До основних технологічних параметрів, що впливають на фізико-механічні властивості плівки, відносяться (в межах одного методу виробництва) кратність витяжки або ступінь орієнтації полімеру, режим термообробки (охолодження) плівки, рівномірність товщини одержуваної плівки, температурно-часові умови кристалізації полімеру (для полімерів, що кристалізуються).

На структуру одного і того ж полімеру впливають такі фактори, як молекулярно-масовий розподіл, температурно-часові і деформаційні характеристики процесу підготовки розплаву і попереднього формування, режими формоутворення і т. п.; це визначає складність завдання отримання полімерної плівки із заданими фізико-механічними властивостями і контрольованими параметрами структури.

✓ Ступінь витяжки з наступним охолодженням.

Ступенем витяжки з наступним охолодженням розплаву полімеру в процесі формоутворення (фільєрним витяжка) головним чином змінюють такі показники як руйнівне напруження при розтягуванні і відносне подовження. Експериментально встановлено, що ступінь орієнтації плівок є функцією ступеня витяжки і температурної передісторії зразка [2].

✓ Режим термообробки.

Режим термообробки (охолодження) плівки в незначній мірі викликає зміну таких показників, як відносне подовження і руйнівне напруження при розтягуванні для обраного методу охолодження. Так, експериментальні дослідження процесу формоутворення рукавної плівки з поліетилену низької щільності в потоці повітря показали, що зміна інтенсивності охолодження плівки в зоні формоутворення в 2 рази практично не призводить до зміни зазначених фізико-механічних властивостей плівки (10-15%). Аналогічні результати отримані і при охолодженні плоских плівок.

Істотна різниця у фізико-механічних показниках плівок відзначена при використанні різних методів охолодження. Наприклад, при рукавному методі виробництва плівки з використанням водяного (стікає шар рідини) і повітряного охолодження багато показників істотно різняться [2].

✓ Різновтовщинність.

Різновтовщинність плівки впливає тільки на руйнівну напругу при розтягуванні. Це викликано як залежністю структурних змін плівки від товщини, так і методикою стандартних вимірів SP , заснованою на визначенні середнього значення SP зразка але вимірам декількох зразків. Равновтовщинна плівка має більш високі значення SP за інших рівних умов.

✓ Температурно-часові умови.

Температурно-часові умови кристалізації полімеру для всіх описаних способів формоутворення практично не відрізняються, тому вплив перерахованих параметрів технологічного процесу на властивості незначний. Найбільш різку зміну фізико-механічних властивостей зазначено при зміні умов кристалізації полімеру. При формоутворенні плівки в умовах орієнтаційної кристалізації можна отримати структуру з високим ступенем орієнтації (що неможливо при звичайних режимах формування плівки).

На властивості полімерних плівок більшою мірою впливають такі стадії процесу отримання як витяжка, охолодження, термостабілізація (якщо така є), а також сильний вплив надає стадія модифікації і природа полімеру.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, НАПІВФАБРИКАТІВ, ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Згідно ГОСТ 10354-82 поліетиленову плівку випускають наступних марок:

М – для виготовлення транспортних мішків та інших виробів. Потребує використання плівок з найбільшою міцністю, забарвленою та незабарвленою, стабілізованою та нестабілізованою;

Т – для виготовлення виробів технічного значення, будівництва тимчасових споруд, упаковки та комбінованих плівок, зафарбованою і незафарбованою, стабілізованою та нестабілізованою;

СТ – для використання в сільському господарстві в якості світлопрозорого атмосферостійкого покриття культиваційних споруджень (парники, теплиці та ін.) та інших цілей; зафарбованою і незафарбованою, стабілізованою;

Н – для виготовлення виробів народного споживання, упаковки і побутового значення; зафарбованою незафарбованою, стабілізованою та нестабілізованою.

Для виготовлення плівки марок М, Т, Н та СТ допускається використання композицій зі скользячими, антистатичними і до 5% модифікуючими добавками, в тому числі й полімерними; марки СТ – до 5% модифікуючими добавками, в тому числі й полімерними.

Плівку випускають намотаною в рулони у вигляді рукава, напіврукава (рукав, розрізаний по всій довжині з однієї сторони), полотна (рукав, розрізаний по всій довжині з обох сторін з обрізкою або без обрізки кромки), рукава з фальцовкою (зі складками), рукава, складеного вдвоє та ін. видів. Максимальна ширина плівки всіх марок – 6000 мм [5]. За вимогою виготовляють плівку інших розмірів в межах вказаних максимальних значень товщини і ширини. Вся плівка, яку виробляють на підприємстві відповідає вимогам ГОСТ 10354-82.



Суперконцентрати, які використовують у виробництві, виготовленні:

«TOSAF MESHEK MEGTDES INDASTRY», Ізраїль; «AMPACET EUROPE SA», Бельгія. В табл. 2.1 приведені основні показники плівки.

Таблиця 2.1

Характеристика сировини та готової продукції

Найменування сировини, матеріалів, напівпродуктів	Міждержавний, державний або галузевий стандарт, ТУ або методика	Показники, обов'язкові для перевірки (найменування і одиниця виміру)	Показники, які регламентуються з допустимими відхиленнями
1	2	3	4
1. Поліетилен високого тиску марки 15303-003, 15803-020, 10204-003 або їх аналоги імпортного виробництва	ГОСТ 16337-77 з зм. №1, 2, 3	Показники плинності розплаву (номінальне значення), з допуском в%, г/10 хв. марка 15303-003 марка 15803-020 марка 10204-003 Щільність, г/см ³ марка 15303-003 марка 15803-020 марка 10204-003 Кількість включень місьць не більше, ніж марка 15303-003 марка 15803-020 марка 10204-003	0,3 ± 30 2,0 ± 25 0,3 ± 20 0,9205 ± 0,0015 0,9190 ± 0,002 0,9230 ± 0,01 Вищий сорт Перший сорт Другий сорт 2 8 30 2 8 30 2 5 10
2. Поліетилен низького тиску марка 276-73 або аналоги імпортного виробництва	ГОСТ 16338-85	Щільність, г/см ³ Показник плинності розплаву, г/10 хв. Кількість включень, шт., не більше	-0,963-0,958 2,6-3,2 5
3. Поліпропілен марка ЛПОЛ АЗ-67Е або аналоги імпортного виробництва	ТУ У 24.1-32359181 - 001: 2005	Показник плинності розплаву, г/10 хв. Щільність коли 20°C, г/см ³ Масова частка речовин, основні, %, не менше Масові частки кислот Перерахунок на оцтову кислоту, %, не більше Масові частки води %, не більше	1,3-2,4 0,898-0,900 99,0 0,004 0,1

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
	ГОСТ 18300-87	Зовнішній вигляд Без запаху Об'ємної частки етанолу, %, не менше Масової концентрації кислоти в умовах оцтової кислоти в безводного алкоголю мг/дм ³ не більше	Спирт етиловий без сторонніх речовин Прозорий, безбарвна рідина без сторонніх частинок 96,2 – вищого гатунку 96,0 – першого гатунку 15 – вищого гатунку 20 – першого гатунку
4. Суперконцентрат пігментів (СКП)	ТУ У 22629342-003-2003	Колір в масі поліетиленові Показник плинності розплаву концентрату г/10 хв, в	За згодою між виробником і споживачем 0,5-8
5. Стрічка склеювальна технічна	ТУ 6-17-626-79	Відповідність ТУ Клас: I, II Довжина, м Товщина, мкм Ширина, мм	Без тріщин, наскрізних отворів, розривів, при розмотування липкий шар стрічки не повинен прилипати на нижній виток рулону 50 100±1 30-60 38±1
6. Пластикові катушки	ГОСТ 18599-83 (ALT. 1-3)	Середній за межами діаметр, мм Товщина стінки, мм	76, 90, 100, 150, 200 10±5
7. Шпулі картон і папір	ТУ У 21, 205, 509, 659, 026 2004	Діаметр, мм Товщина, мм Вологість, %	76, 90, 100, 150, 200 10±5 6,9
8. Шпагат	ГОСТ 17308-88	Зовнішній вигляд	Без петлі, поворотами і закінчень
9. Шпагат поліпропіленовий	ТУ 38-10289-75		

Базову марку вибирають відповідно до «Переліку базових марок і рецептур добавок, допущених до контакту з харчовими продуктами, виготовлення пляшок, для постачання і використання в медицині».

Поліетилен повинен випускатися у вигляді гранул з однаковою

геометричною формою в межах однієї партії, розмір їх повинен бути 2-5 мм. Для базових марок композицій поліетилену допускаються гранули поліетилену більшого розміру, масова частка яких не повинна перевищувати 0,5%, а для поліетилену, призначеного для виготовлення плівок спеціального призначення – 0,25%. Для поліетилену 2-го сорту допускаються сірі й окислені гранули, масова частка яких не більше 0,1%. У забарвленому і незабарвленому поліетилені не допускаються гранули іншого кольору, крім поліетилену 2-го сорту, у якому масова частка гранул іншого кольору яка повинна відповідати вимогам діючого ГОСТ.

По технологічній пробі на зовнішній вигляд поліетилен повинен відповідати вимогам, при цьому сорт плівкових марок визначають показниками якості і виду технологічної проби.

У випадку невідповідності поліетилену виду технологічної проби на зовнішній вигляд плівки він може бути використаний для інших призначень, при цьому сорт визначають показниками якості.

Позначення базових марок поліетилену складається з назви «Поліетилен», восьми цифр, сорту і позначення ГОСТ. Перша цифра – 1, вказує на те, що процес полімеризації поліетилену протікає при високому тиску в трубчастих реакторах з пристроями, що перемішують, із застосуванням ініціаторів радикального типу. Дві наступні цифри позначають порядковий номер базової марки. Четверта цифра вказує на ступінь гомогенізації поліетилену: 0 – без гомогенізації в розплаві; 1 – гомогенізований у розплаві. П'ята цифра умовно позначає групу щільності поліетилену. Останні три цифри вказують десятикратне значення показника текучості розплаву [3].

Плівка поліетиленова повинна відповідати ГОСТ 10354-82 (з зм. 1-5), який поширюється на поліетиленову плівку, виготовлену методом екструзії з поліетилену високого тиску (низької щільності) і його композицій, що містять пігменти (барвники), стабілізатори, ковзаючі, антистатичні добавки. Плівка застосовується в сільському господарстві; в якості пакувального матеріалу в

різних галузях народного господарства; для виготовлення товарів народного споживання і інших цілей. Даний регламент визначає випуск плівки марки «Н» – сільськогосподарського призначення; пофарбованої і нефарбованої; стабілізованою і нестабілізованою.

Плівка випускається у вигляді рукава або рукава з фальцюванням змотаною в рулон і має вигляд, показаний на рис. 2.1.

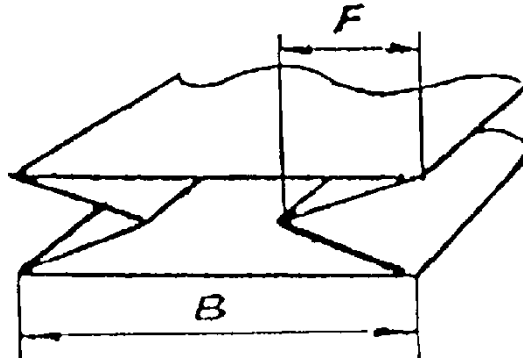


Рис. 2.1 – Ескіз плівки марки «Н»

Рукав з фальцюванням (ширина плівки в розгорнутому вигляді дорівнює $2B+4F$) Максимальна ширина полотна плівки в розгорнутому вигляді – 6000 мм, відхилення товщини плівки від номінальної – не більше $\pm 30\%$. Допускається виготовлення плівки інших розмірів в межах максимальних значень ширини і товщини, передбачених ГОСТ 10354-82 (з зм.1-5).

Граничне відхилення по ширині плівки в рулоні для рукава – $\pm 2\%$, а для рукава з фальцюванням – $\pm 4\%$. Мінімальна довжина шматка плівки в рулоні – 50 м.

Умовне позначення плівки складається з назви матеріалу «плівка поліетиленова», марки плівки, виду добавок (п – пігмент або барвник, з – стабілізатор, т – змінна добавка, а – антистатична добавка, ф – модифікуюча добавка), виду плівки (рукав з фальцюванням), товщини і ширини в міліметрах, сорту і позначення стандарту. Умовне позначення плівки, допущеної 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 сорт, ГОСТ 10354-82.

Плівка не повинна мати тріщин, запресованих складок, розривів і отворів. Зсув плівки по торця рулону допускається в межах допуску по ширині. За фізико-механічними та електричними показниками поліетиленова плівка марки «Н» повинна відповідати вимогам і нормам, зазначеним у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Вимоги і норми до поліетиленової плівки марки «Н»

Найменування показника і одиниця виміру	Значення фізичної величини з граничними відхиленнями		Джерело інформації
	Товщиною понад 0,03 мм до 0,10 мм включно	Товщиною понад 0,10 мм	
1. Міцність при розтягуванні, МПа (кгс/см ²): – в поздовжньому напрямку – в поперечному напрямку	не менш як 13,7 (140) не менш як 11,8 (120)	не менш як 13,7 (140) не менш як 12,7 (130)	ГОСТ 10354-82 (з зм.1-5)
2. Відносне подовження при розриві, %: – в поздовжньому напрямку – в поперечному напрямку	не менш як 200 не менш як 300	не менш як 250 не менш як 300	
3. Статичний коефіцієнт тертя	0,1-0,5	0,1-0,5	
4. Питомий поверхневий електричний опір, Ом	не більше 1×10^{16}	не більше 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 в рулони. Маса рулону: при ручному навантаженні – не більше 50 кг; при механізованому – не більше 500 кг.

Упаковка, маркування, транспортування і зберігання плівки має відповідати ГОСТ 10354-82 (з зм.1-5).

3. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Технологічна схема виробництва поліетиленових плівок представляє ряд процесів, починаючи від одержання сировини і закінчуючи пакуванням та зберіганням готової продукції.

Прийом поліетилену проводиться в цистернах, а для отримання пробних партій можливий прийом сировини в мішках.

Із цистерн сировина пневмотранспортом подається в складські ємкості, об'єм яких дорівнює або більший об'єму цистерни.

При прийомі сировини в мішках полімерні матеріали спеціальними системами подаються до розтарочних установок, потім пневпотранспортом переміщують у виділені для них ємкості.

Поліетилен і суперконцентрат сировини завозяться в цех зі складу. Перед відкриванням мішки з сировиною повинні бути витримані не менше 12 годин [20].

Плівка виготовляється на екструзійних установках.

Екструзійні установки мають наступні вузли:

- бункер для завантаження гранул поліетилену;
- екструдер;
- охолоджуючий пристрій;
- нагрівачі елементи;
- формуючий інструмент;
- вузол тяги;
- контрольно-вимірююча регулююча апаратура;
- пульт управління.

Перед початком технологічного процесу розігрівають екструдери. Температура по зонах обігріву машин встановлюється в залежності від показника текучості розплаву сировини, яку використовують.

В період розігріву машин зони завантаження охолоджують водою.

Після розігріву до заданої температури екструзійні машини, при

відсутності в них поліетилену, витримують при цьому тепловому режимі протягом 30-50 хвилин. У випадках, коли екструдер заповнений поліетиленом, час витримки розігріву екструдера підвищується до 1-4 годин.

За 30-40 хвилин до екструдера вмикають масляний насос. Розігріту машину запускають зі швидкістю 10-15 об/хв.

Із бункера екструдера під дією своєї ваги сировина потрапляє в циліндр екструдера.

Розм'якшення поліетилену відбувається за рахунок тепла, яке підводиться електронагрівачами через поверхню циліндра та, що виділяється за рахунок внутрішнього тертя.

Головним робочим елементом екструдера є шнек, від якого залежить продуктивність екструдера і якість готового виробу. Призначення шнеку:

- захоплює поліетилен в зоні завантаження, безперервно перемішує його вздовж циліндра від зони завантаження до екструзійної голівки;

- інтенсивно перемішує матеріал по мірі його проходження, створюючи тертя частинок матеріалу одна об одну і об стінки циліндру, в результаті чого виділяється тепло необхідне для повного перетворення твердого поліетилену в розплав;

- пластикує, зжимає та гомогенізує матеріал, що допомагає виділенню з нього повітряних і газових пухирів і утворенню розплаву;

- створює тиск в циліндрі перед екструзійною голівкою, необхідний для згущення і видавлювання розплаву через формуючу щілину.

Кожен шнек має три зони:

1 зона – зона завантаження;

2 зона – зона стиснення;

3 зона – зона дозування.

В зоні завантаження холодний поліетилен захоплюється шнеком, інтенсивно перемішується, розм'якшується і передається в зону стиснення. Розміри шнека постійні по всій зоні. Температура циліндра в цій зоні встановлюється нижче, ніж в інших зонах, щоб попередити передчасне

спікання матеріалу.

В зоні стиснення відбувається перетворення розм'якшених гранул поліетилену в однорідний розплав, і створення тиску, необхідного для видавлювання матеріалу через голівку. Стиснення відбувається за рахунок зменшення ширини нарізки шнека. Температура цієї зони вище, ніж зони завантаження, для більш повного розплавлення гранул.

В зоні дозування матеріал попадає в голівку екструдера з постійною швидкістю і постійним тиском. Зона дозування грає велику роль в екструдері, так як продуктивність екструдера залежить від зони дозування. В цій зоні шнек має постійну глибину нарізки, що знижує нерівномірність швидкості потоку розплаву, що виникає в інших зонах шнека.

В зоні дозування між торцом циліндра і голівкою є дросельна решітка з набором сіток. Їх призначення – підвищити тиск в зоні дозування, який підсилює перемішуючу дію шнека.

Потік розплаву поступає з циліндра в голівку екструдера під кутом 90° .

Голівка екструдера – це профілюючий інструмент, який надає необхідну форму струї полімеру, що видавлюється. Від конструкції голівки в значній мірі залежить точність поперечних розмірів екструдованого виробу і якість його поверхні. В порівнянні з цим призначенням конструкція голівки повинна відповідати наступним вимогам:

- вона повинна сприяти формуванню поперечного розрізу потоку, який відповідає формі розрізу екструдованого виробу;

- геометричні розміри профілюючої щілині і вугли виходу повинні забезпечити можливість роботи з максимальними значеннями продуктивності;

- конфігурація каналів повинна виключати зародження в них зон застою;

- голівка повинна володіти достатнім опором, щоб на виході із шнека забезпечити протитиск, що сприяє якісному змішуванню і гомогенізації полімеру;

– конструкція профілюючих органів повинна бути достатньо жорсткою, щоб при різних режимах роботи тиск проточної частини залишався незмінним [15].

В голівці розплав, омиваючи розсікач потоку, потрапляє в кільцеву щіль між мундштуком і дорном у вигляді тонкого плівкового рукава видавлюється догори.

Внутрішні канали голівки мають обтікаючу форму, так як при різній затримці розплаву починається його розкладання, і в результаті на плівці утворюються дефекти.

Навколо щілі знаходяться установочні болти, за допомогою яких регулюють положення мундштука і дорна відносно один одного для отримання рівномірної товщини плівки.

Розмір голівки визначається вимагаємим розміром плівки, а діаметр кільцевої щілі дорівнює $1/3$ ширини рукава плівки.

Голівка обігривається електричним нагрівачем.

Рукав роздувається за допомогою стисненого повітря, потрапляючого через отвір в дорні. При цьому відбувається зменшення товщини стінок рукава за рахунок розтягування плівки в поперечному напрямку. Ширина рукава регулюється шляхом зміни подачі повітря.

Для забезпечення швидкого і рівномірного охолодження рукава на виході його з голівки є охолоджуюче кільце, в яке рівномірно подається повітря. Потік повітря розбивається таким чином, щоб забезпечити рівномірну подачу повітря по всьому кільцю без місцевих потоків.

Швидкість відводу полотна (після тягнучих валків) регулюється так, щоб зменшивши заданий діаметр рукава отримати плівку, останні показники якої відповідали б якісній продукції.

Складений плівковий рукав подається на намотувальний пристрій, де змотується в рулон.

Плівка транспортується всіма видами транспорту з дотриманням правил перевезення вантажів, діючих на відповідному виді транспорту.

При транспортуванні, завантаженні і вивантаженні плівки слід вжити заходи, що забезпечують її збереження від пошкодження, зволоження і забруднення [21].

Плівка повинна зберігатися в сухих критих складських приміщеннях у виготівника і споживача при температурі не нижче плюс 5°C і відносної вологості 80%, на відстані не менше 1 м від нагрівальних приладів з оберіганням від попадання прямого сонячного проміння, з повітряним середовищем, вільним від активної хімічної пари. Рулони плівки на складі готової продукції складують в горизонтальному положенні заввишки не більш 6 рядів, бобіни – у вертикальному положенні заввишки до 1,5 м [18].

Проблемам матеріалоемності при проектуванні полімерних виробів і ресурсозбережень при їхньому виробництві повинні приділяти велике значення, так як від цих показників залежить прибуток, який отримує виробництво. Особливо важливе це питання в теперішній час, коли ціни на полімерну сировину зросли в десятки разів. Велике значення в економії матеріалу має можливість повторної переробки полімерного матеріалу. Отриманні відходи при переробці після їхнього дроблення допускаються для використання разом із первинною сировиною для наступної переробки.

Питання ресурсозбереження можуть бути застосовані до асортименту випускаємої продукції, з якого необхідно відібрати виріб, який не користується з покупців попитом, а звільнену потужність використовувати для випуску продукції та експериментального виробництва (випуск малих партій продукції для вивчення попиту покупців).

Як відомо переробка пластмас методом екструзії є економічним методом. Головна частина всіх відходів припадає на момент запуску обладнання та після технологічних простоїв. Всі відходи направляються на подрібнення і потім цей полімер додається до вихідної сировини невеликими порціями. Таким чином ми маємо майже безвідходне виробництво [17].

Виробництво поліетиленової рукавної плівки складається з наступних технологічних стадій і установок:

- розвантаження, зберігання і дозування поліетилену-грануляту;
 - виготовлення поліетиленової рукавної плівки;
 - різка поліетиленовою рукавної плівки на полотно;
 - установка регрануляції;
 - установка заохолодженної води;
 - компресія повітря;
 - система кондиціонування;
 - склад готової продукції.
- ✓ Розвантаження, зберігання і дозування поліетилену-грануляту.

Поліетилен-гранулят надходить в цех в полімеровозах або в мішках, автомобільним або залізничним транспортом. Мішки з поліетиленом-гранулятом подаються до мішкорозтарочному вузлу.

Після розпакування мішків поліетилен-гранулят, стисненим повітрям, тиском не більше 2 Бар, подається по системі пневмотранспорту в три силоси. Тиск повітря створюється гвинтовим компресором.

Силос призначений для зберігання поліетилену марки 15803-020, який використовується для виготовлення плівки, а силоси – для поліетилену марок 15303-003 або 10204-003, які використовуються для виробництва мішків

З силосуполіетилен-гранулят подається в бункер добового запасу, а з силосів – в бункер добового запасу.

У бункер добового запасу надходить регранулят з бункера відділення регрануляції.

Подача поліетилену-грануляту і регранулята в бункери добового запасу здійснюється через відділювачі за рахунок вакууму, що створюється вакуум – насосами.

З бункерів добового запасугранулят і регранулят подається в дозатори, проходячи відділювачі. подача здійснюється системою пневмотранспорту за рахунок вакууму, що створюється вакуум – насосами через вторинний фільтр.

При малих обсягах виробництва, поліетилен-гранулят доставляється

безпосередньо до екструдера і з контейнера, розташованого за місцем, завантажуються в дозатори.

Дозатори призначені для змішування трьох компонентів (поліетилену-грануляту, регранулята і барвника) і дозування цієї суміші в екструдери поз. 1. Завантаження барвника здійснюється безпосередньо в дозатори з контейнерів, встановлених за місцем біля кожного дозатора, за рахунок потоку повітря, створюваного повітродувкою дозатора.

Під час заповнення силосів і бункера регранулята відбувається стирання гранул поліетилену з виділенням пилу поліетилену. Для очищення відпрацьованого повітря від пилу поліетилену передбачено застосування пилеуловлювальні установки – фільтрувальної станції. Відпрацьоване повітря з силосів і бункера регранулята відсмоктується вентилятором і через фільтр фільтрувальної станції скидається в атмосферу.

В процесі зберігання, транспортування гранульованого поліетилену в мішках і при подачі грануляту в дозатори утворюються розсипи поліетиленовою крихти, які збираються в поліетиленові мішки. При транспортуванні гранульованого поліетилену утворюється пил поліетилену, яка накопичується:

- в пілозбірникугазопилеуловлюючої установки
- в фільтрах відділювачів бункерів добового запасу
- в накопичувачі пилу вторинного фільтра
- в фільтрах дозаторів

Періодично, у міру накопичення пилу поліетилену проводиться чистка фільтрів, пілозбірників і накопичувачів пилу системи пневмотранспорту від пилу, яка збирається в поліетиленові мішки і разом з розсипами поліетилену відправляється в накопичувач твердих відходів (сел. Фугаровка).

- ✓ Виготовлення поліетиленової рукавної плівки.

Виготовлення поліетиленової рукавної плівки здійснюється методом екструзії з роздувом рукава через круглощільову видувну голівку. Устаткування для виробництва рукавної плівки розташоване у відділенні

екструзії, до складу якого входять:

– екструдер Варекс Е90-30Д поз.1. для отримання поліетиленовою рукавної плівки, призначеної для виробництва клеєних і паяних мішків, продуктивністю до 260 кг/год. кожен;

– екструдер Варекс Е120-30Д для отримання поліетиленовою рукавної плівки марки Н, шириною до 6 м і товщиною до 0,25 мм і термоусадочної плівки марок Т і П.

Технологічна схема отримання поліетиленовою рукавної плівки на екструдерах Варекс Е90-30Д і Варекс Е120-30Д наступна.

Поліетилен-гранулят, регранулят і барвник надходять в дозатор «Азомат», обладнаний мішалкою. Дозування відбувається за заданою програмою, відповідно до рецептури. З дозатора гранульований поліетилен або суміш гранул надходить в живильну воронку поз. 1.2, захопленою водою, і направляється в матеріальний циліндр поз. 1.4 екструдера. Подача гранул поліетилену проводиться шнеком екструдера, обертання якого здійснюється від електродвигуна поз. 1.1 через редуктор. Матеріальний циліндр поз. 1.4 розділений на зони нагріву (охолодження) поз. 1.3, проходячи через які послідовно, поліетилен нагрівається, пластифікується, гомогенізується і продавлюється через сітчастий пристрій поз. 1.6 в екструзійну голівку, звідки через кільцеву щілину виходить у вигляді рукава.

Роздув і охолодження рукава здійснюється повітрям від потрібної повітродувки поз. 2.1: дві – нагнітаючі і одна витяжна. Від однієї нагнітаючої повітродувки повітря подається на охолоджуюче кільце поз. 2.2 для обдування зовнішньої поверхні рукава. Іншою нагнітаючою повітродувкою повітря подається через мундштук всередину рукава для його інтенсивного охолодження. Нагріте повітря з внутрішньої порожнини рукава через патрубок мундштука відсмоктується витяжною повітродувкою, що знаходиться на одному валу з нагнітаючою, і викидається в атмосферу. Роздув рукава здійснюється за рахунок надлишкового тиску повітря всередині рукава і автоматично підтримується спеціальною системою

регулювання.

Забір повітря, що подається на охолодження плівки, здійснюється через повітряний радіатор, на який надходить захоложена вода, що подається з відділення холодильних машин. Далі поліетиленовий рукав піднімається через калібрувальний пристрій поз. 3. де формується його діаметр, тобто в подальшому ширина плоско складеного рукава і направляється в витяжний пристрій.

У витяжному пристрої циліндричний рукав, проходячи через центральні напрямні, пристрій складання, плоско укладається, проходить між чотирьох охолоджуючих валів поз. 5. через поворотні штанги реверсивного пристрою і опускається вниз між напрямними валами і далі до намотувального пристрою поз. 9.

Намотувальний пристрій поз. 9. здійснює намотування плівкових рукавів в рулони. Пристрій поз. 9. оснащено регулятором натягу рукава і пристроєм для регулювання рукава по бічних кромках. Для остаточного охолодження поліетиленової плівки передбачено її проходження через два охолоджуючих вала намотувального пристрою.

При досягненні заданої довжини плівки в рулоні або заданого діаметра рулону спрацьовує звукова сигналізація і проводиться заміна рулону шляхом обрізки плівки ножем поперечного перерізу поз. 8. і автоматичного зняття рулону з намотувального пристрою. У кожен рулон вкладається супровідний ярлик із зазначенням номера рулону і основних характеристик виготовленої плівки. Охолодження редуктора головного приводу, що живить воронку, витяжні вали і вали намотування здійснюється захоложеною водою, яка подається з установки захоложеної води. Охолодження електродвигуна головного приводу здійснюється повітрям, що подається у вентсистеми.

Отримання поліетиленовою рукавної плівки шириною до 6 метрів на екструдері «Варекс Е120-30Д» принципово не відрізняється від отримання поліетиленовою рукавної плівки для мішків. Основні відмінності:

– застосування додаткового насоса для інтенсивного охолодження

упорного підшипника і редуктора головного приводу;

– застосування обертової видувної головки і стаціонарного витяжного пристрою;

– відсутність охолодження плівки на витяжному пристрої;

– відсутність активації поверхні поліетиленової плівки.

Рулони поліетиленової плівки після знімання з намотувального пристрою екструдера «Варекс Е120-30Д» опускаються за допомогою пристрою на відрізок пакувальної плівки.

Плівка загортається навколо рулону і на торцях зав'язується шпагатом. У кожен рулон вкладається маркувальний ярлик. Для контролю якості плівки кожна партія випробовується лабораторією ОТК. Далі рулони з поліетиленовою плівкою електротельфером транспортуються в склад готової продукції. Відведення повітря з робочої зони екструдерів здійснюється вентиляційними системами.

Поліетиленові відходи утворюються при пуску, зупинці екструдера, при переході на виготовлення плівки з іншими характеристиками, а так само при чищенні екструзійних голівок і фільтруючих блоків екструдерів. Поліетиленові відходи являють собою плівку невідповідну ГОСТ 10354-82 (зі зм. 1-5) (по товщині, ширині, зовнішньому вигляду і т. д.), а так само у вигляді злитків поліетилену. Все поліетиленові відходи, що утворюються в процесі екструзії, направляються на установку регрануляції для переробки у вторинний гранульований поліетилен, який повторно використовується у виробництві плівок.

Технологічний процес екструзії контролюється з місцевого пульта кожної машини. Контролю підлягають: температура по зонах матеріального циліндра і екструзійної голівки, тиск і температура розплаву в матеріальному циліндрі, частота обертання шнека, швидкість витяжки, навантаження головного приводу, швидкість реверсування (обертання видувної голівки). Для забезпечення нормальної і безпечної експлуатації екструдерів, на них передбачені наступні блокування:

- зупинка екструдера при відсутності обігріву зон;
- зупинка екструдера при перевантаженні головного електродвигуна;
- відключення головного приводу при критичному тиску маси розплаву;
- відключення головного приводу при тиску масла нижче 0,25 МПа (стосується екструдера «Варекс Е120-30Д»);
- відключення головного приводу при перегріванні редуктора;
- відключення головного приводу при несправності 51-ї зони;
- зупинка приводу намотувального пристрою при досягненні діаметра рулону максимального значення;
- зупинка екструдера при відсутності напору повітря на охолодження електродвигуна головного приводу.

✓ Відділення регрануляції.

Відходи поліетиленової плівки, що отримуються на стадіях: виготовлення поліетиленової рукавної плівки (екструзії); нанесення друку на поліетиленову плівку; виготовлення поліетиленових паяних мішків; різання поліетиленової рукавної плівки на полотно для покривних листів і клапана; виготовлення поліетиленових клеєних мішків, а так же, одержувані з інших цехів підприємства поступають у відділення переробки відходів на установку регрануляції поз. 7. Відходи поліетиленової плівки, що переробляються на установці регрануляції, повинні бути сухими, чистими і не мати механічних домішок. Регранулят, отриманий з поліетиленових відходів, направляється на виробництво рукавної плівки в відділення екструзії.

Відходи плівки вручну невеликими порціями завантажують в роторну дробарку, де за допомогою ротаційного ножа подрібнюють на шматки плівки розмірами 5-10 мм. Для попередньої обробки великих шматків поліетилену після екструзії служить стрічкова пила.

З роторної дробарки відходи, за допомогою відцентрового вентилятора подаються по пневмотранспорту через циклон в екструдер-регранулятор. Екструдер оснащений спеціальним пристроєм, для ущільнення крихти.

Попередньо ущільнений матеріал приймається шнеком екструдера і під дією тиску і температури пластикується, гомогенізується і, проходячи пристрій зі змінними сітками, через фільтри видавлюється у вигляді тонких джгутів.

Джгути ріжуться ротаційним ножом поз. 8. на гранули, які попередньо охолоджуються в камері гранулювання, підхоплюються потоком повітря, створюваного відцентровим вентилятором, і по воздуховоду подаються через камеру охолодження в бункер регранулята або пересувної контейнер. Остаточне охолодження регранулята відбувається в камері охолодження, що представляє собою змішувач, поміщений в ванну з водою. Повітря, що використовується для пересування регранулята в бункер, очищається від пилу в фільтрувальній станції. У процесі переробки поліетиленових відходів в регранулят в робочу зону виділяються продукти термічної деструкції поліетилену (формальдегід, ацетальдегід, оксид вуглецю і пари органічних кислот), а також пил поліетилену. Відведення повітря з робочої зони відділення переробки відходів здійснюється вентиляційною системою.

Поліетилен низької якості некондиційний, що утворюється в процесі підготовки поліетиленових відходів до переробки складається в поліетиленові мішки і відправляється в накопичувач твердих відходів (сел. Фугаровка). Для забезпечення безперебійної та безпечної роботи установки переробки відходів передбачені такі блокування:

- зупинка електродвигуна роторної дробарки при відкриванні захисних кожухів (4 кінцевих вимикача);
- зупинка електродвигуна роторної дробарки при перевантаженні електродвигуна;
- зупинка електродвигуна роторної дробарки при перевантаженні електродвигуна вентилятора подрібнених відходів і при відкриванні на ньому захисного кожуха;
- зупинка головного електродвигуна екструдера при перевищенні тиску маси розплаву величини 300 Бар протягом часу більше 7 сек.;
- зупинка головного електродвигуна екструдера при перевантаженні

електродвигуна;

– зупинка головного електродвигуна екструдера при відкриванні захисної кришки камери гранулювання і при відключенні електродвигуна нарізної пристрою;

– зупинка головного електродвигуна екструдера при відкриванні захисних кожухів і при перевантаженні електродвигунів повітродувок транспортують регранулянт;

– ручне блокування роторної дробарки і екструдера натисканням кнопок аварійних вимикачів «Not-Aus»;

– зупинка електродвигуна роторної дробарки при досягненні максимального рівня подрібнених відходів в завантажувальному бункері.

✓ Компресія повітря.

Компресійна установка призначена для забезпечення стисненим повітрям наступного обладнання:

– розвантаження і дозування поліетилену-гранулянта

– екструдерів

– екструдера регранулянта

– вентиляційних систем

Повітря компресором нагнітається в ресивер, обладнаний конденсатовідвідників, і далі подається через установкусушки холодом в систему постачання стисненим повітрям технологічного обладнання.

✓ Система кондиціонування.

У корпусі в осях 12÷33 на позначці 0,0 м передбачена припливна вентиляція, розрахована на розбавлення тепловиділень і створення параметрів повітря, необхідних для нормального ведення технологічного процесу і комфортних умов для технологічного персоналу.

Приміщення кондиціонування виготовлення паяних мішків, регрануляції і електрощитова обслуговуються системами кондиціонування, приміщення нанесення друку – системами приміщення екструзії – системами. Повітря обробляється в центральних кондиціонерах КТЦЗ і

подається в робочу зону обслуговуваних приміщень. У холодну пору року зовнішнє повітря через форкамери надходить в кондиціонер, де, проходячи через обігриваються теплофікаційною водою калорифери 1-го ступеня, підігривається і поступає в камеру зрошення, де зрошується водою. Вода з піддону камери надходить на всмоктування насоса і нагнітається в розпилювачі. Так здійснюється замкнений цикл зрошення. Надлишок води через перелив зливається в трап. Регулювання вологості повітря здійснюється за рахунок зміни витрати води на нагнітанні насосів камер зрошення.

Датчики вологості, контролюючі вологість, встановлені в приміщеннях, що обслуговуються даними системами. Далі повітря, проходячи через калорифери 2-го ступеня, нагрівається до потрібної температури і вентилятором подається в виробничі приміщення. У літній період року підтримання необхідної вологості і температури повітря, що подається у виробничі приміщення, здійснюється тільки за рахунок зрошення водою. Системи кондиціонування працюють однаково.

Системи кондиціонування у зимовий період працюють аналогічно. У літній період охолодження повітря, що подається системами кондиціонування до відділення екструзії, здійснюється зрошенням захоложеної води, одержуваної в холодильних машинах.

Захоложена вода після холодильних машин надходить в бак холодної води звідки насосами подається в камери зрошення систем. Підтримка вологості на заданому рівні здійснюється регулюванням витрати захоложеної води на нагнітанні циркуляційних насосів. Після розпилювачів вода збирається в піддоні камери зрошення і самопливом надходить в бак теплої води звідки насосом нагнітається на вхід холодильної машини; цикл повторюється.

✓ Готова продукція.

Готова продукція упаковується, комплектується в партії і пред'являється ВТК. При позитивних результатах випробувань ВТК, готова

продукція вивозиться на склад і відправляється споживачам, відповідно до вимог ГОСТ і ТУ.