

## СПОСОБИ ВИГОТОВЛЕННЯ ГНУЧКИХ ПОЛІМЕРНИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Петриченко С.В., к.т.н., доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Олексієнко В.О., к.т.н., доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

*Summary: The article analyzes the main methods of producing flexible polymeric packaging materials for the food industry. The article materials can be useful for specialists in the packaging industry and used in the educational process to train qualified industry experts.*

*Keywords: polymer packaging materials, extrusion, co-extrusion, laminating, lamination.*

На сьогоднішній день відомі два основних способи виготовлення гнучких полімерних пакувальних матеріалів з товщиною до 250...300 мкм: метод видувної екструзії і метод плоскощільної екструзії.

Видувна екструзійна головка являє собою циліндр, всередину якого з невеликим проміжком вставляється сердечник (дорн), по поверхні якого проточені спіральні канали, більш глибокі на ділянці попадання в них розплаву, і сходять нанівець при його виході з головки. Залежно від конструкції головки, розплав може потрапляти в спіралі зі спеціальних отворів, проточених в центральній частині дорна (подача розплаву зсередини), або ж з периферії (зовнішня подача). У разі видувної екструзії видув може здійснюватися як вгору, так і вниз, в залежності від типу одержуваної плівки.

При видуванні за схемою «знизу вгору» розплав відразу ж після виходу з кільцевої філь'єри головки перетворюється в міхур за рахунок герметизації верхньої частини міхура і подачі всередину нього стисненого повітря, що роздуває утворювану рукавну плівку до необхідного діаметра. Одночасно ця бульбашка охолоджується стисненим повітрям по всьому периметру з зовнішньої, а в ряді випадків, для підвищення ефективності охолодження за допомогою системи IBC (Internal Bubble Cooling) - і з внутрішньої сторони, і витягується вгору за допомогою приймально-витяжних валків.

При видуванні «зверху вниз» розплав з кільцевої філь'єри головки прямує вниз і проходить крізь ванну з водою для різкого охолодження, завдяки чому набуває набагато більш високу прозорість, ніж в першому випадку. Після охолодження міхур складається з допомогою двох панелей, що сходяться, і у вигляді плоскоскладаного рукава направляється до намотувального пристрою, що має одну або дві станції, в залежності від способу розрізання рукава.

Видув «знизу вгору» широко використовується для виготовлення термозбіжних плівок, де головний принцип: «сильніше роздування - більше ступінь усадки». Варіюючи коефіцієнт роздування (BUR - blow up ratio) і

застосовуючи соекструзії (приєднання до однієї екструзійної голівки декількох екструдерів, кожен з яких призначений для подачі свого матеріалу), можна робити широкий асортимент як одношарових, так і багатошарових плівок, використовуваних як для загальної упаковки, так і для спеціальних цілей.

Плівка, що вийшла в результаті такого виробництва, вважається умовно неорієнтованою. Для підвищення міцності використовують метод, який отримав назву «Double Bubble» (подвійне роздування). Початок процесу збігається з видуванням за схемою «зверху вниз», проте після проходження через водяну ванну рукав не надсилається відразу на намотчик, а складається і витягується за допомогою приймально-витяжних валків наверх вежі. Далі рукав проходить зверху вниз через систему печей, що нагрівають його для збільшення пластичності, і, нарешті, слідує дуже сильне роздування в поперечному напрямку TD (Transversal Direction), завдяки чому плівка набуває в цьому напрямку підвищену міцність і, як вже було сказано, здатність до усадки. Одночасно, за рахунок різниці швидкостей приймально-витяжних валків нагорі вежі і прийомних валків на намотчик, плівка розтягується в поздовжньому напрямку MD (Machine Direction).

Існує ще один різновид орієнтування плівки, що отримала назву «Triple Bubble» (потрійне роздування). Аби не заглиблюватися в тонкощі технології, в першому наближенні можна сказати, що це метод «Double Bubble», доповнений ще однією вежею, призначення якої - зменшити усадку до заданого рівня. Така технологія використовується для виготовлення ковбасних і сосискових оболонки, що мають товщину від 70 мкм і володіють високими бар'єрними властивостями та мембранним ефектом.

Нарешті, існує ще один спосіб підвищення міцності плівки, що отримав назву «Cross linked» (зшити структура). Суть методу - в прогоні плівки через камеру, де вона піддається опроміненню рентгенівськими променями. При цьому збільшується кількість міжмолекулярних, і плівка стає міцнішою.

В основі процесу плоскощілинної (каст) екструзії, як і при видувальному способі - екструдер (або екструдери - в разі багатошарової соекструзії), який подає розплав через фільтр в розподільний блок, завдання якого - розподілити розплав по всій ширині плоскощілинної голівки. Плоскощілинна голівка задає кількість розплаву, що впливає на головний (поливний) барабан, що обертається під голівкою. Завдання останнього - різко охолодити розплав, перетворивши його в плівку). Далі плівка огинає другий барабан, охолоджуючий її іншу сторону, проходить через осцилюючий пристрій розгону різновтовщинності і потрапляє на одностанційний намотчик.

Плівка, що отримується на звичайній каст-лінії, завжди є неорієнтованою, що не дає можливості використовувати даний спосіб для виробництва термозбіжних плівок. Однак існує технологія «Tenter-Frame», що дозволяє виробляти орієнтацію каст-плівки в двох напрямках (MD і TD) і отримувати, таким чином, двусноорієнтовану плівку, наприклад, ВОРР, яка сьогодні є, мабуть, одним з найбільш затребуваних і конкурентоспроможних

продуктів на ринку плівок. В основі технології лежить все та ж плоскошлінна екструзія, але після витікання розплаву з плоскошліпної головки він потрапляє на поливний барабан, що обертається у водяній ванні (аналогічно технології «Double Bubble»). На виході ще досить товста плівка проходить через ряд барабанів, що підігріваються, і в уже розм'якшеному стані потрапляє в секцію орієнтації, де захоплюється по краях спеціальними захопленнями, що знаходяться на рухомих ланцюгах (з кожного боку плівки), і прямує у напрямку до намотувального пристрою, поступово розширюючись в поперечному і розганяючись в поздовжньому напрямках. При цьому плівка стає тоншою і набуває надзвичайно високу міцність.

Зауважимо, що ідеальна упаковка для круп, макаронних виробів та інших аналогічних продуктів являє собою комбінацію з зовнішньої орієнтованої поліпропіленової плівки (BOPP) і внутрішньої неорієнтованої поліпропіленової плівки (CPP), які виготовляються методом соекструзії. Соекструзією прийнято називати процес отримання багатошарових матеріалів, що являють собою комбінацію з декількох полімерних шарів, за один цикл.

Незважаючи на досягнення соекструзії, існують структури, які в принципі неможливо виготовити на одній екструзійній лінії, наприклад, поєднання «металізований поліпропілен + поліетилен» або «алюмінієва фольга + поліпропілен». Для того, щоб «з'єднати непоєднуване», розробили методи, що отримали назву «сухе каширування», «ламінування», а також «екструзійне ламінування», що комбінує перші два методи між собою.

Для з'єднання двох матеріалів між собою за методом сухого каширування сьогодні в переважній більшості випадків використовується безсольвентний ламінатор, в якому для з'єднання матеріалів між собою застосовується двокомпонентний клей без розчинника. Конструкція ламінатора являє собою два размотчика, на які встановлюються матеріали, що підлягають з'єднанню, і намотчика, призначеного для готової продукції. Розмотувальні і намотувальний пристрої розташовані на міцних стійках, з'єднаних один з одним за допомогою мостової конструкції. Серце ламінатора - станція клеєпереносу. За допомогою ламінатора можна виготовити такі відомі всім продукти, як упаковка для вершкового масла, для морозива, комбінацію «фольга + поліетилен» і багато-багато іншого.

При ламінуванні плоскошліпна головка розташовується над матеріалом, що протягується під нею, в результаті чого на нього наноситься шар розплаву полімеру або клей. Подібним способом можна виготовити величезний спектр матеріалів, наприклад, комбінацію «папір + поліетилен».

Екструзійне ламінування є поєднанням сухого каширування і ламінування. Таким способом можна зробити складні багатокомпонентні структури, такі, наприклад, як «фольга + папір + поліетилен» або «фольга + поліетилен + папір + сополімер поліпропілену», та ін.

Висновки: Отже, виходячи з вищезазначеного, можна зробити висновок, що методи виробництва гнучких полімерних матеріалів для

пакування харчових продуктів досить різноманітні, і кожен з них призначений для виробництва матеріалів із визначеними властивостями.

#### Список літератури

1. Петриченко С. В. Нові матеріали для пакування харчових продуктів / С.В. Петриченко, О.В. Гвоздєв // Праці ТДАТУ. – 2011. – № 14. – С. 30–36.
2. Петриченко С. В. Біораскладаємі полімерні матеріали для упаковки / С.В. Петриченко, О.В. Гвоздєв// Праці ТДАТУ. – 2015. - № 15 т.1. – С. 210-216.

УДК 631.17.001.7

### **ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Черкун В.В., к.т.н., Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Пеньов О.В., к.т.н., Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

*Summary: Presents the main directions of scientific and technological progress in the field of agricultural mechanization at the present stage, aimed at creating a competitive, sustainable and environmentally safe production of agricultural products.*

*Keywords: agricultural mechanization, innovative technologies, machinery and equipment.*

Виробництво машин та обладнання є найбільш вагомим сектором, який забезпечує технологічний розвиток економіки країни та агропромисловий ком-плекс (АПК) засобами виробництва [1,2,3]. При цьому основна увага у розвитку сільськогосподарського машинобудування в перспективі повинна бути приділена підвищенню продуктивності праці [4], шляхом підвищення ефективності використання у виробництві інноваційних розробок вчених-аграріїв, переходу до концепції інформаційно-керованого сільського господарства.

Важливішими агротехнічними прийомами землеробства, які створюють ґрунтові умови для росту та подальшого розвитку рослин, є обробка ґрунту та висівання. Виходячи зі складу ґрунту, повинна приділятися велика увага створенню спеціальної техніки для виконання даних операцій. В країні є практично вся необхідна техніка для реалізації традиційної технології обробки ґрунту та посіву сільськогосподарських культур.

Так, за останні десять років створено більш ніж 20 найменувань техніки, включаючи багатокорпусні оборотні плуги, різноманітні культиватори шириною захвату до 9 м, комбіновані ґрунтообробні та