



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт высокомолекулярных соединений  
Российской Академии наук (ИВС РАН)  
г. Санкт-Петербург**

***А.М.Бочек***

***Общие основы технологии получения полимерных пленок***

**ПЛЕНКИ ПОЛИМЕРНЫЕ** - сплошные слои полимеров толщиной, как правило, менее 0,5 мм. Изготавливают главным образом из синтетических полимеров. Получают Полимерные пленки также из природных полимеров (напр., белков, целлюлозы; наиб. распространение получили гидратцеллюлозные пленки, из которых широко известен целлофан) и искусственных (из простых и сложных эфиров целлюлозы, т. наз. эфироцеллюлозные пленки, например ацетатные).

## Классификация пленок

Все разнообразие производимых пленок можно классифицировать по двум признакам:

- по количеству слоев - однослойные, многослойные,
- по типу материалов - однородные (только полимеры), комбинированные (фольга, бумага и т.д.).

## Технологии получения

В зависимости от вида используемого полимера и назначения пленки различают следующие технологии получения пленок:

**Для однослойных пленок -**

экструзия через плоскощелевую головку;

каландрирование;

отлив из растворов;

**Для многослойных и комбинированных пленок -**

со-экструзия;

каширование;

ламинирование;

металлизация;

## Метод сухого формования полимерных пленок из растворов

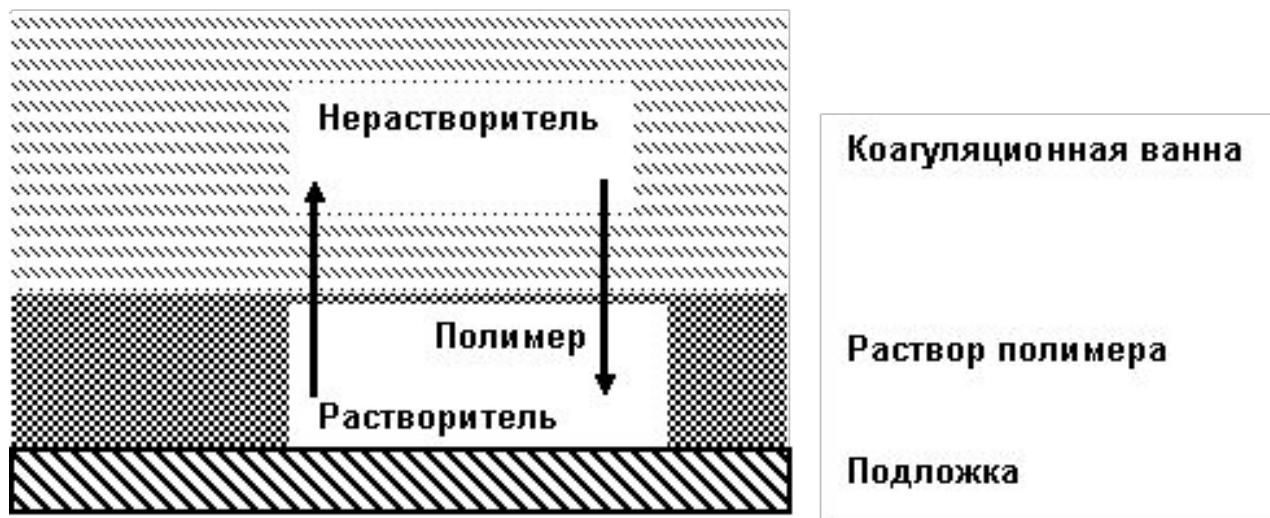
Применяется в случае, когда пленку невозможно получить другим способом. Процесс организован в несколько стадий:

- приготовление гомогенных растворов и их фильтрация;
- нанесение раствора тонким слоем на полированную металлическую ленту-транспортер,
- сушка, в процессе которой растворитель полностью испаряется из раствора,
- намотка готовой пленки.

Таким способом получают пленки из целлофана, эфиров целлюлозы и др.

## Метод мокрого формования или Фазоинверсионный метод изготовления полимерных пленок

Суть метода заключается в том, что после формования пленки раствора полимера, пленку переводят в осадительную ванну. Действие осадителя заключается в быстрой коагуляции полимера, т.е. в формировании сначала на поверхности контакта тонкой оболочки из полимерной сетки. Далее через эту оболочку уже по механизму диффузии растворитель проникает из объема пленки в осадительную ванну, а осадитель - внутрь раствора полимера. Регулируя процесс диффузии, можно получать первичные полимерные структуры с любыми заданными свойствами.



Границы раздела слоев при мокром формовании

## Экструзия расплавов полимеров через плоскощелевую головку



*1 – экструдер, 2 – плоскощелевая головка, 3 – система охлаждения пленки, 4 – намотчик.*

**Краткое описание процесса:** расплавленная и гомогенизированная полимерная композиция, из экструдера, через специальный сетчатый фильтр, поступает в плоско-щелевую головку, образуемая из которой пленка подается на охлаждающее устройство, затем в тянущее устройство, потом обрезается и наматывается.

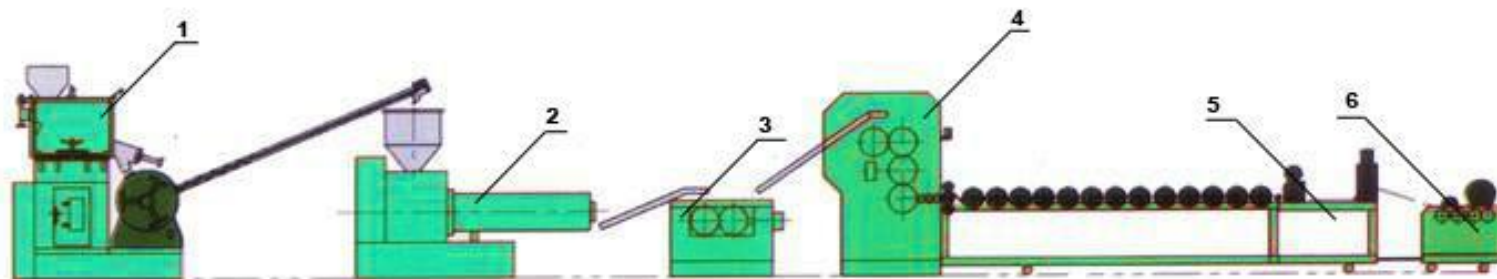
**К достоинствам** данного метода можно отнести высокую скорость процесса,

**к недостаткам** – ограничение по ширине пленки (выпуск пленки шириной более 1500 мм технически сложен и значительно увеличивает стоимость оборудования).

## Метод каландрирования

Чаще всего применяется для производства пленки из жесткого и мягкого ПВХ, также используется для дублирования или выглаживания пленки.

**Каландрирование** - это непрерывное получение пленки из расплава полимера формованием в зазорах между вращающимися валами каландра.



*1 - смеситель, 2 - экструдер, 3 - вальцы, 4 - каландр, 5 - отрезное и тянущее устройство, 6 – намотчик.*

**Краткое описание процесса:** все компоненты полимерной композиции, для получения их гомогенной смеси, загружают в смеситель, обычно двухстадийный с горячей и холодной камерами, либо одностадийный высокоскоростной. Полученная смесь далее подается в роторный смеситель или планетарный экструдер, в котором происходит ее разогрев и переход в состояние вязкой текучести. Чтобы удалить газообразные примеси и завершить процесс пластикации смесь поступает на вальцы.

**Полностью подготовленная пластифицированная смесь поступает в зазор между валами каландра и происходит формирование пленочного полотна. Для обеспечения требуемой толщины, разнотолщинности и гладкой поверхности пленки, полимер последовательно пропускают через несколько зазоров (хорошее качество обеспечивают три и более зазоров, поэтому используются многовалковые каландры).**



**Каландр**

**Несмотря на то, что температура валков достаточно высокая, пленка не успевает пройти релаксацию из-за значительной линейной скорости движения полотна пленки. Чтобы устранить эти напряжения, плёнка дополнительно проходит через специальные обогреваемые валы.**

**Далее пленка подается на устройство охлаждения, которое состоит из нескольких барабанов, соприкасаясь с поверхностью которых, пленка охлаждается. Для выравнивания краев пленочного полотна используется система обрезки кромок, после чего пленка поступает в устройство намотки, где наматывается в рулоны.**



## Созэкструзия

Созэкструзией называют процесс получения многослойных пленок в виде комбинации из нескольких полимерных слоев за один цикл. Данный метод позволяет производить обширный ассортимент пленок со свойствами, которые невозможно получить путем обычной (однослойной) экструзии. Комбинируя несколько слоев разных полимеров (ПП, ПЭ, ПА, ПЭТ, др.), используя механические свойства одного полимера и барьерные свойства другого можно получить практически «идеальный» упаковочный материал.



*Экструзионная линия для производства полимерных пленок PP/PE/PS/ABS/PVC/PBT многослойных и однослойных.*

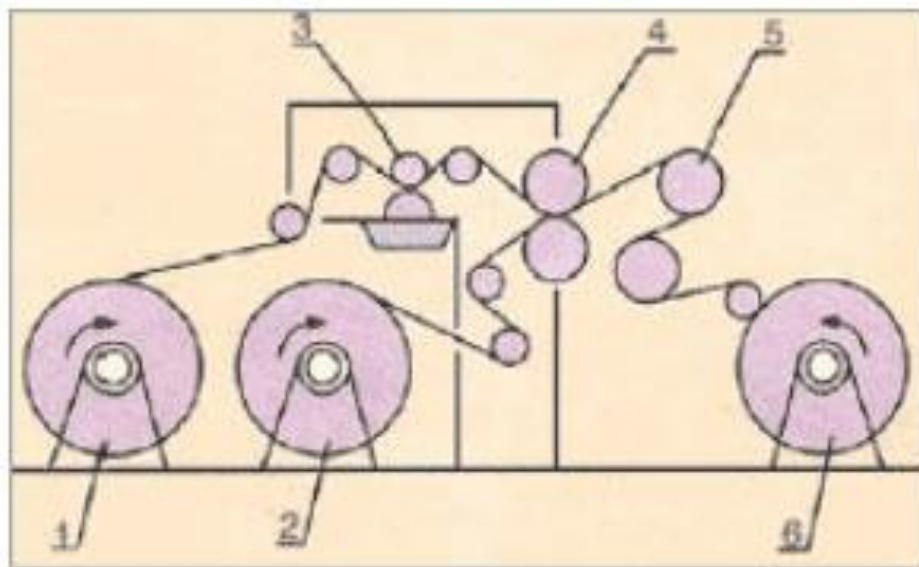
Процесс созэкструзии аналогичен процессу экструзии через плоскощелевую головку, описанному выше, отличие – вместо одного экструдера используется несколько экструдеров, потоки расплавленных полимеров из которых направляются в общую экструзионную головку, в ней эти потоки накладываются друг на друга слоями, не смешиваясь, и далее подаются на охлаждающий барабан.

Многослойные комбинированные пленки с использованием бумаги, фольги, картона, тканей, других пленок и прочих рулонных материалов получают методами **ламинирования и каширования**.

**Ламинирование** – процесс, осуществляемый на валковом оборудовании для соединения пленочных материалов. Для этого на пленку-основу наносят расплавленную пленку и соединяют со вторым пленочным материалом на вальцах или четырех- или пятивалковом каландре.

**Экструзионное ламинирование** – процесс соединения пленок с использованием **расплава**. Используя этот метод можно производить и многослойные пленки. Для этого нужно применить соэкструзионную линию с несколькими экструдерами, покрытия при этом наносятся с помощью соэкструзионной головки. Основой могут быть бумага, картон, двуосноориентированные ПА, ПЭТ, ПП пленки, алюминиевая фольга, ткани, нетканые материалы. Для соединения слоев и нанесения покрывной пленки обычно применяют полиэтилен низкой плотности, полипропилен и их сополимеры.

**Ламинирование** с использованием расплавов осуществляется путем нанесения между соединяемыми слоями (рис.) расплавленных смесей воска и полимера, обычно сополимера этилена с винилацетатом или соответствующего микровоска. Расплавленная масса с помощью вала наносится на один из слоев, который соединяется с другой лентой материала при использовании сжимающих валов. Эта система ламинирования применяется главным образом для соединения алюминиевой фольги с различными видами бумаги. Стойкость слоев к отрыву в этой системе значительно ниже по сравнению с прочими системами ламинирования. Охарактеризованные выше методы ламинирования, за исключением соединения с использованием расплавленного полимера, используются на многих предприятиях.



1, 2 - места раскручивания соединяемых материалов, 3 — нанесение расплавленной массы, 4 — ламинирующие ролики, 5 — охлаждающий цилиндр, 6 — место скручивания ламината.

**Каширование** (склеивание) - это использование клея (адгезива) для соединения слоев ( с последующим прижимания валками).

Существует два способа: **сухой и мокрый** .

**Мокрый способ:** на пленку наносится клеевой слой и, не дожидаясь его высыхания, пленки сразу же соединяют. Основой клеевого слоя являются эмульсии, латексы, водные растворы.

Метод с нанесением раствора полимера на основу и далее с проведением сушки применяется для таких полимеров, для которых не применим метод получения через расплав с использованием обычных технологий.

**Сухой способ:** данный способ предусматривает предварительную сушку в ламинаторах нанесенного слоя клея, а уже потом соединение склеиваемых поверхностей. Клеевой основой при данном методе выступают растворы полимерных смол, каучуков в органических растворителях.

**Металлизация** - современный вариант фольгирования пленок.

Алюминиевая фольга часто имеет дефекты поверхности (микротрещины, поры), что снижает барьерные свойства комбинированных пленок. Металлизированные пленки получают посредством термического распыления алюминия (или сплава) с осаждением на поверхности полимерной пленки в вакуумной камере. Наибольшее качество достигается при использовании в качестве основы двуосноориентированных пленок.

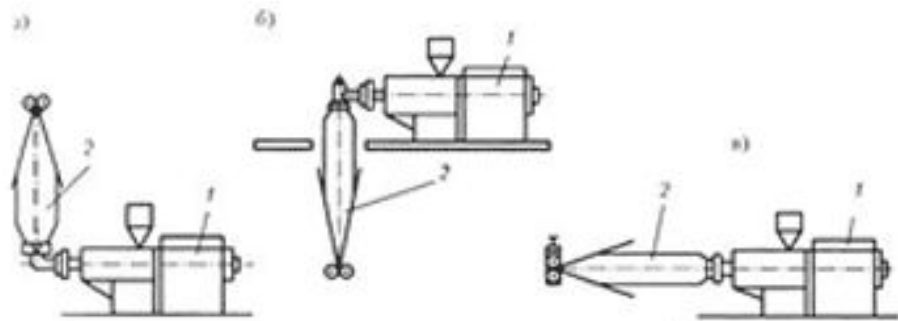
## Производство рукавной пленки

Для производства пленок в основном используются термопласты ПЭНП, ПЭВП, ПШ, ПА, ПВХ, а также ЛПЭНП, СЭВА и Темплен. Принцип **рукавной** технологии состоит в следующем. Полимер поступает в экструдер, расплавляется и выдавливается из формующей головки в виде рукава, незамедлительно раздуваемого воздухом до требуемых размеров, и затем складывается в двухслойное полотно.

*Установка для производства пленки рукавным методом с приемкой рукава вверх.*

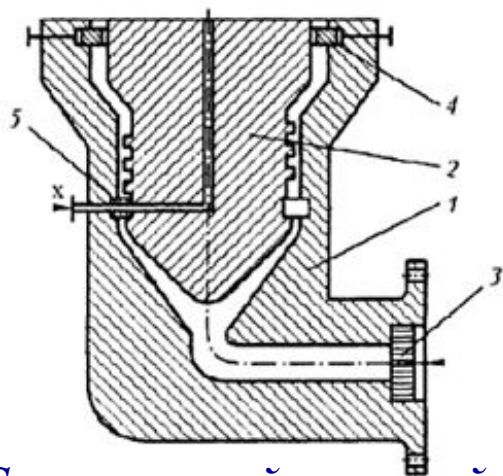


Существуют три основные схемы производства рукавной пленки: приемкой раздуваемого рукава вверх (наиболее распространена), вниз и в горизонтальном направлении.



### **Схемы производства рукавных пленок:**

*а - приемка раздуваемого рукава вверх;  
б - приемка раздуваемого рукава вниз; в - приемка раздуваемого рукава в горизонтальном направлении.*



*Схема угловой рукавной головки с центральной подачей расплава.*

*1- корпус головки; 2 - дорн; 3 - фильтр; 4 - мундштук; 5 - доронодержатель.*

**Формование рукавной заготовки** происходит в рукавной головке, в которую поток расплава полимера поступает из экструдера и затем выдавливается из кольцевого оформляющего зазора. С этой целью используют угловые или прямоточные головки, обычно с диаметром кольцевого зазора 250-750 мм. Воздух для пневморастягивания рукава подводится через дорн

# MBC PAH



# IMC RAS





## Применение полимерных пленок (ПП)

В основном ПП (полиолефиновые, поливинилхлоридные, поливинилиденхлоридные, полиамидные и многослойные) применяют как упаковочный материал для пищ. продуктов (мясных, рыбных полуфабрикатов, сосисок, колбас, вторых блюд, масла, молока, соков и др.), товаров широкого потребления, жидких и сыпучих хим. и нефтехим. товаров, для бытовых целей.

Полистирольные, поликарбонатные, полиэтилентерефталатные, полиимидные, полипропиленовые и полиамидные пленки широко используют для электроизоляции обмоточных и монтажных проводов, кабелей, обмоток трансформаторов, двигателей и др. электрических машин. Эти ПП в сочетании с фольгой-диэлектрики для конденсаторов.

Перечисленные выше ПП, подвергнутые металлизации применяют в конденсаторах; они служат также световодами, регуляторами солнечной радиации в помещениях.

**Полиэтилентерефталатные** пленки, кроме того, используют при изготовлении кино-, фото- и рентгеновских пленок, магнитных носителей информации, фотоматриц миниатюрных печатных плат, полупроводниковых переключателей, фоторезисторов, для замены кальки и ватмана (матовая пленка), как чертежные пленки в компьютерно управляемых системах черчения. Для этих же целей при температурах выше  $130^{\circ}\text{C}$  используют пленки из полиимидов, полифениленсульфидов и полисульфонов.

**Полиамидные и полиимидные** пленки применяют для автоклавного прессования крупногабаритных деталей, поли-стирольные-как облицовочный материал для панелей холодильников, прозрачные "окна" в упаковке, полиолефиновые пленки применяют для укрытия теплиц, пропаривания и мульчирования почвы.

Первые промышленные пленки были изготовлены из **нитратов целлюлозы**, а затем из **регенерированной целлюлозы (целлофана)** в Великобритании (1899). Первые пленки из синтетических полимеров появились в США (1946; **полиэтиленовая пленка**). В 1946 были получены и первые образцы пленок из **полиэтилентерефталата** (Великобритания). В 1946-49 гг. появились и первые машины для экструзии термопластов и формования пленок поливом на барабан и раздувом рукава.



1  
3

THANK YOU



