

За пределы возможного

Л. Торстен, д.т.н., Windmüller & Hölscher, г. Ленгерих



WINDMÜLLER & HÖLSCHER

Представительство • 01015, г. Киев • ул. Московская, 46/2, оф. 117
Тел.: 044 254 2231/2232 • Факс: 044 254 2202 • info@wuh-ua.com

Требования потребителя к упаковке постоянно растут. И задача для упаковщиков состоит в том, чтобы объединить надежную защиту упакованного продукта, возрастающие запросы к функциональности и комфортности упаковки, а также к ее презентабельности, способствующей продажам, с оптимальной экономичностью. Компании, работающие в сфере мягкой упаковки, решают эти вопросы созданием сложных многослойных пленок с использованием специального сырья. Но если этот подход имеет свои пределы, то технология Machine Direction Orientation (MDO) открывает новые возможности для реализации уникальных свойств пленок.

Суть MDO-технологии

MDO-процесс – это непрерывное растягивание пленки, полученной при выдувной или плоско-щелевой экструзии, в машинном направлении. Для этой цели температура рукавной или плоской пленки поднимается до температуры вытяжки (от 60 до 150°C, в зависимости от материала), проходя через многочисленные нагревательные валки. Затем нагретая пленка растягивается в машинном направлении за счет разности скоростей вращения между одной или двумя темперируемыми валковыми парами. Благодаря этому толщина пленки уменьшается, и целенаправленно изменяется ее морфология. В зависимости от материала пленки и ее назначения величина типичных степеней растяжения находится в диапазоне от 1:3 до 1:10. Для регулирования величины усадки и обеспечения стабильности параметров, растянутая пленка консервируется под воздействием напряжения и температуры на последу-

ющих отпускных валках. Процесс растягивания завершается после того, как пленка достигает температуры окружающей среды, проходя через охлаждающие валы.

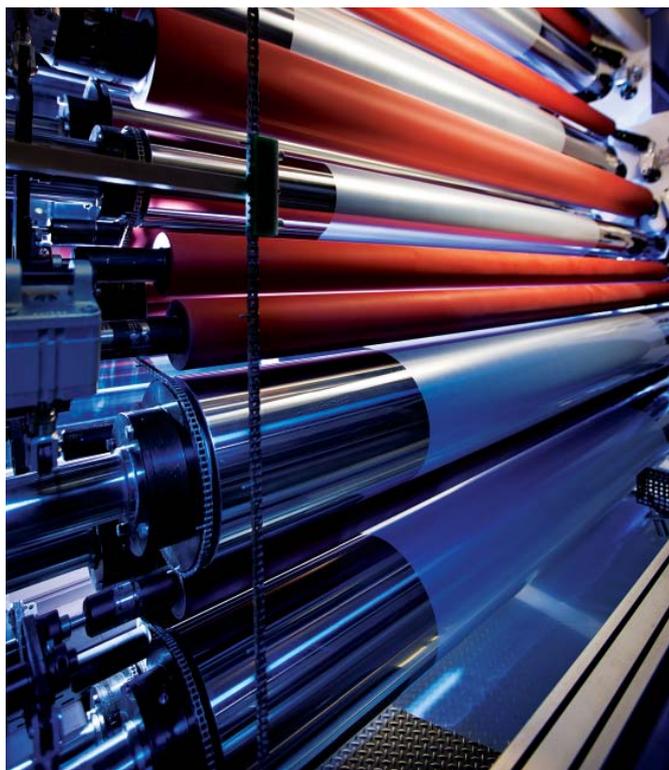
Растягивающие устройства могут устанавливаться как в линию с выдувной или плоско-щелевой экструзионной установкой, так и отдельно, как автономный блок. Наибольшую независимость от экструдера обеспечивает автономная MDO-система, состоящая из размотчика, узла растягивания и намотчика. Встроенное же решение имеет свои плюсы, характеризуясь более низкими инвестиционными и эксплуатационными расходами, а также высокой эффективностью.

На рис.1 показана схема выдувной экструзионной установки с встроенным в линию MDO-блоком. Плоско сложенный рукав пленки вводится в MDO-блок через опциональный узел регулирования середины полотна. Чтобы избежать нежелательного попадания воздуха внутрь пленочного рукава, перед входом в растягивающий узел на сложенных краях рукава пленки выполняются одно- или двусторонние разрезы. За устройством растягивания находится станция обрезания кромок, после которой пленка подается на намотчик.

Целенаправленная модификация свойств пленки

Высокая степень растяжения существенно изменяет морфологию материала пленки. Ее аморфная и кристаллическая структуры будут ориентированы в машинном направлении. Ориентация молекулярной структуры приводит к более высокой плотности, а в случае полукристаллических полимеров – к более высокой степени кристаллическости. Эти морфологические изменения, в свою очередь, оказывают значительное влияние на спектр макроскопических свойств пленки. Таким образом, с увеличением степени растяжения механические показатели пленки (такие как жесткость, прочность на растяжение, прокол и разрыв), особенно в направлении растягивания, значительно увеличиваются. Процесс растягивания может оказать положительный эффект также на оптические и барьерные свойства.

Этот контекст можно объяснить, сравнивая свойства высокобарьерной пленки, растянутой в соотношении 1:3,2 с конечной толщиной 40 мкм с соответствующей нерас-



Neck-In-ефект растягивания

При растягивании пленки в машинном направлении уменьшается не только ее толщина. Это приводит также к сужению пленки и уменьшению ее ширины. Этот так называемый «эффект шеи» (Neck-In-эффект) приводит в конечном итоге к профилю пленки с ярко выраженными утолщениями краев полотна в поперечном направлении. Чтобы гарантировать дальнейшее бесперебойное использование растянутой пленки на последующих этапах производства, эта область Neck-In-эффекта должна удаляться перед намоткой с помощью двусторонней обрезки кромок. Так как кромочные полосы, подлежащие удалению, могут достигать ширины до 150 мм, Netto – производительность установки уменьшается.

Существуют различные способы уменьшения или компенсации Neck-In-эффекта. Важным и определяющим параметром является зазор между растягивающими валами. Минимальный зазор уменьшает Neck-In-эффект. Разумеется, минимальная ширина зазора зависит от материала, его структуры и назначения растягиваемой пленки. Для установки оптимального зазора рекомендуется бесступенчатая, плавная регулировка ширины зазора между растягивающими валами.

Другим важным параметром является расположение дополнительных прижимных роликов на регулируемых нагревательных валах в целом и на растягивающих валах с зазором. С помощью этих прижимных роликов улучшается не только передача тепла между нагревающими ва-

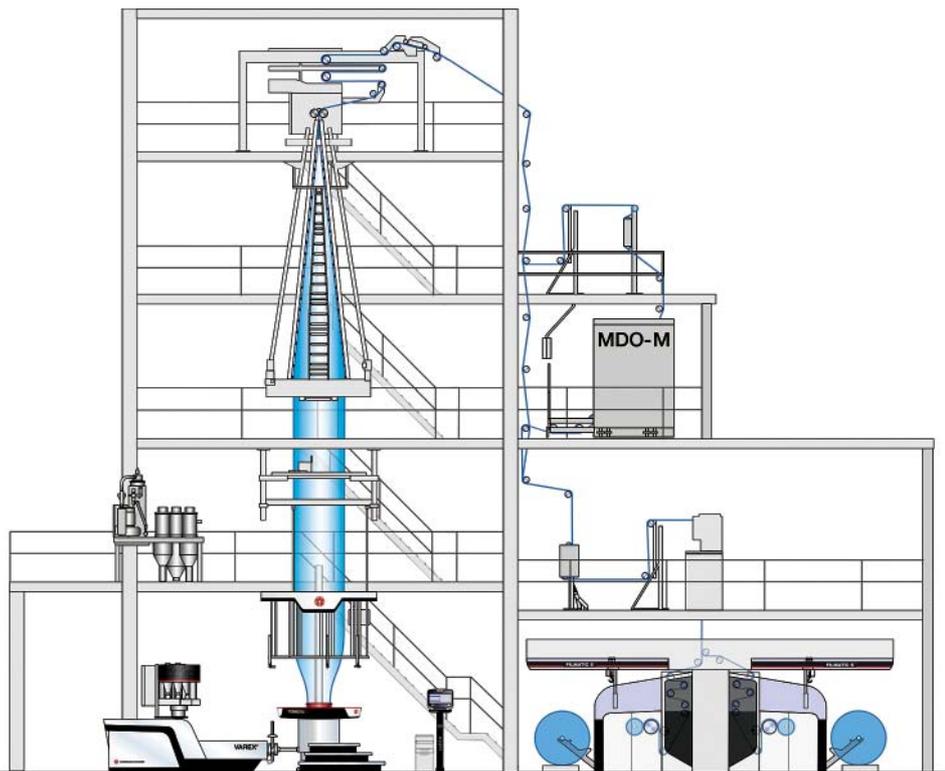


Рис. 1. Схема выдувной экструзионной установки с встроенным MDO-устройством (изображение: Windmüller & Hölscher)

тянутой, непосредственно экструдированной пленкой толщиной 40 мкм. При сравнении обе пленки обладают одинаковой структурой, т. к. получены при использовании идентичных материалов. На рис. 2 приведен модуль упругости обеих пленок в машинном (TD) и поперечном (MD) направлениях. Можно видеть, что растянутая пленка имеет значительно более высокие показатели как в MD, так и в TD. Растягивание также оказывает положительное влияние на прозрачность пленок (рис. 3). Кроме того, барьерная пленка, растянутая методом MDO, на 30% лучше защищает от проникновения кислорода (рис. 4).

является зазор между растягивающими валами. Минимальный зазор уменьшает Neck-In-эффект. Разумеется, минимальная ширина зазора зависит от материала, его структуры и назначения растягиваемой пленки.

Для установки оптимального зазора рекомендуется бесступенчатая, плавная регулировка ширины зазора между растягивающими валами.

Другим важным параметром является расположение дополнительных прижимных роликов на регулируемых нагревательных валах в целом и на растягивающих валах с зазором. С помощью этих прижимных роликов улучшается не только передача тепла между нагревающими ва-

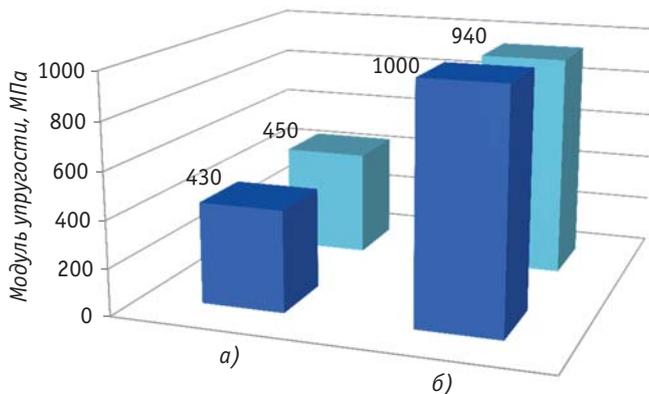


Рис. 2. Модуль упругости нерастянутой (а) и растянутой (б) высокобарьерных 7-слойных пленок толщиной 40 мкм в MD- (■) и TD- (■) направлениях

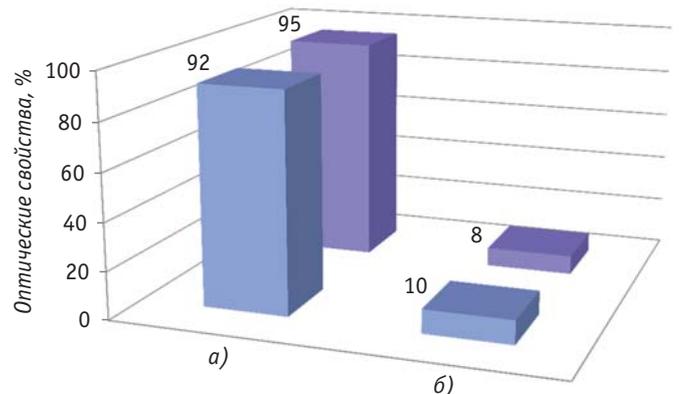


Рис. 3. Прозрачность (а) и мутность (б) нерастянутой (■) и растянутой (■) высокобарьерных 7-слойных пленок толщиной 40 мкм

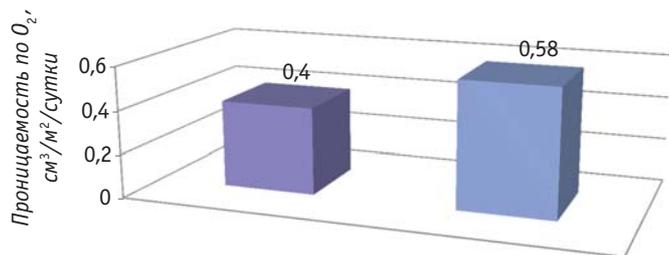


Рис. 4. Проницаемость по O₂ нерастянутой (■) и растянутой (■) высокобарьерных 7-слойных пленок толщиной 40 мкм

лами и пленкой. Они также фиксируют пленку на валах и, таким образом, обеспечивают определенное растягивание, которое, в свою очередь, оказывает положительное влияние.

Кроме того, использование современных методов целенаправленного контроля толщины пленки во встроенных устройствах MDO открывает потенциал для экономии материала. Эти методы через систему управления профилем экструзионной установки так влияют на профиль первичной пленки, что после процесса растягивания получается заданный профиль пленки. Таким образом можно экономить до 50% кромоной обрезки, в свою очередь, дает значительную экономию на всем процессе растягивания.

Целенаправленная корректировка свойств пленки

На основе улучшенных механических свойств и повышения барьерных показателей пленки MDO-технология дает большие возможности для уменьшения ее толщины для широкого спектра применения пленок. Кроме того, очень хорошие оптические свойства растянутых пленок способствуют дифференциации упаковки при продаже продукции. Возможность использования технологии MDO выходит за рамки этого! Так, например, растягиванием пленки можно достигать установленных коэффициентов усадки или прочности на разрыв или даже показателей воздухопроницаемости материала. Приведем примеры использования пленок, в которых MDO-технология уже себя зарекомендовала.

Интересным применением пленок, полученных по MDO-технологии, является упаковка для мягкой продукции (вата или гигиенические изделия, например, подгузники). При упаковывании эти товары сжимаются и оборачиваются растянутой пленкой с низкой эластичностью. В этом случае расход материала и объем упаковки могут быть значительно уменьшены благодаря улучшенной прочности на разрыв и ограниченной растяжимости.

Следующим примером применения таких пленок является использование их для этикеток. Для усадочных рукавных этикеток степень усадки можно достигать целевым образом посредством одноосного растягивания. С другой стороны, самоклеящиеся этикетки, изготовленные из растянутых полиэтиленовых пленок, выигрывают за счет

повышения оптических и механических свойств. В частности, высокая жесткость и хорошая плоскостность позволяют улучшить дальнейшую обработку. Кроме того, использование сырья для их производства может быть оптимизировано за счет уменьшения толщины пленки.

Для гигиенических продуктов и кровельных подкладок используются «дышащие» пленки. Активность их «дыхательной» способности реализуется путем растягивания пленки с минеральными наполнителями. Во время процесса растягивания полимерная матрица отделяется от частиц наполнителя, создавая тонкую сеть микропор. Эти микропоры позволяют газам проходить сквозь пленку, но при этом все еще обеспечивают непроницаемость для жидкостей.



Рис. 5. MDO-блок с системой управления

Таблица.
Технические данные MDO-технологии

Исполнение	в линию с экструдером или автономно
Рабочая ширина	до 3600 мм
Количество температурных валов	до 14
Количество зазоров	1 или 2
Шкала растягивания	1:12

Выводы

Благодаря моноаксиальному растягиванию пленок с помощью MDO-технологии могут быть изменены их свойства, и, таким образом, пленки оптимально адаптируются к соответствующему применению. Прогресс в машиностроении и технике управления приводит к значительному повышению эффективности процесса, особенно в случае встроенного MDO-устройства (рис. 5). Таким образом, может быть улучшена не только рентабельность уже известных случаев применения MDO-устройств, но и найдены новые области использования этой технологии в будущем. Компания Windmüller & Hölscher KG, Ленгерих, Германия, располагая обширным MDO-портфолио (таблица) и благодаря многолетнему опыту в технологии растягивания выдувных и поливных пленок, готова предоставить компетентную помощь и рекомендации в разработке процесса для любого применения полимерных пленок.