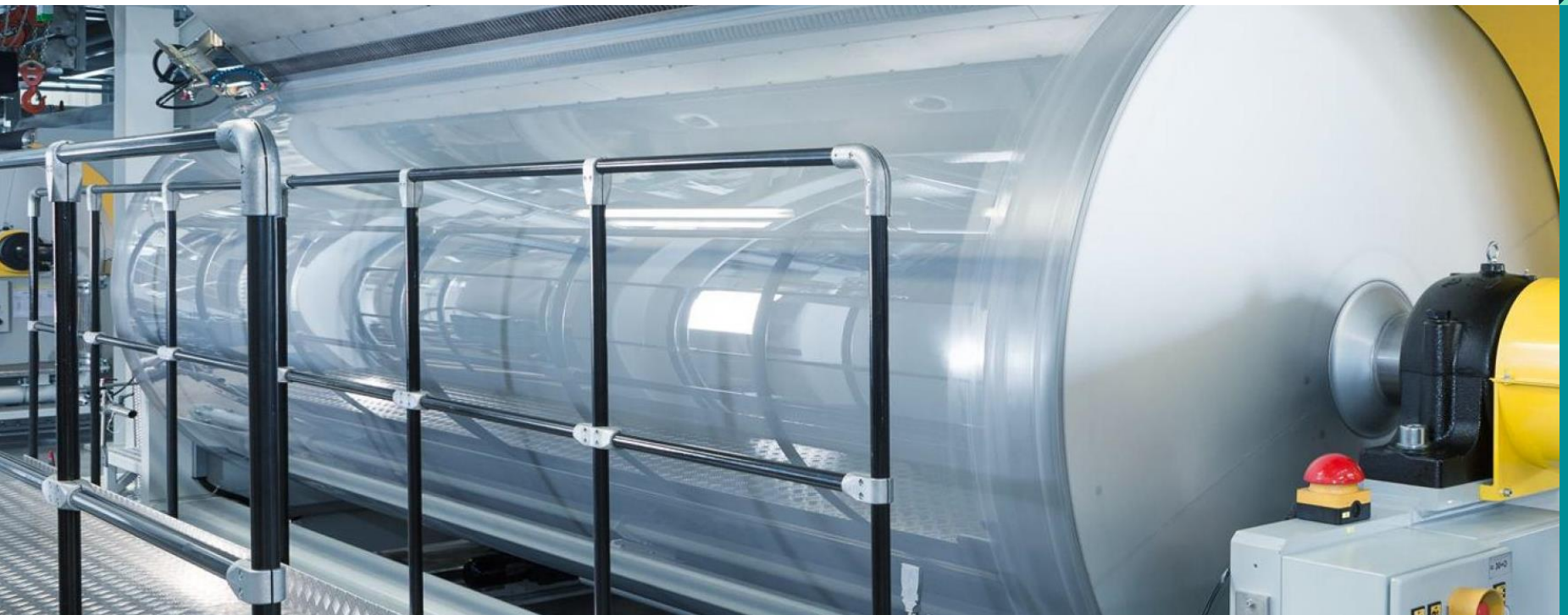
СТРЕТЧ-ПЛЕНКИ – ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ, СВОЙСТВА



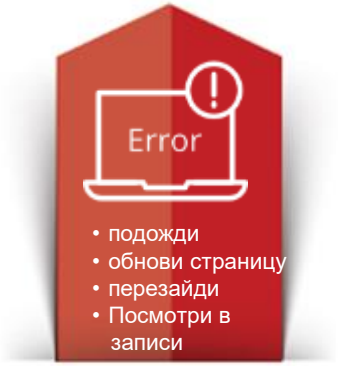
СИБУР

Партнеры для роста

ПРАВИЛА

Следуем времени

Участвуем в опросах



Когда всё «зависло»

Пишем в чате

Выражаем эмоции

Ведущий вернется ☺

Эко-вопрос дня

Для уменьшения углеродного следа при отправке грузов автомобильным транспортом необходимо?

1. Использовать **меньше на 10%** стретч-пленки для упаковки груза

2. Использовать **больше на 10%** стретч-пленки для упаковки груза

Что такое стретч-пленка?

Состав

До 100% линейный полиэтилен низкой плотности (LLDPE)

Как работает?

Эффект памяти заставляет стретч стремиться вернуться к своему изначальному состоянию, за счет чего пленка плотно прилегает к товару

Тоньше = лучше

Прочность на разрыв растянутой стретч-пленки существенно выше.

Классификация стретч-пленки по применению

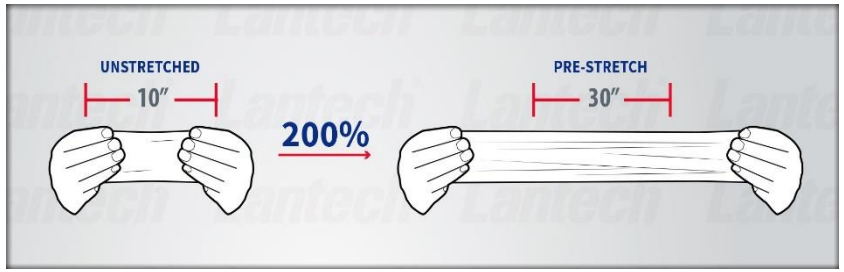
	Ручные	Машинные		
		Толщина - 17, 20, 23 мкм		
	Толщина - 15, 17, 20 мкм Престретч - 25-50% Малочувствительны к качеству	**Standard** престретч **150-210%**	**Power** престретч **220-300%**	**Super Power** престретч **>300%**
Оборудование	Диспенсер	Полуавтоматический паллетайзер	Автоматический паллетайзер	Высокоскоростной паллетайзер
Доля рынка	Европа – 45% всех стретч-пленок Америка – 60% Азия – 65% Африка – 70%	Европа – 55% всех стретч-пленок Америка – 40% Азия – 35% Африка – 30%		Ограниченное применение
Сырье	LLC4 – до 95% (LL30200FE или LL20200FE) Часто используют вторичное сырье (до 50%)	LLC4 – до 95% (LL30200FE или LL20200FE) Часто используют вторичное сырье (до 25%)	LLC6/8 и mLL - до 60-70%	LLC6/8 и mLL grades – до 95% Вторичное сырье не используется
Заказчики	Ритейлеры (дистрибуционные центры) Аэропорты Домашнее использование	Ритейлеры (дистрибуционные центры) Аэропорты Домашнее использование	FMCG Производители стройматериалов	

Пре-стретч – ключевой показатель стретч-пленки

Формула расчета **пре-стретча**:

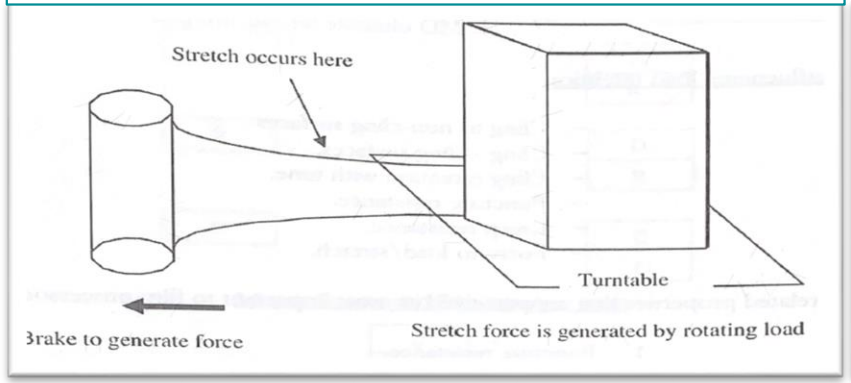
$$\%_{pre-stretch} = \frac{L_2 - L_1}{L_1}$$

Где L_2 – расстояние после растяжения, L_1 – расстояние перед растяжением.

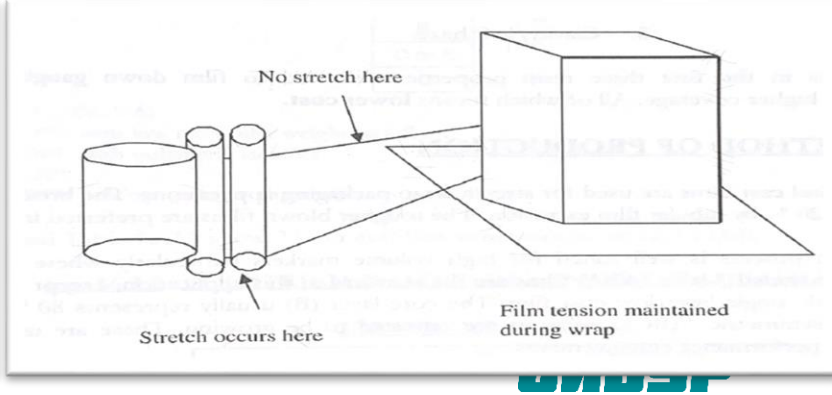


Тип пленки	Пре-стретч	Применение
Ручные (пленки с низким пре-стретчем)	**До 150%**	Ручная упаковка
Машинные-стандарт (пленки с нормальным пре-стретчем)	**150-210%**	Стандартный паллетайзер (полуавтоматический) без программируемого уровня престретча
Пленки с высоким пре-стретчем	**220-300%**	Высокопроизводительный программируемый паллетайзер
Пленки с ультра высоким пре-стретчем	**300+ %**	Высокопроизводительный программируемый паллетайзер

Паллетайзеры старого образца – без узла пре-стретча



Паллетайзеры нового образца – с узлом пре-стретча (опционально с возможностью варьирования % пре-стретч)



Сырье для производства стретч-пленок

Характеристики марок LLDPE для производства стретч-пленок

СВОЙСТВА	PE 5118QM	F2230	LL30200 FE	F2030M
Производитель	НКНХ	КОС	ЗСНХ	КОС
Технология	Spherilene (LyondellBasell)	Unipol (Univation)	Innovene G (INEOS)	Unipol (Univation)
Катализатор	Циглера – Натта	Циглера - Натта	Циглера - Натта	Металлоценовый
Сомономер	С4-С6	С4	С4	С6
Наличие добавок	Процессинг	Процессинг	Базовая рецептура	Процессинг
ПТР, г/10 мин	2,9	3,0	3,0	3,0
Плотность, г/см3	0,920	0,920	0,920	0,920
Температура плавления, °С	124	125	124	120
Температура размягчения по Вика при нагрузке 10Н, °С	97	97	96	103

Увеличение использования mLLDPE в стретч-пленках – тренд десятилетия

mLLDPE =

- Ударная прочность
- Стойкость к проколу
- Прочность на раздир
- Максимальный пре-стретч
- Оптические характеристики
- Улучшение адгезионных свойств

+

Толщина пленки для достижения заданных свойств

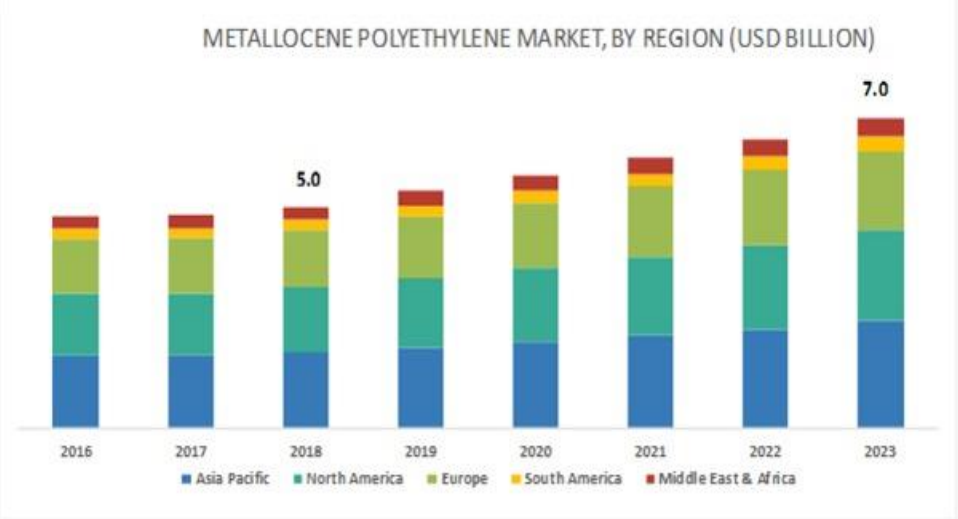
Факторы, влияющие на обрывы при паллетировании груза:

1. Разнотолщинность пленки
2. Трещины/разрывы на пленочном полотне
3. Гели и прочие дефекты
4. Прочность на разрыв в TD
5. Предельное удлинение в MD
6. Предельная прочность в MD

Факторы, влияющие на способность удерживать упакованный груз пленкой:

1. Липкость пленки к упаковываемым поверхностям
2. Липкость пленки к пленке
3. Снижение липкости пленки со временем
4. Стойкость к проколу
5. Сопротивление ползучести
6. Остаточное напряжение

Проблемы, решаемые использованием **mLLDPE** марок



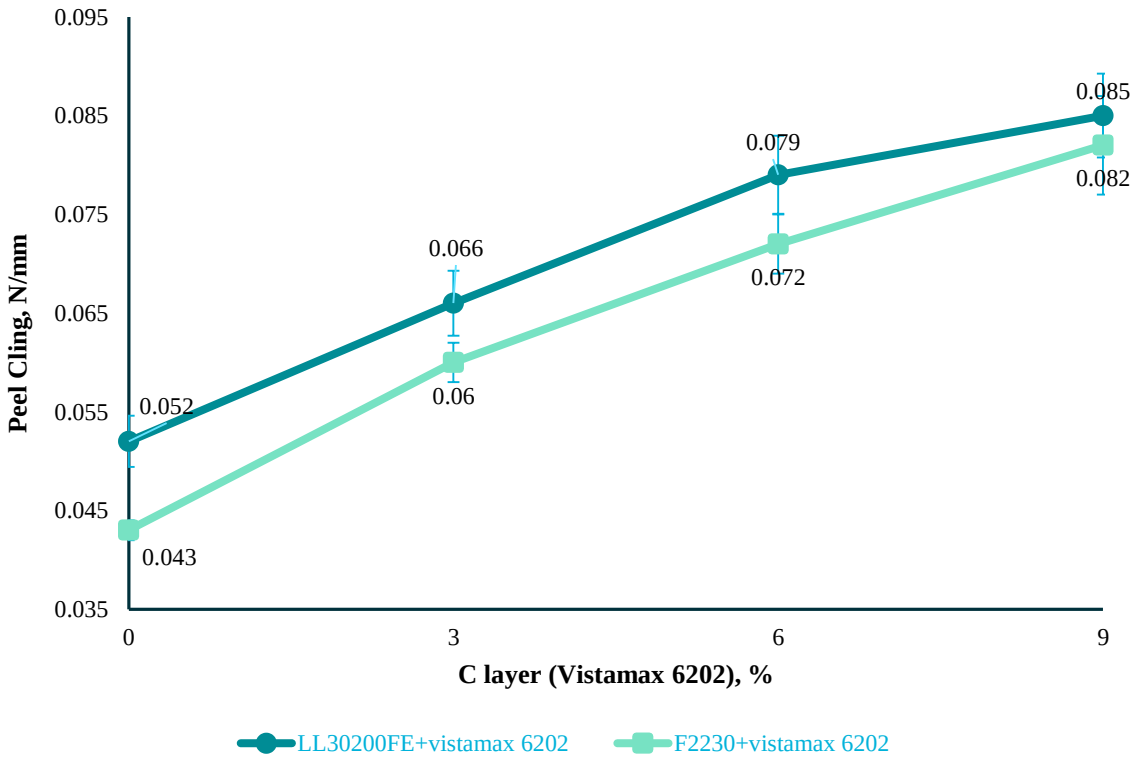
Cling Agent для стретч-пленок

Самоадгезия пленки (Cling effect) – необходимое свойство стретч-пленки, которое позволяет реализовывать плотное прилигание слоев пленки между собой для реализации целостности упакованных грузов в процессе транспортировки.

Увеличение Cling effect

- POE/POP (vistamax/cohere)
- PIB
- mLLDPE

Зависимость самоадгезии от концентрации cling agent



Типовые рецептуры стретч-пленок

2х слойные пленки AB

Слой	% слоя	Состав
A	15	LLDPE (C4)+3%cling agent
B	85	LLDPE (C4)+ кромка

Наиболее часто данную структуру имеют пленки ручного типа с низкими требования по пре-стретчу

3х слойные пленки ABA / ABC

Слой	% слоя	Состав
A	15-20	LLDPE (C4/C6)+3%cling agent
B	60-70	LLDPE (C4/C6)+ кромка
A	15-20	LLDPE (C4/C6)+3%cling agent

Слой	% слоя	Состав
A	15-20	LLDPE (C4/C6) + mLLDPE (C6)
B	60-70	LLDPE (C4/C6) + mLLDPE (C6)+ кромка
C	15-20	LLDPE (C4/C6) + mLLDPE (C6)+3%cling agent

3-х слойные стретч-пленки производят как для ручного применения, так и машинного типа вплоть до подтипа Power за счет использования гексеновых марок LLDPE и марок mLLDPE

5ти слойные пленки ABCDE

Слой	% слоя	Состав
A	10	LLDPE (C4/C6/C8) + mLLDPE (C6/C8)
B	15-20	LLDPE (C4/C6/C8) + mLLDPE (C6/C8)
C	40-50	LLDPE (C6/C8) + mLLDPE (C6/C8)+ кромка
D	15-20	LLDPE (C4/C6/C8) + mLLDPE (C6/C8)
E	10	LLDPE (C4/C6/C8) + mLLDPE (C6/C8)+3%cling agent

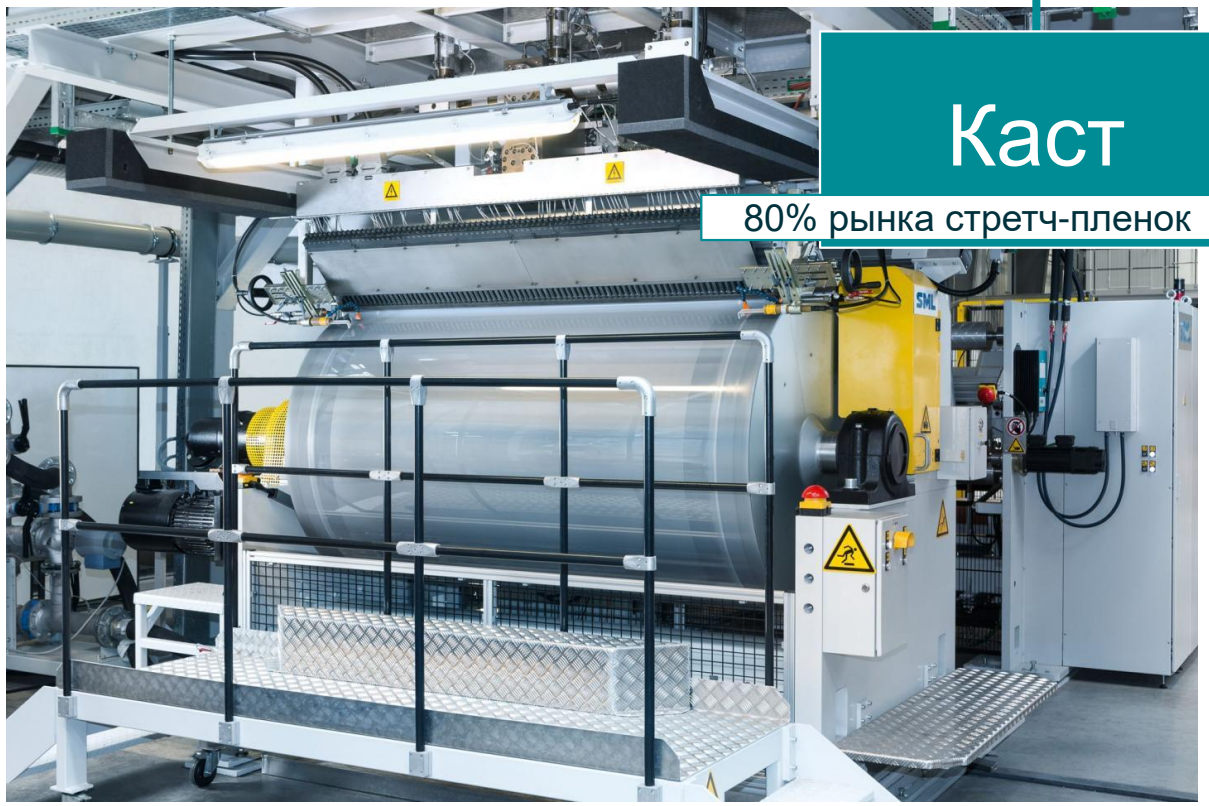
5-ти слойные стретч-пленки производят зачастую для машинного применения подтипа Power – SuperPower за счет комбинации mLLDPE-LLDPE с сомономерами гексена и октена

Технологии производства стретч-пленок

Стретч-пленка

Каст

80% рынка стретч-пленок



Выдув

20% рынка стретч-пленок

Резка рукава на полотно с последующей намоткой

Резка рукава на полотно ***с предварительным растяжением*** и последующей намоткой

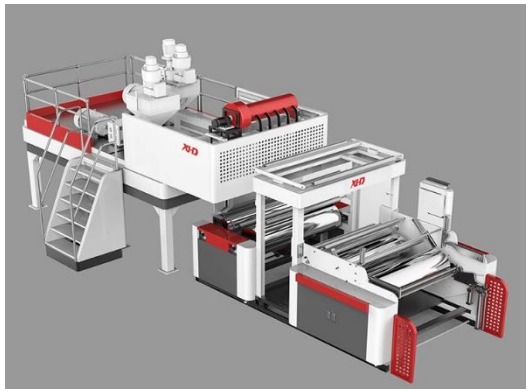
Преимущества каст стретч против выдувного стретч

Стретч-пленка

Каст	Выдув
• Лучшая оптика • Высокий блеск • Ниже модуль упругости • Выше прочность на раздир • Лучшая разнотолщинность	• Более мутная • Меньший блеск • Выше модуль упругости • Лучшая прочность на прокол

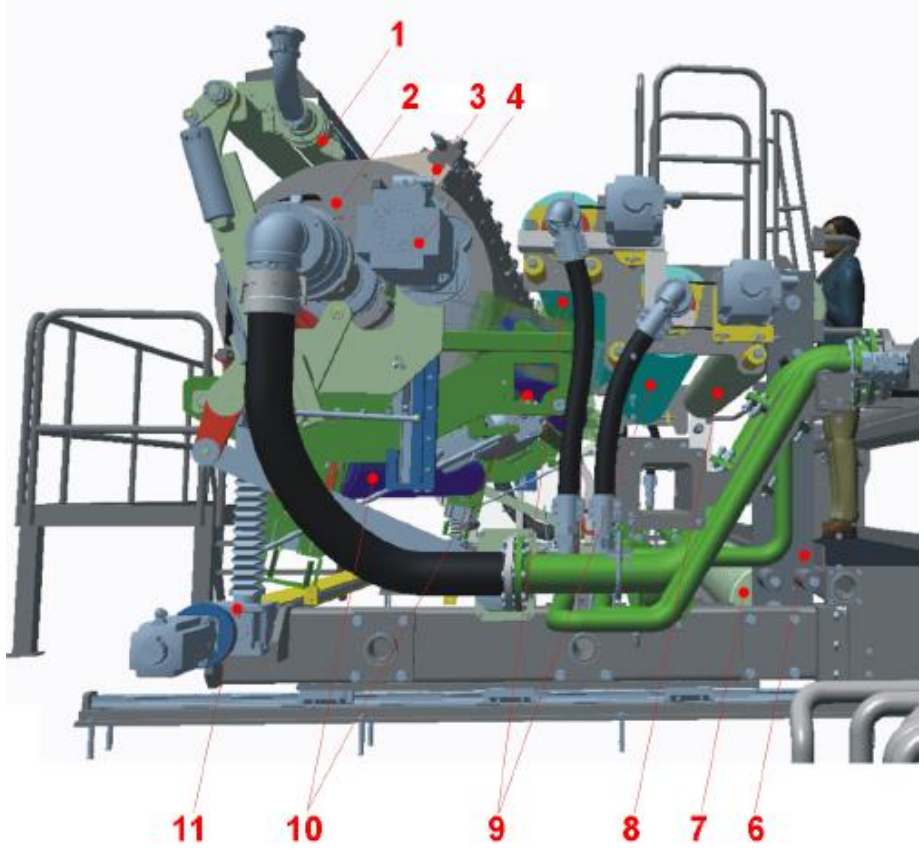
Производство каст стретч-пленок

Типовое устройство каст линии

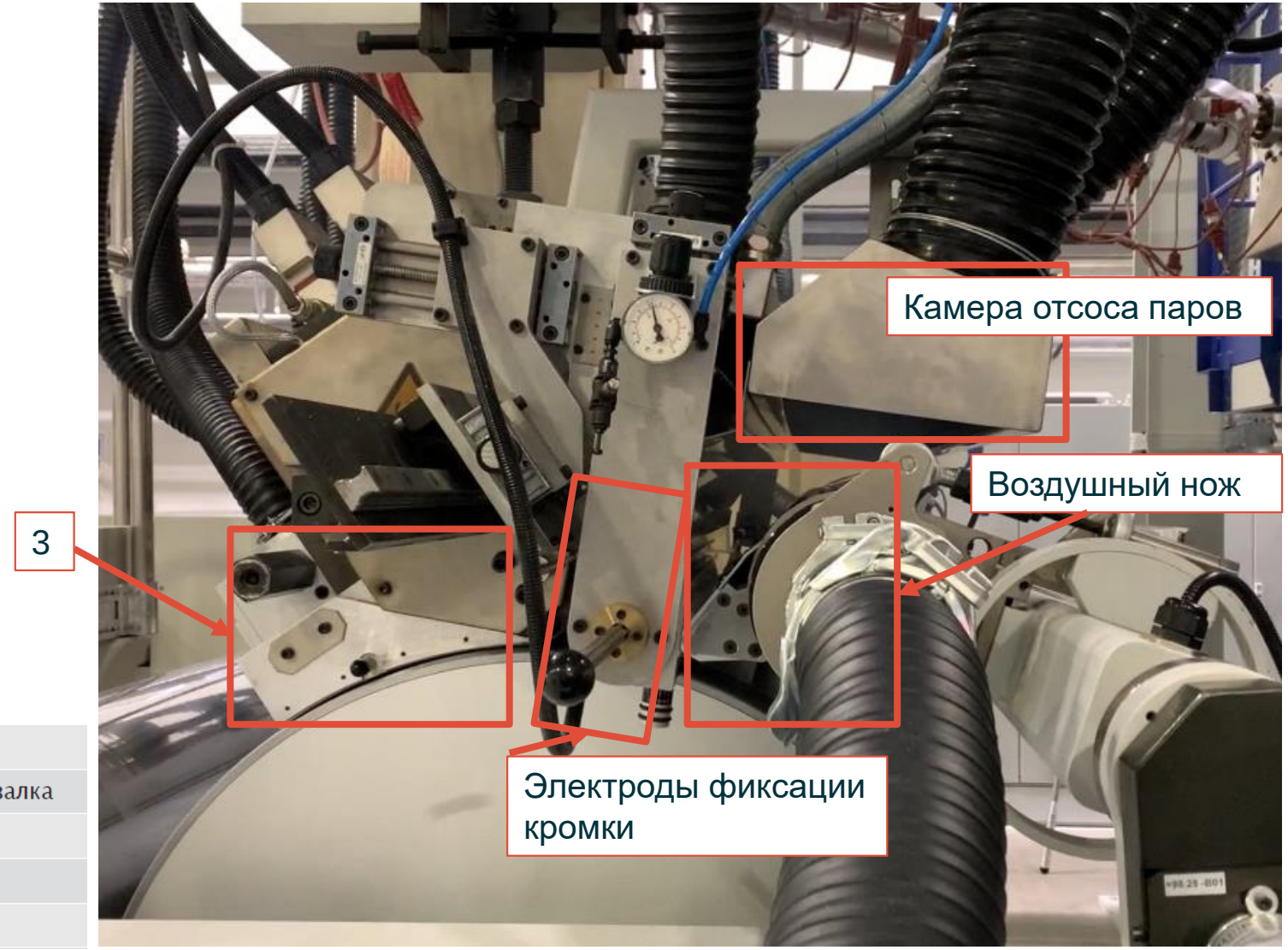


Производство каст стретч-пленок

Устройство узла полива расплава на барабан



1	Воздушно-щелевая фильера	2	Поливной валок
3	Вакуум-камера	4	Привод поливного валка
5	Обводной валок (заслонен)	6	Станина станка
7	Обводной валок	8	Обводной валок
9	Термостатирующие валки	10	Очистные валки



Стандартные режимы изготовления стретч-пленки в ПолиЛаб

Каст-линия по производству пленок MIDEX 5-60/120/60-2000 (Reifenhäuser)

- Производительность до 600 кг/ч (LLDPE)
- Рабочая ширина пленок: 1500 - 1600 мм
- Толщина пленок: 17 – 100 мкм (PE)
- Количество экструдеров: 3 шт, Evolution 70-120-70, L/D = 30
- Количество экструдеров: 3 шт
- Структура слоев пленки: A/B/B/B/C или A/B/C
- Автоматическая система управления толщиной пленки.

Температурный профиль:

Экструдер A и C: 150-220-260-270-270-270-270-270-270-270-270 °C

Экструдер B: 130-180-230-250-260-260-260-260-260-260-260 °C

Фильера: 270 °C

Температура охлаждающего вала: 20 °C

Скорость: 275 м/мин

Производительность: 575 кг/ч

Толщина: 20 мкм

Зазор фильеры: 600 мкм

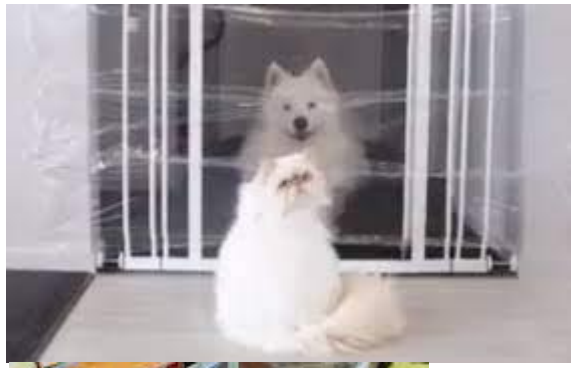
Структура пленки: A / B / C = 4 / 12 / 4 мкм

Ширина фильеры: 1900 мм

Ширина пленки: 1500 мм

Испытания бывают разными

Натурные



Лабораторные

?

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ СТРЕТЧ-ПЛЕНОК

01
Стойкость к проколу

02
Свойства при растяжении

03
Ударная прочность

04
Сопротивление раздиру

05
Самоадгезия

06
Упругое восстановление

Определение стойкости к проколу

Параметр важен при упаковке грузов с острыми краями или грузов нестандартной формы, а также для транспортировки

Сущность метода

Применяется индентор, покрытый слоем тефлона для сведения к минимуму трения. В течение процесса деформации пленка сначала значительно растягивается, затем индентор рвет ее. Таким образом, помимо усилия прокола характеризуется также деформационное поведение пленки.

Проведение испытания

Образец пленки закрепляется в специальном держателе разрывной машины, затем прокалывают пленку специальным щупом с постоянной скоростью.

Индентор грушевидной формы диаметром 19 мм.

Скорость испытания – 250 мм/мин. Испытанию подвергают не менее 5 образцов каждой серии.

Специальная конструкция

Позволяет определить не только нагрузку, но и удлинение при проколе

Определяемые параметры

Нагрузка, Н

Удлинение, мм

Применение

Контроль качества и паспортизация продукции

Контроль стабильности процесса производства

Оптимизация технологических процессов

Исследовательские работы

Определение свойств при растяжении

Сущность метода

Образец для испытания растягивают вдоль его главной продольной оси с постоянной скоростью.

Проведение испытания

Испытуемый образец зажимают с помощью специальных захватов, растягивают с постоянной скоростью, предусмотренной в НТД на материал, и регистрируют необходимые параметры.

Определяемые параметры

1. Предел текучести при растяжении, МПа
2. Прочность при разрыве, МПа
3. Относительное удлинение при пределе текучести, %
4. Относительное удлинение при разрыве, %
5. Модуль упругости при растяжении, МПа

Применение

Контроль качества продукции

Паспортизация продукции

Исследовательские работы

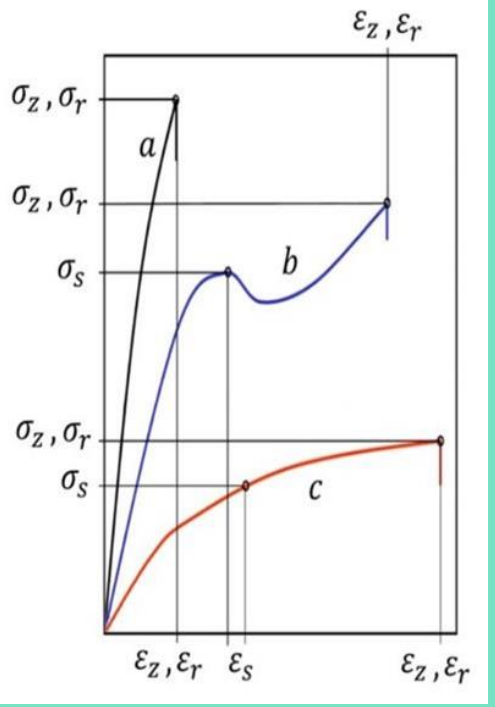


Диаграмма растяжения:

a – материал без предела текучести (ориентированные пленки, например, БОПП)

b – материал с пределом текучести (пленки из ПЭНП)

c – материал с условным пределом текучести (стретч-пленки)

Ключевые различия стандартов на растяжение пленок

ПОКАЗАТЕЛЬ	ГОСТ 14236	ISO 527-3	ASTM D 882
▪ Модуль упругости	▪ Не определяется	▪ Не определяется	▪ Не определяется
▪ Размеры и форма образца	▪ Полоски шириной 10-25 мм ▪ Лопатки тип 1, 2 по ГОСТ 11262	▪ Полоски шириной 10-25 мм ▪ Лопатки тип 1, 2 по ISO 527-1	▪ Полоски шириной 5-25 мм
▪ Скорость испытания	▪ 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500 мм/мин	▪ 5; 50; 100; 200; 300; 500 мм/мин	▪ 12,5; 25; 50; 500 мм/мин
▪ Измерения деформации	▪ Измерители удлинения или ▪ Изменение расстояния между зажимами	▪ Измерители удлинения	▪ Измерители удлинения или ▪ Изменение расстояния между зажимами

Ударная прочность методом свободнопадающего бойка

Испытуемые образцы должны быть достаточно большими, чтобы выступать за пределы колец зажима для образцов по всей окружности

Разрушением считают любой разрыв образца, который можно легко определить на ощупь или визуально при подсветке образца

Сущность метода

Метод используют для определения массы груза, при падении которого разрушаются 50% образцов

Проведение испытания

Проводят равномерное изменение массы падающего груза, которую уменьшают или увеличивают на одинаковую величину после испытаний каждого образца в зависимости от результата (разрушился образец или не разрушился), наблюдаемого для данного образца. Заполняется таблица и вычисляется средняя масса падающего груза при 50% разрушенных образцов

Определяемые параметры

Разрушающая масса при ударе, г

Применение

Контроль качества и паспортизация продукции

Контроль стабильности процесса производства

Оптимизация технологических процессов

Исследовательские работы

Weight	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
550																				
520													X							
490												O		X						
460							X		X		O				X					
430				X		O		O		O						X				
400	X		O		O												X			
370		O																X		O
340																			O	
310																				
295																				

Определение сопротивления раздиру

Метод Эльмендорфа

Сущность метода

Сопротивление раздиру по методу Эльмендорфа разработано для измерения прочности на разрыв образцов. Измерение основано на теории преобразования потенциальной энергии в кинетическую.

Работа, совершаемая при раздирании испытуемого образца, измеряется потерей потенциальной энергии маятника.

Определяемые параметры

Сила F, Н, затраченная на разрыв образца

«Брючный метод»

Сущность метода

«Брючный» метод заключается в растяжении испытуемого образца с концентратором напряжения с постоянной скоростью.

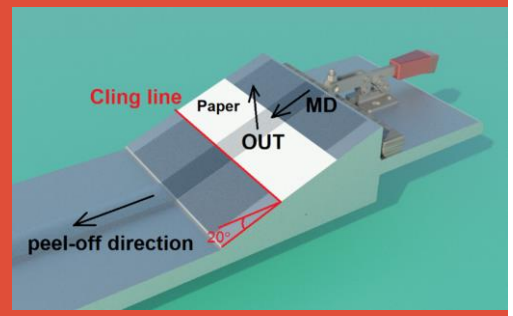
Определяют на пленках с более низкими значениями сопротивления раздиру.

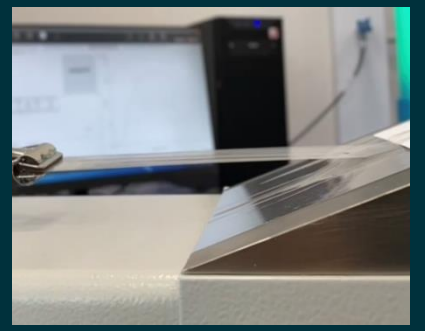
Определение самоадгезии

Баланс самоадгезии и силы натяжения должен быть таким, чтобы свободный конец полотна надежно крепился на предыдущем слое, чтобы материал не сжимался и не разматывался

Специальная конструкция

Позволяет определить не только нагрузку, но и удлинение при проколе





Сущность метода

Метод позволяет определить способность стретч-плёнки прилипать к предыдущему слою

Определяемые параметры

Уровень самоадгезии, Н/мм

Проведение испытания

Образец стретч-пленки закрепляют внешней стороной вверх и закрепляют зажимами. Сверху прикладывают полоску пленки шириной 1 дюйм внешней стороной вверх, прикатывают специальным валиком. Закрепляют свободный конец образца в зажим, начинают его отслаивание с постоянной скоростью.

Фиксируют значение нагрузки в момент отрыва верхней полоски пленки, соответствующей значению угла 20° (cling line).

Применение

Контроль качества и паспортизация продукции

Контроль стабильности процесса производства

Оптимизация технологических процессов

Исследовательские работы

Определение свойств при упругом восстановлении

Сущность метода

Данный показатель позволяет плёнке восстановить прежнюю форму после растягивания, что позволяет использовать её повторно и наматывать максимально плотно при сбое в обмотке.

Проведение испытания

Методика заключается в растяжении образца до 200%, удерживании его в течение 180 секунд, возвращении в исходное состояние и повтором растяжении через 180 секунд до 200 % растяжения. Из полученного графика с петлей гистерезиса рассчитывают упругое восстановление.

Определяемые параметры

Упругое восстановление, %

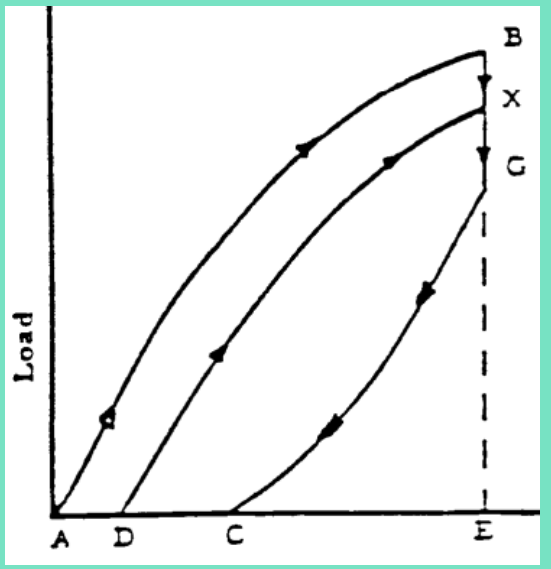
Остаточное напряжение, %

Применение

Контроль качества продукции

Паспортизация продукции

Исследовательские работы



Упругое восстановление – это способность пленки сжиматься после снятия растягивающего усилия. Данное свойство определяет качество удержания груза пленкой. Упругое восстановление измеряется в процентах от первоначальной длины и характеризует степень сжатия растянутого образца.

Эко-вопрос дня
Отвечаем

Для уменьшения углеродного следа при отправке грузов автомобильным транспортом необходимо?

1. Использование **меньше на 10%** стретч-пленки для упаковки груза

2. Использование **больше на 10%** стретч-пленки для упаковки груза

Уменьшение стретч-пленки на 10% увеличивает вероятность порчи транспортируемых грузов, следовательно потребуется дополнительная повторная логистика, что даст в 3000 раз больший углеродный ущерб экологии, чем использование +10% стретч-пленки.

Спасибо за внимание!

Ждем Вас на страницах официальных аккаунтов СИБУР ПолиЛаб!

+7 (495) 280 72 84 **E-mail: polylab@sibur.ru**

Электронный журнал СИБУР Клиентам

www.sibur.ru

Телеграм

siburpolylab

Вконтакте

Сибур Полилаб

Бизнес-практики СИБУРа

https://businesspractices.ru

Контактная информация

Петр Кривошеин

+7 991 707 72 85

krivosheinpk@sibur.ru

Павел Сингин

+7 902 319 36 99

singinpav@sibur.ru

Ромеро Бланко Хосе

+7 982 961 35 85

romeroblankokho@sibur.ru

Татьяна Зиядова

+7 (495) 280 72 84, 1210

ZiyadovaTaM@sibur.ru