

# Ленточные покрытия



**В чем заключаются различия  
между технологиями  
производства,  
и какое влияние они оказывают  
на характеристики материалов?**

Pipeline Industries Guild Webinar  
08/04/2020



# Оглавление

---

1. Введение
2. Ламинирование в сравнении с коэкструзией
3. 3-слойные ленты в сравнении с 2-слойными
4. 3-слойные ленты: коэкструзия и асимметричность
5. Сравнение характеристик материалов
6. Как проверить, является ли лента коэкструдированной или ламинированной
7. Долгосрочный опыт применения 3-слойных лент
8. Выводы



# 1. Введение

---

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

# Введение

Ленты различаются в зависимости от следующих аспектов:

- Технология производства (ламинирование или коэкструзия)
- Материал (напр., ПВХ-битум или ПЭ-бутилкаучук)
- Структура (2-слойные или 3-слойные)
- Строение (симметричное или асимметричное)

➤ **Лента ≠ Лента**

# Введение

---

Зададим вопрос:

- *Влияют ли структура ленточного покрытия и **технология его производства** на **качество и характеристики материала**?*
- *Каково влияние структуры ленты и технологии ее производства на **долгосрочное поведение** ленточного покрытия?*



## 2. Латинирование в сравнении с коэкструзией

---

denso-group.com

denso-group.com

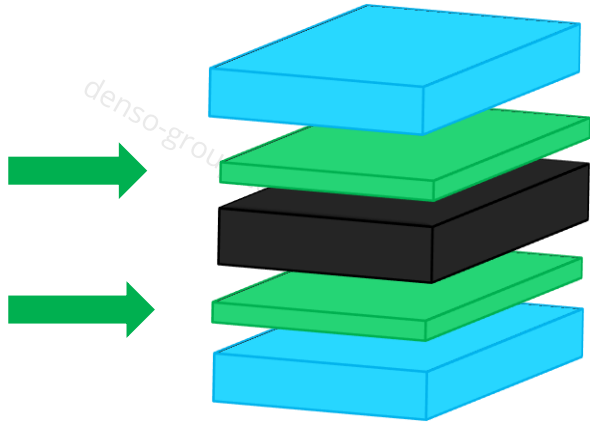
denso-group.com

denso-group.com

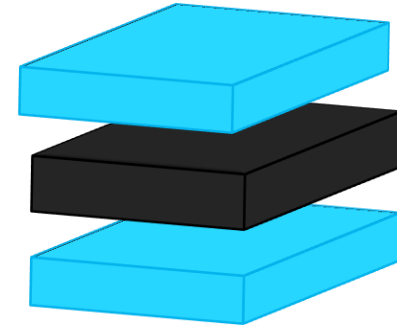
denso-group.com

denso-group.com

# Цель: соединить различные материалы



С помощью адгезива (клея)



Для лент: без помощи адгезива (клея):

- Ламинирование
- Коэкструзия

# Ламинирование

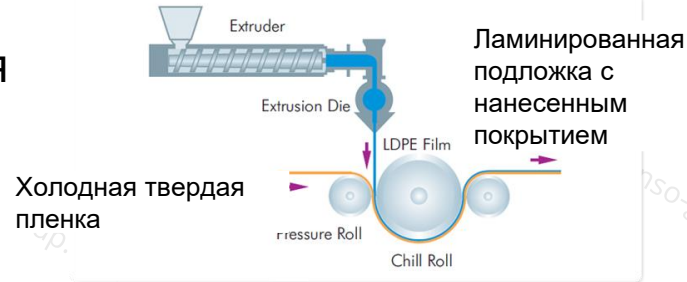
- Существуют 3 типичные технологии ламинирования.
- Всем технологиям ламинирования присуще следующее:

По меньшей мере **один слой** должен **остыть** и только потом покрывается другим слоем.

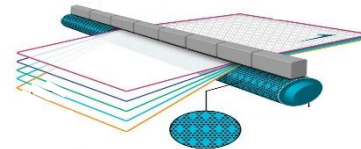


# 3 типичные технологии ламинирования

1. Экструдирование второго слоя на первую холодную твердую пленку



2. Нагрев и спрессовка холодных твердых пленок

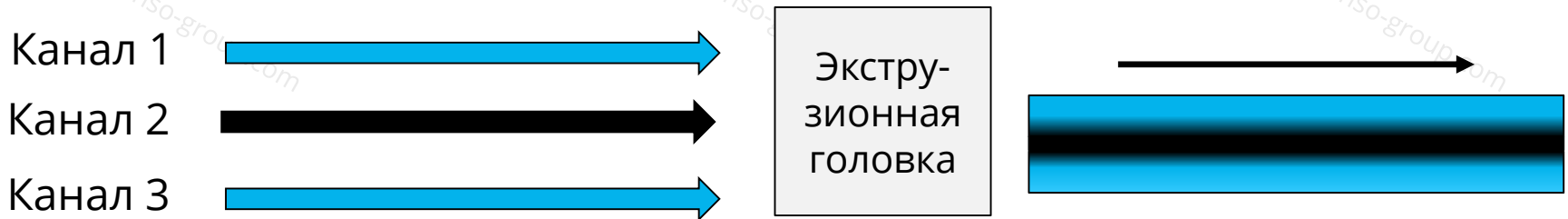


3. Нанесение жидкого покрытия на холодную твердую пленку



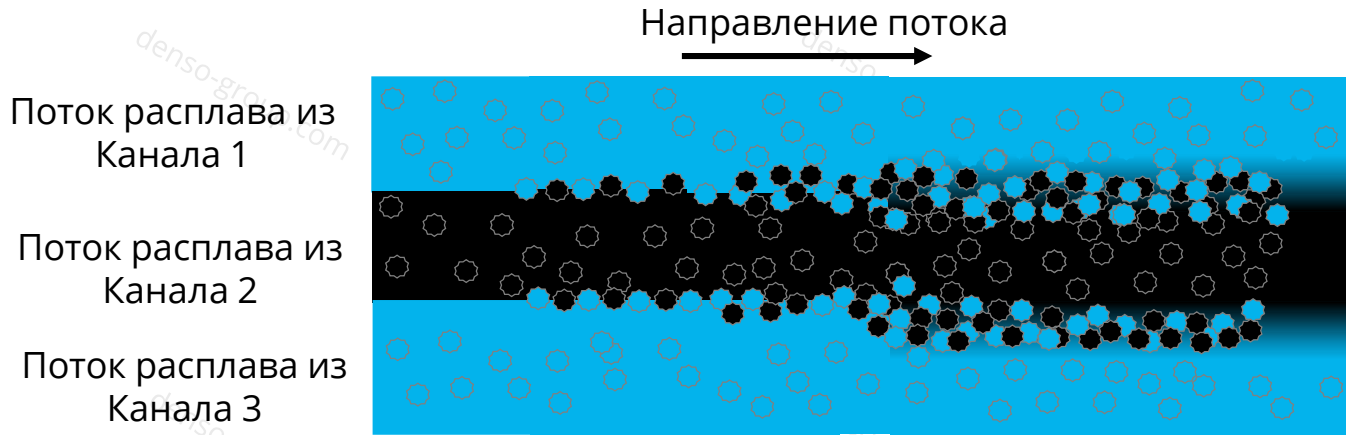
# Принцип настоящей коэкструзии

- Коэкструзия предполагает наличие более одного **потока расплава** полимера.
- Каждый поток расплава производится **своим собственным экструдером**.
- Процесс настоящей коэкструзии: потоки расплава текут в различные каналы и **через 3 различных входа соединяются в экструзионной головке**.
- Различные расплавленные полимеры выходят единым потоком из **экструзионной головки**.

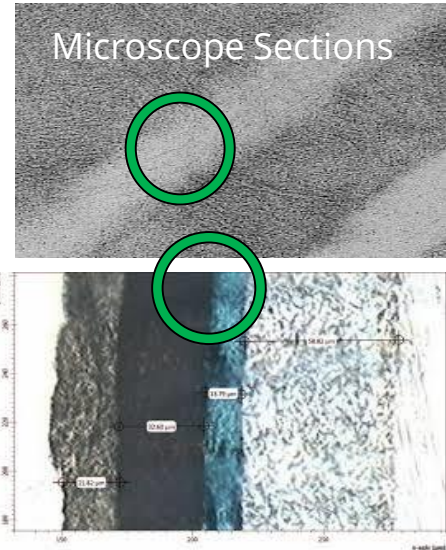


# Принцип настоящей коэкструзии

- Внутри экструзионного сопла: макромолекулы расплавленных полимеров перетекают друг в друга и **перемешиваются** в пограничных зонах.



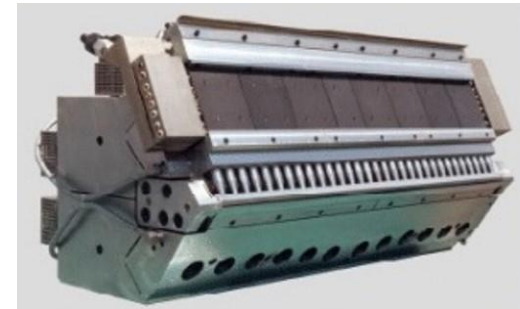
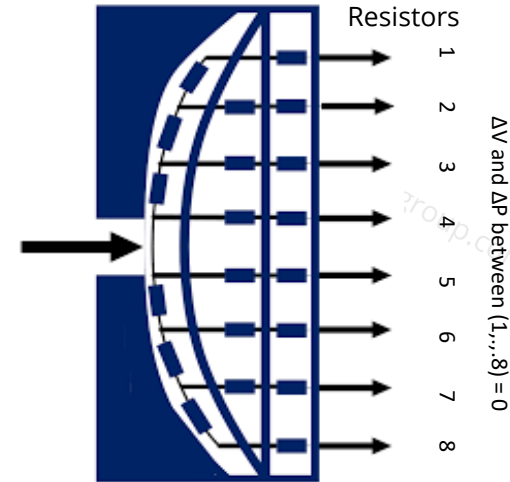
Во время движения потоки расплава перетекают друг в друга



- Коэкструзия сравнима со сваркой и дает очень сильную связь/слияние между слоями.

# Принцип настоящей коэкструзии

- Коэкструзия требует экспертных знаний и очень большого опыта.
- Технология процесса + свойства расплава + рецептуры должны соответствовать друг другу.
- Каждый расплав должен течь **с одинаковой скоростью** по всей ширине головки, чтобы обеспечить **стабильное и правильное распределение толщины**.
- В настоящей коэкструзионной головке имеется свой собственный канал и отдельный **многоручьевой распределитель** для каждого компонента. Это обеспечивает **равномерное снижение давления** на каждом пути потока.



# Свойства коэкструдированных лент

- Превосходная **адгезия между слоями**.
- Превосходная **прочность на сдвиг**.
- Высокие показатели **относительного удлинения при разрыве**.



Слой никогда не отделяется и не отслаивается друг от друга!



Слой не двигаются друг на друга!



Плохие показатели относительного удлинения при разрыве являются признаком низкого качества материала или неконтролируемого процесса коэкструзии!

➤ **Настоящие Коэкструдированные Ленты = Ленты Высокого Качества**



# 3. 3-слойные ленты в сравнении с 2- слойными лентами

---

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

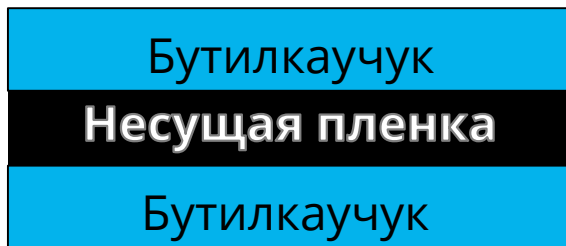
denso-group.com

denso-group.com

# Сравнение материалов и структуры 3-слойных и 2-слойных лент

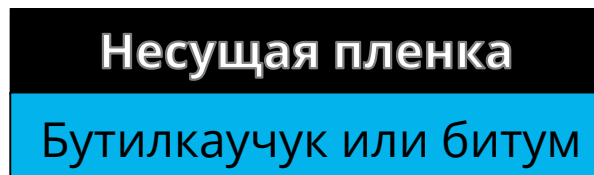


## 3-слойная лента:



- Структура: несущая пленка с адгезивом с **обеих** сторон.
- Адгезив: **исключительно бутилкаучук**.
- Ламинирование или коэкструзия.

## 2-слойная лента:



- Структура: несущая пленка с адгезивом только с **одной** стороны.
- Адгезив: бутилкаучук **или** битум.
  - Бутилкаучук: ламинирование или коэкструзия.
  - Битум: только ламинирование, **коэкструзия невозможна!**

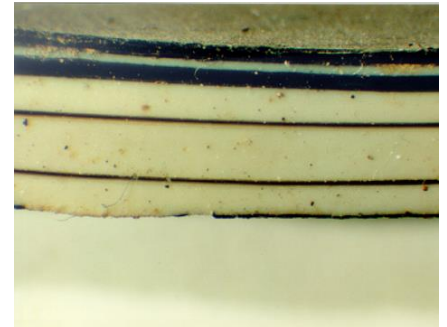
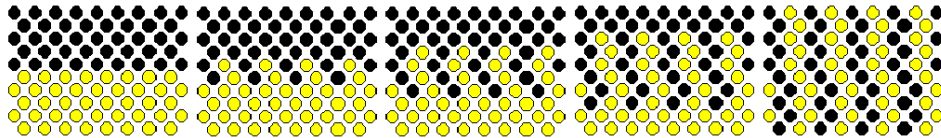
# Свойства бутилкаучука

В определенной степени способность к «текучести»

- Заполняет небольшие неровности и полости в стальной поверхности.

Бутилкаучук **самовулканизируется (сращивается) без необходимости его нагрева** (пламенем).

- Молекулы мигрируют друг в друга, образуя **однородную монолитную структуру**.





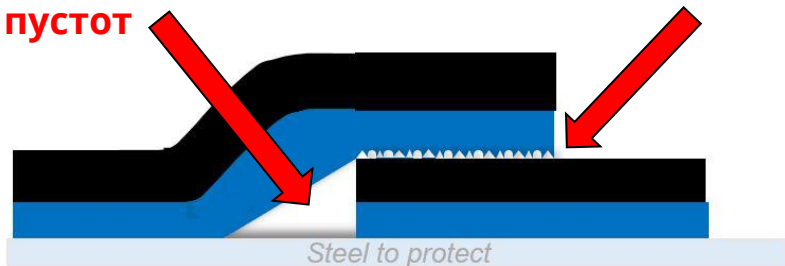
# 2-слойные ленты: надежная антикоррозионная защита?



## 2-слойные ленты после их намотки

**Недостаточная адгезия: опасность возникновения пустот**

**Недостаточная адгезия: путь для влаги и кислорода**



- В области нахлеста между слоями могут образовываться **микрочаналы!**
- Потенциальный **путь** для влаги и кислорода!



**СПИРАЛЬНАЯ КОРРОЗИЯ**

# 2-слойные ленты: риск возникновения спиральной коррозии!

**СПИРАЛЬНАЯ КОРРОЗИЯ** часто обнаруживается на трубопроводах, где в качестве **антикоррозионной ленты** используются **2-слойные ленты**.

**Спиральная  
коррозия**



# 3-слойные ленты: надежная антикоррозионная защита



## 2-слойные ленты после их намотки

- После намотки ленты слои бутилкаучука срастаются между собой.
- Молекулы сцепляются друг с другом:

- Ленты образуют однородное **монолитное шлангообразное** покрытие
- Без переходов, воздушных карманов и микроканалов!
- **ОТСУТСТВИЕ СПИРАЛЬНОЙ КОРРОЗИИ**





# 4. 3-слойные ленты: коэкструдированные и асимметричные

---

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

# 3-слойные ленты - коэкструдированные и асимметричные



## Этап №1: Коэкструзия:

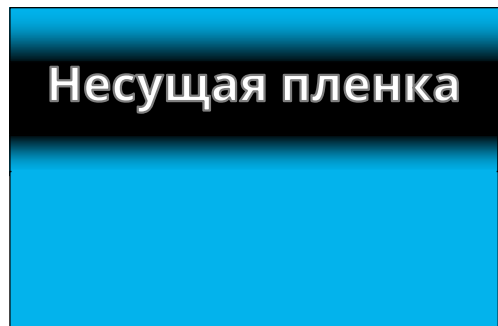


Коэкструзия бутилкаучука с несущей пленкой.



Коэкструзия промежуточного бутилкаучукового слоя с несущей пленкой.

## Этап №2: Добавление бутилкаучука:



Химическое соединение: бутилкаучук +  
бутилкаучук

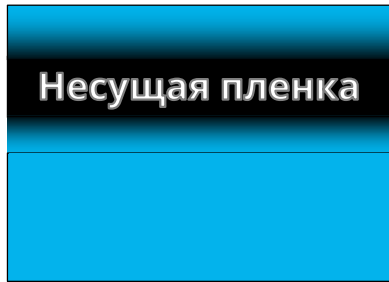


За счет дополнительного слоя бутилкаучука достигается необходимая толщина .

# 3-слойные ленты: коэкструзия в сравнении с ламинированием

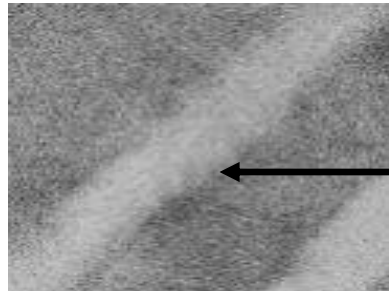


## Коэкструзия:



← Прочное **химическое соединение** между бутылкаучуком и ПЭ!

← **Химическое соединение:** бутылкаучук + бутылкаучук



← Макромолекулярная диффузия между слоями:

**Превосходные свойства материала в долгосрочной перспективе!**

## Ламинирование:



← Только механическое соединение между бутылкаучуком и ПЭ.

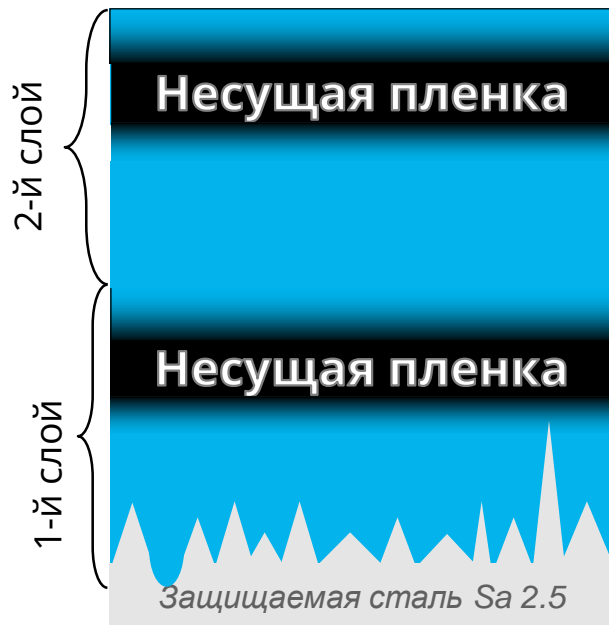


← Не происходит макромолекулярной диффузии между слоями: при старении **долгосрочные свойства** значительно **снижаются**.

# 3-слойные ленты: асимметричные в сравнении с симметричными



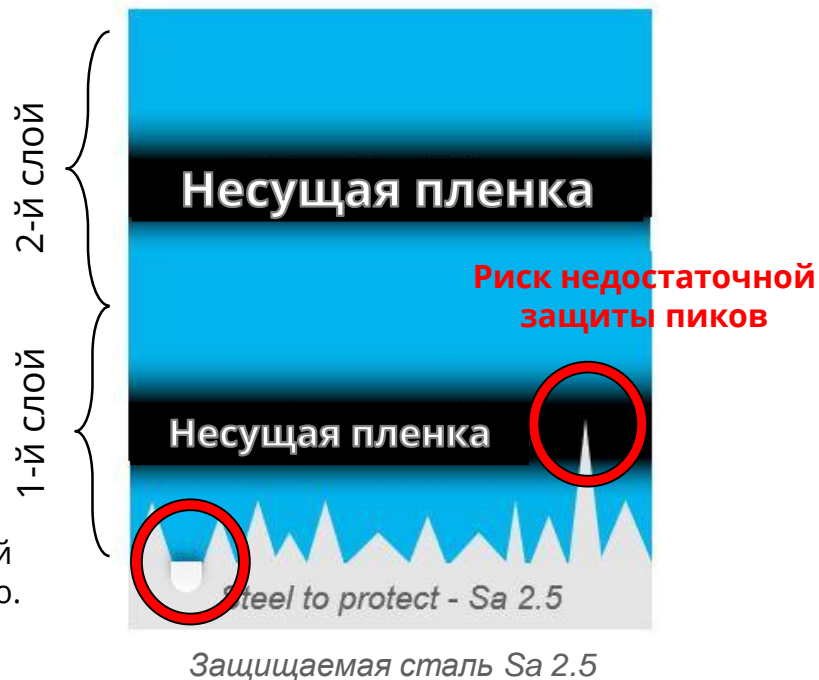
## Асимметричные:



denso-group.com

Примерно в 2 раза больше толщины бутилкаучука в непосредственном контакте с защищаемой стальной поверхностью.

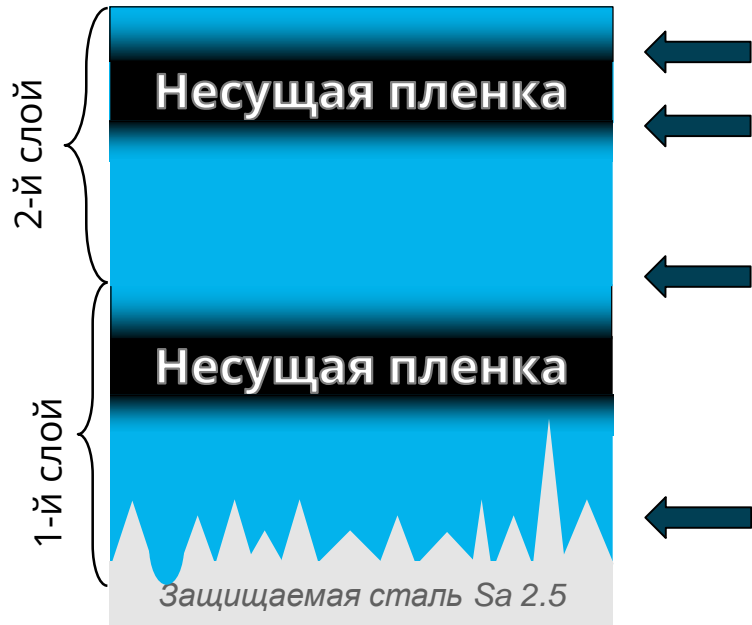
## Симметричные:



Риск недостаточной защиты впадин

denso-group.com

# 3-слойные ленты: коэкструдированные и асимметричные



## Прочное химическое соединение:

- Несущая пленка + бутилкаучук
- Бутилкаучук + бутилкаучук

## Идеальное покрытие стальной поверхности

**Наиболее предпочтительная комбинация**





# 5. Сравнение свойств материалов

---

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

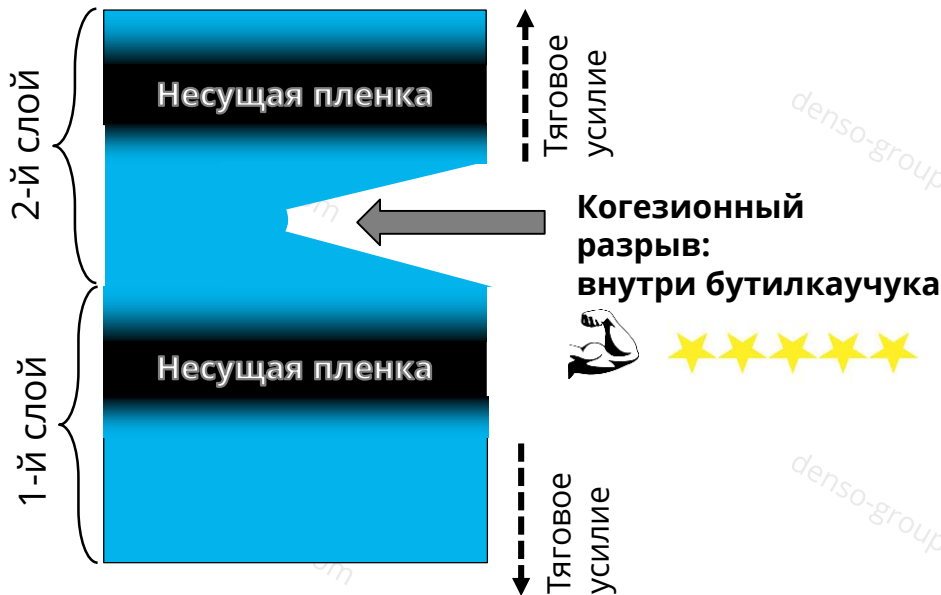
denso-group.com

denso-group.com

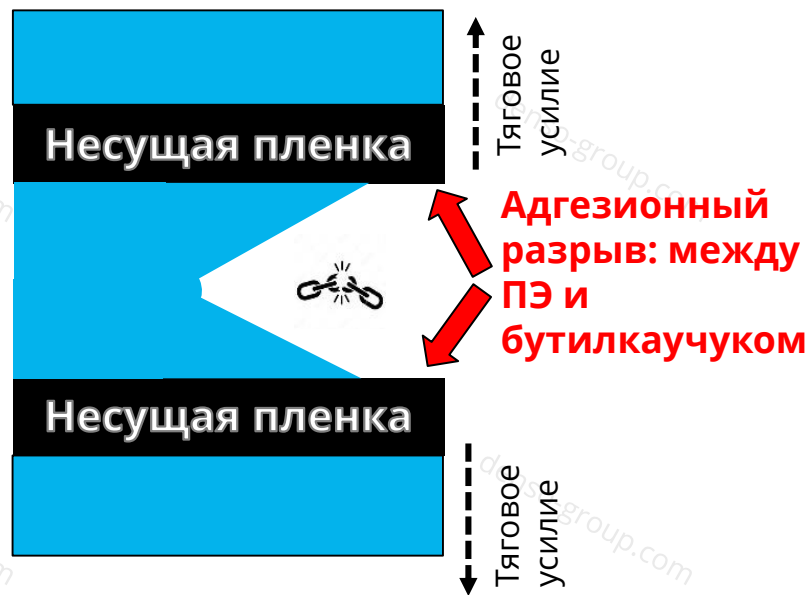
denso-group.com

# 3-слойные ленты: адгезия между слоями

## Коэкструдированные:



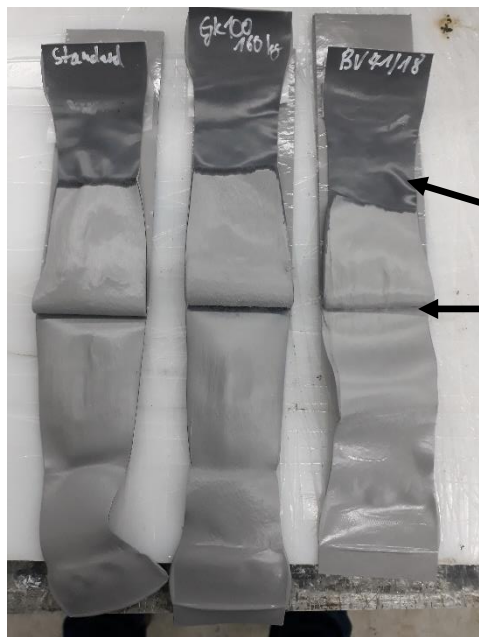
## Ламинированные:



**При использовании ламинированных лент присутствует определенный риск расслоения.**

# 3-слойные ленты: адгезия между слоями

## 3-слойные коэкструдированные ленты, бутилкаучук/ПЭ:



↑ Тяговое усилие

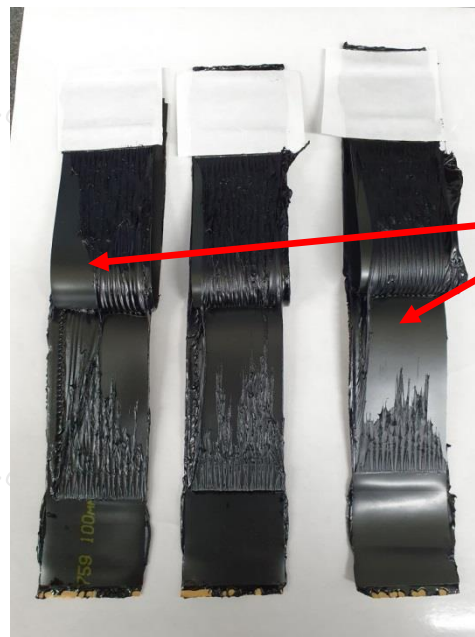
Растяжение ПЭ

Когезионный разрыв: внутри бутилкаучука



↓ Тяговое усилие

## 2-слойные ламинированные ленты, битум/ПВХ:



↑ Тяговое усилие

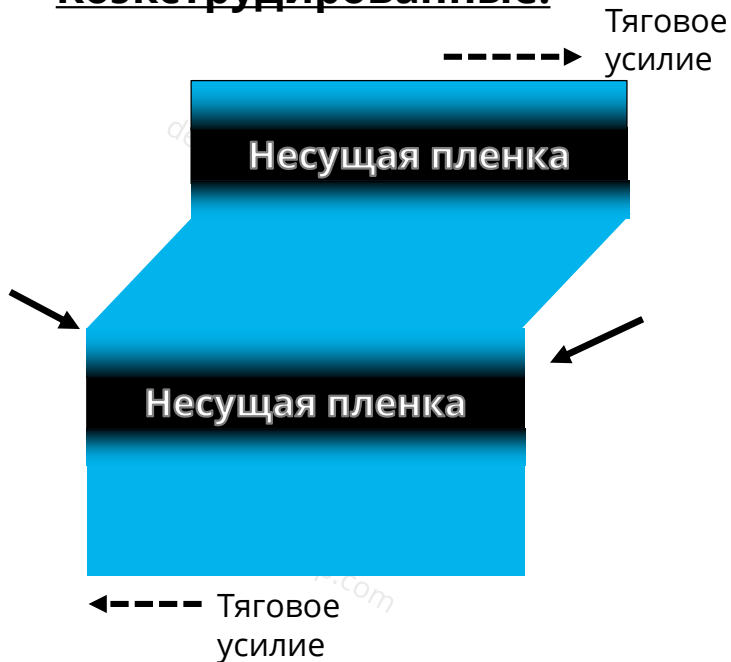
Адгезионный разрыв: между ПВХ и бутилкаучуком



↓ Тяговое усилие

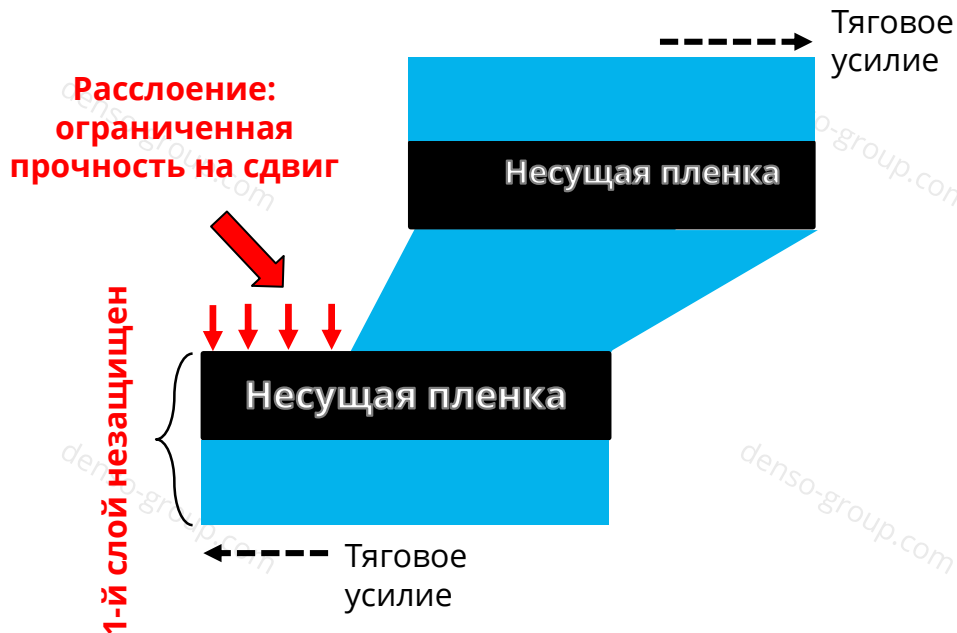
# 3-слойные ленты: прочность на сдвиг

## Кокструдированные:



**Отсутствие расслоения:  
высокая прочность на сдвиг**

## Ламинированные:

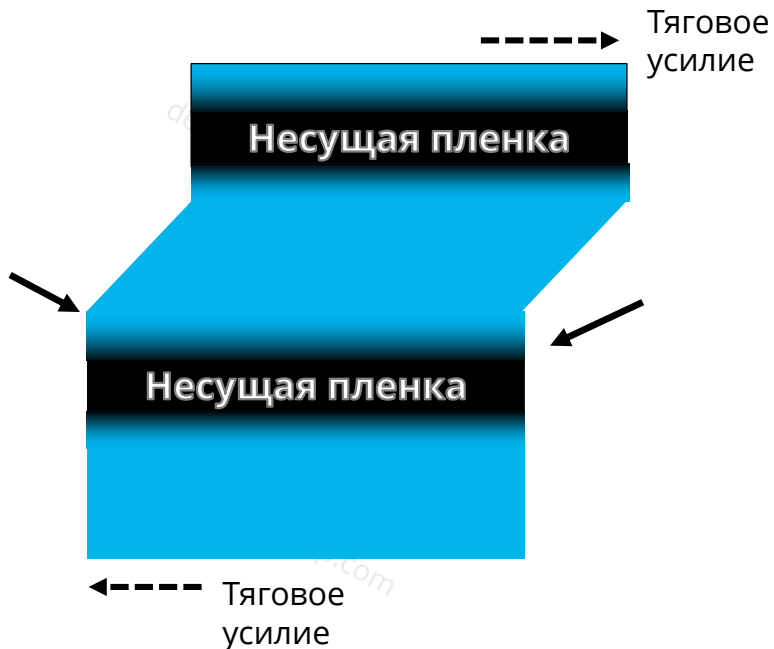


**При использовании ламинированных лент присутствует риск их расслоения в процессе старения**

# 3-слойные ленты в сравнении с 2-слойными: прочность на сдвиг



## Кокструдир., 3-слойные:



Отсутствие расслоения:  
высокая прочность на сдвиг!

## Ламиниров., 2-слойные:



**Высокий риск расслоения при использовании ламинированных лент !**

## Негативный результат использования 2-слойных лент



**Низкая прочность на сдвиг: Низкая устойчивость к мех. нагрузкам в почве**

# Перечень характеристик лент

Характеристика ленты	Настоящие 3-слойные коэкструд. ленты	Ламинированные	
		3-слойные ленты	2-слойные ленты
Долгосрочные показатели (старение)	Высокие	Низкие	Низкие
Адгезия между слоями	Выше чем по EN-ISO	В соответств. с EN-ISO	Низкая
Тип разрыва между слоями	100% когезионный	Адгезионно-когезионный	Адгезионный
Прочность на сдвиг	Выше чем по EN-ISO	В соответств. с EN-ISO	Низкая
Риск спиральной коррозии	Крайне низкий	Низкий	Очень высокий
Однородность толщины ленты	Совершенно однородная	Менее однородная	Менее однородная
Покрытие стальн. поверхности	Превосходное	Ограниченное	Ограниченное
Гибкость при низких температурах	Превосходная	Низкая	Низкая



# 6. Как проверить, является ли лента коэкструдированной или ламинированной

---

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

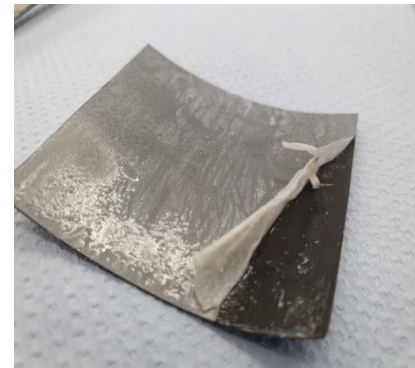
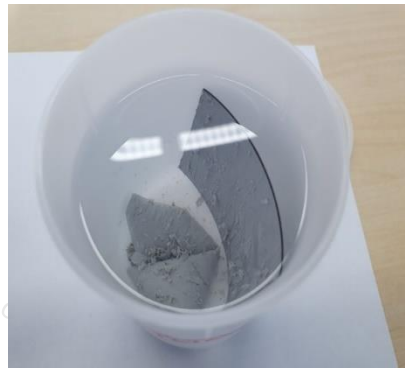


# Тест на погружение в бензин коэкструзия - ламинирование



Погружение в бензин: 2-слойная или 3-слойная лента на, как минимум, 2 часа

- Остаточный адгезив легко удаляется, несущая пленка гладкая или глянцевая: **лента ламинированная**
- Остаточный адгезив невозможно удалить без помощи специальных мех. устройств: **лента коэкструдированная**



Адгезив легко удаляется: **ламиниров. лента**

Адгезив удаляется с трудом: **коэкструд. лента**



# 7. Опыт долговременного применения 3-слойных лент DENSOLEN®

---

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

# Референция: компания Energienetz Bayern (Германия)



## Energienetz Bayern GmbH (Мюнхен/Германия)

Протяженность трубопровод. сети: 9.500 км

### Трубопровод Moosburg – Straubing

- Ввод в эксплуатацию: 1976 г.
- Антикоррозионная защита: коэкструдированные 3-слойные ленты DENSOLEN® на основе ПЭ/бутилкаучука.
- Откопка трубопровода: 2015 г. (спустя **39 лет** эксплуатации)

### Оценка состояния полевого покрытия спустя 39 лет:

- Отсутствие дефектов – Отсутствие коррозии
- Адгезия:  $\geq 1,83\text{Н/мм}^*$  – когезионный разрыв

\* Требование EN 12068:  $\geq 1,00\text{Н/мм}$



Спустя 39 лет  
Адгезия: 1.83Н/мм

# Референция: Gascade STEGAL (Германия)



## Gascade Gastransport GmbH - Германия

Трубопроводная сеть: 2.900 км

### Трубопровод STEGAL, 36"

- Ввод в эксплуатацию: 1992 г.
- Антикоррозионная защита:  
коэкструдированные 3-слойные ленты  
DENSOLEN® на основе ПЭ/бутилкаучука.
- Откопка трубопровода: 2012 г.  
(спустя **20 лет** эксплуатации)

### Оценка состояния полевого покрытия:

- Отсутствие дефектов – Отсутствие коррозии
- Адгезия: 6,40Н/мм\*
- Когезионный разрыв: остаточ. толщина: 344 мкм

\*Требование EN 12068:  $\geq 1,00\text{Н/мм}$





# 8. Выводы

---

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

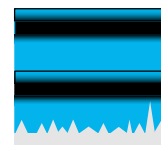
denso-group.com

denso-group.com

# Настоящие коэкструдированные 3-слойные Ленты



- Самовулканизация = *“Монолитное **шлангообразное покрытие**”*.
- **Отсутствие риска спиральной коррозии.**
- Отличное покрытие стальной поверхности.
- Превосходная **адгезия между слоями.**
- Превосходная **прочность на сдвиг** = *“отличная устойчивость к мех. нагрузкам в почве”*.
- Превосходный подтвержденный **долговременный срок службы.**
- Ни одно другое ленточное покрытие не имеет более длительного и **проверенного на опыте применения в полевых условиях.**



# Выводы

- **Относительно Структуры Ленты:**
  - 3-слойные ленты образуют шлангообразное покрытие.
  - При использовании 2-слойных лент присутствует риск недостаточной защиты от коррозии.
- **Относительно Материала:**
  - ПЭ/бутилкаучук превосходит по качеству, например, ПВХ/битум.
  - ПЭ/бутилкаучук прошел успешную проверку временем в течение многих десятилетий **в полевых условиях!**
- **Относительно Технологии Производства:**
  - Настоящая коэкструзия является передовой производственной технологией.
  - С точки зрения долговременной перспективы ламинированные ленты могут отказывать и терять свойства.



Спасибо за внимание!

Обращайтесь к нам, если у Вас остались  
вопросы!



**Контакты:**

Mark Kan

Area Sales Manager | Sales International

Телефон: +49 214 2602 309

Моб. тел.: +49 151 14773326

Эл. почта: mark.kan@denso-group.com

[denso-group.com](https://www.denso-group.com)