Справочник

TROSIFOL®

ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Издатель:

Kuraray Specialities Europe GmbH
отделение TROSIFOL®
53840 Тройсдорф

Оформление:

Катя Диневски-Цаймет
Реклама - события - ПР
Бонн

Издание:

Типография Оскара Берга
26345 Бокхорн

3 издание • июль 2005

ОГРАНИЧЕНИЕ ГАРАНТИЙ

Вся информация в данном справочнике публикуется в наиболее доступной форме. Ее нужно понимать как рекомендации, актуальные для ситуации в настоящий момент.

Пожалуйста, обратите внимание на то, что приводимые в данном справочнике графики и таблицы иллюстрируют выводы и результаты, которые базируются на лабораторных исследованиях и служат для лучшего понимания различных свойств продуктов. Они не являются спецификациями тех или иных свойств изделий, и поэтому не подходят для всех образцов или видов применения продукции.

Перепечатывание, копирование и дальнейшее использование данного справочника может осуществляться только с разрешения издателя.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 4

1. Вступление 5
- История многослойного безопасного стекла 6
- TROSIFOL® - Ваш будущий партнер 7
- Производство поливинилбутиральной смолы 8
- Производство пленки TROSIFOL® 10
- Адгезия продукции TROSIFOL® 11

2. Обзор продукции и упаковки TROSIFOL® 15
- Продукция TROSIFOL® для архитектурного остекления 16
- Специальная продукция TROSIFOL® для архитектурного остекления 17
- Продукция TROSIFOL® для автомобильной промышленности 18
- Специальная продукция TROSIFOL® для автомобильной промышленности 19
- Упаковка TROSIFOL® 20

3. Производство и обработка стекла 25
- Производство стекла / виды стекла 26
- Закаленное и частично закаленное стекло 27
- Последующая обработка прозрачного стекла 28
- Нанесение покрытия на стекло 29
- Моллирование (гибка) стекла 30
- Подготовка стекла 31
- Мойка стекла 32

4. Подготовка / переработка пленки TROSIFOL® 33
- Форма поставки и хранение 34
- TROSIFOL® с разделительной полиэтиленовой пленкой 35
- TROSIFOL® в охлажденном виде 36
- Резка TROSIFOL® 37
- Хранение пленки TROSIFOL® после резки 38
- Вытягивание ПВБ-пленки (придание формы) 39
- Способ непрерывного вытягивания 40

5. Производство триплекса для архитектурных сооружений 41
- Схема процесса 42
- Производство триплекса для архитектурных сооружений 43
- Производство предварительного соединения: способ вальцевания 44
- Производство предварительного соединения: вакуумный способ 45
- Автоклавный процесс 46
- Важные параметры 49
- Производство многослойного безопасного стекла при использовании закаленного/ частично закаленного стекла 50
- Последующая обработка / контроль 50

6. Технические данные Архитектурные изделия 51
- Стандартизация триплекса 52
- Сверхбезопасное стекло с защитой от урагана 53
- Обзор характеристик безопасности 54
- Активные характеристики безопасности 55
- Остекление с защитой от взлома и проникновений 56
- Остекление с защитой от обстрела и взрыва 57
- Пассивная безопасность триплекса 58
- Светопроницаемость пленки TROSIFOL® 59
- TROSIFOL® с защитой от ультрафиолетовых лучей 60
- Энергетические и светотехнические данные 61
- Определения 63
- Технические данные 63
- Дальнейшие указания по обработке 64
- Совместимость TROSIFOL® с уплотнительными материалами 64
- Испытание триплекса кипячением по DIN 52308/ DIN EN 12543 65
- Пуммель-тест для триплекса 66
- Испытание на обжиг 67
- Определение влажности пленки 68

7. Изготовление многослойного безопасного стекла для автомобильной промышленности 69
- Обзор различных способов изготовления ветровых стекол 70
- Производство предварительного соединения: способ вальцевания 71
- Производство предварительного соединения: вакуумный способ 72
- Дополнительное уплотнение кромок / зажим кромок ветровых стекол 73
- Штабелирование предварительного соединения для производства ветровых стекол 74
- Автоклавный процесс в производстве ветровых стекол 75
- Дополнительная обработка / контроль 77
- Триплекс. Боковые и задние стекла 77
- Солнцезащитные стекла и лобовые стекла с функцией отображения показаний приборов на лобовом стекле 78

8. Технические данные Автомобильная продукция 79
- Стандартизация автомобильного триплекса 80
- Испытание триплекса в ветровых стеклах 81
- Измерение влажности в триплексе 82
- Тест падающего шара по ECE R43 83
- Определение адгезии / Пуммель-тест 84
- Определение адгезии / Испытание на срез 85
- Испытание кипячением/ испытание на обжиг/ испытание высокой влажностью 85
- Технические данные 86
- Энергетические и светотехнические данные 87
- Сравнительный обзор мировых стандартов для автомобильного многослойного безопасного стекла 88

9. Звукоизолирующие остекления 89
- Что такое шум? 90
- Причины и последствия шума 91
- Определение звука и звукоизоляции / шумоизоляции 92
- Звукоизолирующие остекления для строительной промышленности 93
- Триплекс с пленкой TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ 95
- Возможности оптимизации звукоизоляции 96
- Характеристики безопасности пленки TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ 98
- Технические данные 98

10. Альтернативное производство многослойного стекла 99
- Производство многослойного стекла без автоклава 100
- Технические данные пленки TROSIFOL® для изготовления многослойного стекла без автоклава 102

11. Поиск причин дефектов / критерии качества триплекса 103
- Пузыри в триплексе 105
- Дефекты при температурных испытаниях 107
- Содержание влаги 108
- Адгезия к стеклу / прочность на пробой шаром 109
- Часть партии триплекса с дефектами после автоклава 110

12. Вторичная переработка пленки TROSIFOL® / прочие технические данные 111
- Обрезки ПВБ 112
- Физические данные пленки TROSIFOL® 114
- Остаточная длина рулонов с промежуточной полиэтиленовой пленкой 115
- Остаточная длина рулонов пленки в охлажденном виде 116
- Перевод различных единиц измерения 117

13. Перечень производителей 119

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дорогой пользователь,

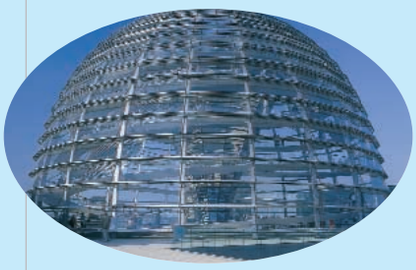
сегодня мы представляем Вам наше третье издание справочника TROSIFOL®. Он был составлен специально для пользователей и содержит ценные советы и указания по оптимальному использованию ПВБ (поливинилбутиральной) пленки TROSIFOL®. Это техническое руководство содержит в том числе важную информацию о промышленных установках и других вспомогательных средствах, связанных с применением наших продуктов.
Справочник базируется на долгосрочном опыте нашего коллектива TROSIFOL® в разработках различных проектов и эксплуатации применяемой техники, а также в оптимизации изделий и процессов.
Мы надеемся, что Вы сможете воспользоваться данным справочником как полезным информационным руководством по производству высококачественного многослойного безопасного стекла.

Ваш коллектив TROSIFOL®

KSE
Kuraray Specialities Europe

Вступление

- История многослойного безопасного стекла
- TROSIFOL® - Ваш будущий партнер
- Производство поливинилбутиральной смолы
- Производство пленки TROSIFOL®
- Адгезия продукции TROSIFOL®



TROSIFOL®

ИСТОРИЯ МНОГОСЛОЙНОГО БЕЗОПАСНОГО СТЕКЛА

1905

Первый патент датируется 1905 годом. В нем описывается пленка из нитрата целлюлозы, единственного имевшегося тогда в наличии материала - прозрачного бесцветного эластичного и достаточно твердого, адгезия которого к стеклу достигалась при помощи канадского бальзама.

1910

С 1910 года применяли упрощенный процесс, при котором пленка из нитрата целлюлозы погружалась в ацетон и прессовалась между двух стеклянных пластин. Позднее ацетон стали заменять желатином.

1935

До 1935 года нитрат целлюлозы – при всех отрицательных моментах – был единственным прослоечным материалом многослойного стекла. В США компанией Юнион Карбайд были опубликованы первые патенты на ПВБ.
Позднее данный материал стали использовать другие американские химические предприятия.

1936/37

Были описаны и запатентованы первые случаи применения поливинилбутиральной пленки при изготовлении безопасного стекла. Производство данного материала превысило уже в 1940 году 3.000 тонн в год. Во время второй мировой войны происходило дальнейшее развитие ПВБ в области производства и технического применения, особенно в авиастроении.

1950

Американская ассоциация по стандартам сделала обязательным использование однослойного и ламинированного стекла в определенных частях автомобиля.

1952/53

начались первые работы с поливинилбутиральной пленкой. В 1953 году TROSIFOL® был внесен в торговый реестр как наименование продукта. В настоящее время в основе доли TROSIFOL® на рынке лежит разработка собственного ноу-хау.

1968

TROSIFOL® первым предложил заменить ранее принятое присыпание ПВБ обычной пудрой запатентованной полиэтиленовой промежуточной пленкой. Благодаря этому необходимость в мойке и кондиционировании пленки отпала.

1972

Введена в эксплуатацию первая производственная установка с рабочей шириной 2,0 м.

1983

Была произведена пленка TROSIFOL® шириной 3,21 м, что соответствует общепринятой стандартной ширине полированного листового стекла.

1992

Введена в эксплуатацию вторая серийная установка с шириной пленки 3,21 м и система менеджмента качества TROSIFOL® была сертифицирована по DIN ISO 9001.

2000

Разработана и представлена на рынке звукоизоляционная пленка TROSIFOL® SOUND CONTROL.

2002

Введена в эксплуатацию третья и самая современная серийная установка с шириной пленки 3,21 м. Система менеджмента качества TROSIFOL® была сертифицирована по ISO/TS 16949.

2003

Разработана и представлена на рынке автомобильная ПВБ-пленка TROSIFOL® VG.
В г. Бор (Россия) была введена в эксплуатацию новая установка по производству ПВБ-пленки.

TROSIFOL® – Ваш будущий партнер

TROSIFOL® – гарант высокого качества

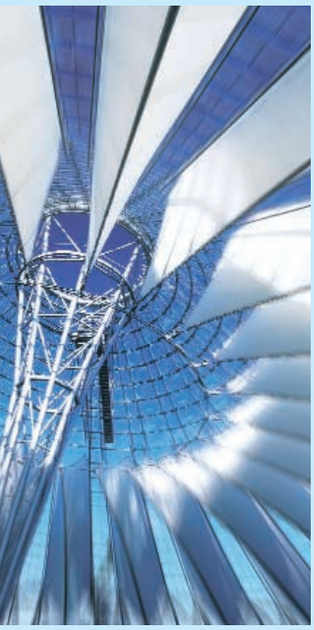
Для автомобильного и архитектурного остекления компания TROSIFOL® предлагает правильный продукт, удовлетворяющий самым различным потребностям рынка. Система менеджмента качества сертифицирована по нормам DIN EN ISO 9001: 2000 и ISO/TS 16949.

Устойчивая адгезия - гарант высокого качества и долговечности многослойного безопасного стекла. Это одна из причин, по которой TROSIFOL® является одним из крупнейших в мире производителей ПВБ-пленки для изготовления триплекса.

Фото: BMW AG

TROSIFOL® – больше чем производитель

Компания TROSIFOL® – партнер своих клиентов. Именно поэтому заказчикам предлагается широкий спектр сервисных услуг: от совместного планирования концепций новых промышленных установок до разработки инновационных продуктов.



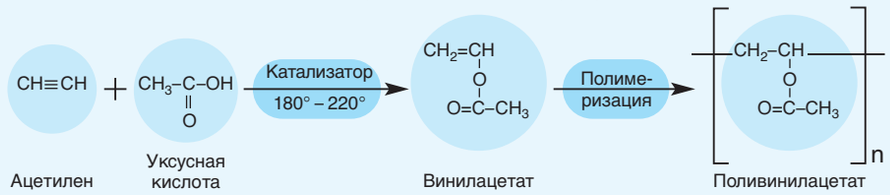
TROSIFOL® – на все случаи

Ввиду того, что в настоящее время к многослойному безопасному стеклу предъявляются самые различные требования, компания TROSIFOL® разработала разные виды пленки для достижения оптимальных результатов в широких областях применения автомобильного и архитектурного остекления.

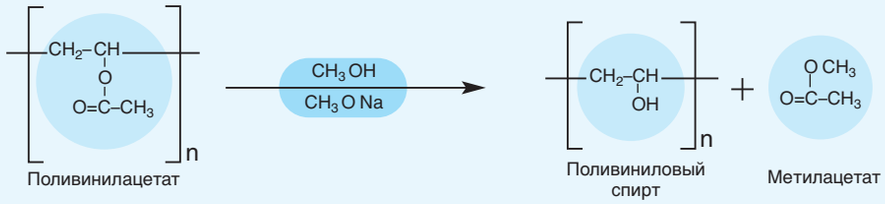
ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИВИНИЛБУТИРАЛЬНОЙ СМОЛЫ

ТРЕХСТУПЕНЧАТЫЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИВИНИЛБУТИРАЛЯ (ПВБ)

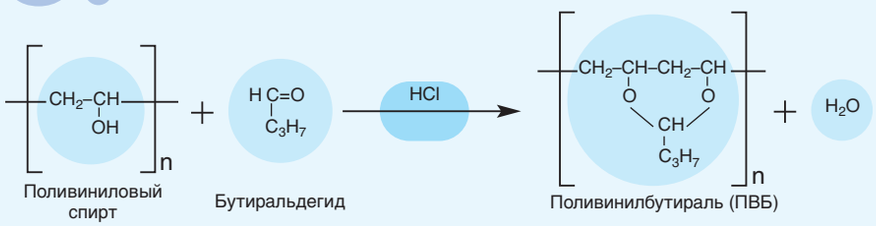
1. Поливинилбутиральная смола получается в результате трехступенчатого процесса через стадию образования поливинилового спирта. В свою очередь, для производства винилацетата используется ацетилен и уксусная кислота.



2. Так как мономер - виниловый спирт в свободном виде является нестабильным и не участвует в полимеризации, то поливиниловый спирт получают омылением поливинилацетата в присутствии метилового спирта:

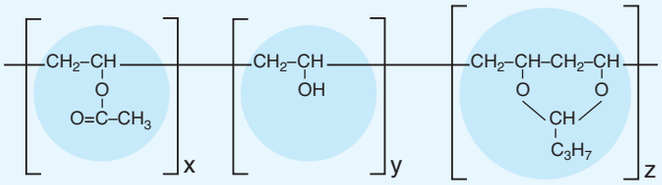


3. Посредством ацетализации поливинилового спирта с бутиральдегидом в кислой среде получается поливинилбутираль:



ПОЛИВИНИЛБУТИРАЛЬНАЯ СМОЛА И ПЛАСТИФИКАТОР

Использование ПВБ-смолы в виде пленки в промежуточных слоях безопасного стекла тесно связано с ее химическим составом, в частности с количеством свободных гидроксильных групп в полимерной цепи.
Разноообразие видов ПВБ-смол достигается благодаря выбору молекулярного веса исходного поливинилацетата, степени гидролиза поливинилового спирта и количеству используемого для ацетализации бутиральдегида.
В соответствии с этим ПВБ можно также рассматривать как тройной сополимер винилацетата (x), винилового спирта (y) и винилбутираля (z):



Дальнейшая область применения ПВБ-смолы - производство лаков и красок. Однако эти виды ПВБ отличаются своим химическим составом.

ПВБ-смола является белым порошком. Пленка из него обладает значительной жесткостью, и недостаточно эластична для использования в качестве пленки в безопасном стекле. Совместимость с пластификаторами в основном определяется процентным содержанием поливинилбутираля. Подходящими пластификаторами являются, например, сложный эфир полиэтиленгликоля и адипиновой [гександиовой] кислоты (три примера типичных пластификаторов - см. рисунок внизу).

Тип и количество определяют свойства пленки. Определяющими для целей применения являются механические свойства, прочность на разрыв при низкой температуре, водопоглощающая способность и прочность прилипания к стеклу.
Широкое применение для получения высокоэластичных материалов нашли сложный эфир триэтиленгликоля с алифатическими карбоновыми кислотами, имеющими от шести до восьми атомов углерода.

$$CH_3-(CH_2)_5-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-O-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-(CH_2)_5-CH_3$$

Триэтиленгликоль-ди-н-гептанат (3G7)

$$CH_3-(CH_2)_5-O-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-(CH_2)_4-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O-(CH_2)_5-CH_3$$

Ди-гексил-адипинат (DHA)

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH(C_2H_5)-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-O-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH(C_2H_5)-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

триэтиленгликоль-ди-2-этилгексанат (3G8)

TROSIFOL® – ПРОИЗВОДСТВО

В самом начале процесса производства (см. рис. внизу) ПВБ-смола, пластификатор и добавки дозируются в экструдер. Там все компоненты тщательно смешиваются и пластифицируются. При этом очень важно тщательное перемешивание компонентов, так как неоднородные включения будут негативно влиять на механические и оптические свойства продукции. Процесс экструзии осуществляется через отверстие пресс-формы, чем обеспечивается отсутствие разнотолщинности. Здесь определяющими являются сотые доли миллиметра - при ширине 3210 мм и толщине от 0,38 до 1,52 мм! Так как абсолютно гладкая ПВБ-пленка прилипает к стеклу так, что ее больше нельзя сдвинуть, компания TROSIFOL® произвела пленку со специфической поверхностью обеих сторон. Равномерность структуры поверхностей имеет здесь также большое значение.

Пленка нарезается согласно требуемой ширине, причем кромка снова подвергается процессу экструзии. На следующем этапе происходит релаксация пленки и снятие внутренних напряжений, которые в противном случае могут привести к усадке в процессе укладки. В дальнейшем устанавливается точная влажность пленки. Пленка охлаждается до 8°C и, в случае необходимости, наматывается вместе с полиэтиленовой разделительной пленкой.

В дополнение к автоматической системе контроля производится визуальный контроль пленки на отсутствие грязи или других дефектов. Система кондиционирования участка намотки пленки настроена таким образом, чтобы, с одной стороны, его климатические условия соответствовали условиям помещений для пакетирования пленки клиента, и, с другой стороны, чтобы влажность пленки больше не изменялась. Рулоны сразу же герметично упаковываются и после прохождения двойного шлюза подготавливаются к отправке.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС

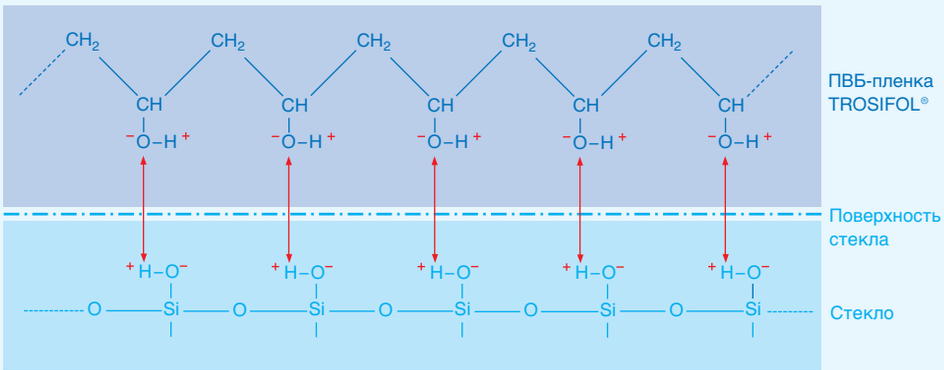
УСТОЙЧИВАЯ АДГЕЗИЯ ПРОДУКЦИИ TROSIFOL®

Причиной плохой адгезии может служить жесткая или недостаточно очищенная вода. Жесткая вода после сушки оставляет на поверхности стекла остатки минералов. Такие виды органических осадков, как смазочные масла и жиры также значительно ухудшают адгезию ПВБ-пленки к поверхности стекла.

Адгезия пленки TROSIFOL® к стеклу определяется образованием водородных связей между совместимыми с водой группами поверхности стекла и группами полимера:

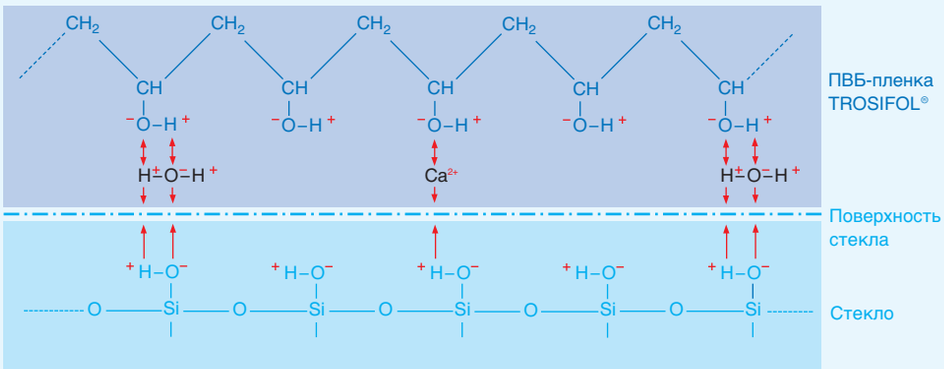
Разные заряды притягиваются – одинаковые заряды отталкиваются.

АДГЕЗИЯ ПЛЕНКИ TROSIFOL® НА ЧИСТОЙ ПОВЕРХНОСТИ СТЕКЛА



Чистая поверхность стекла + правильное влагосодержание пленки = хорошая адгезия

АДГЕЗИЯ ПРОДУКЦИИ TROSIFOL® НА ГРЯЗНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СТЕКЛА

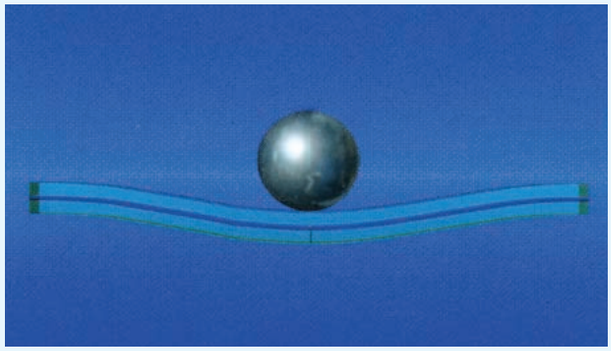


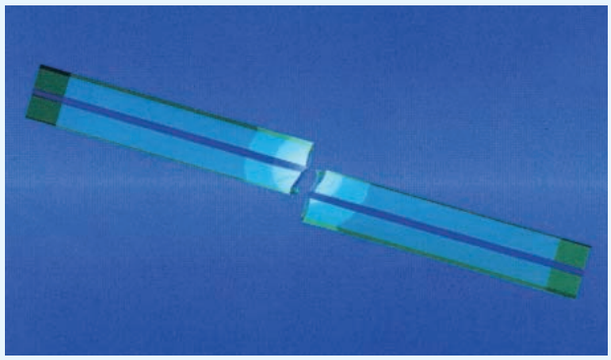
Грязная поверхность стекла (например, известковый осадок) или слишком высокое влагосодержание пленки = плохая адгезия

АДГЕЗИЯ ПРОДУКЦИИ TROSIFOL®

Различные требования, предъявляемые к прилипанию осколков стекла и надежности от проникновения в архитектурном и автомобильном остеклении, обусловливают различные степени адгезии. Типичная область применения ПВБ-пленки с высокой степенью адгезии – это остекление архитектурных сооружений, так как надежное прилипание осколков способствует оптимальной защите людей.

ХАРАКТЕР РАЗЛОМА СТЕКЛА С ПВБ-ПЛЕНКОЙ С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ АДГЕЗИИ ПРИ ОПТИМАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ ОСКОЛКОВ



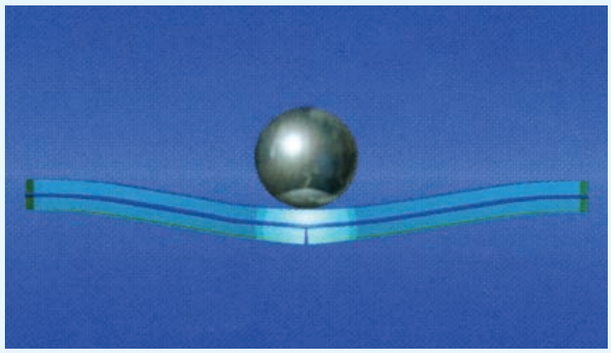


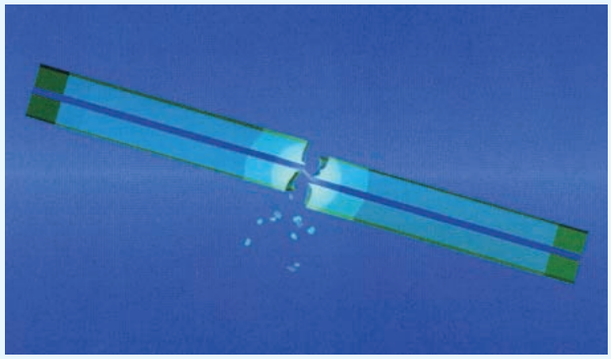
ПВБ-пленка со специально заданной степенью адгезии применяется тогда, когда выдвигаются высокие требования к безопасному стеклу в плане надежности от проникновения. Типичной областью применения является производство ветровых стекол в автомобилестроении. К таким стеклам предъявляются следующие требования по характеру разлома при испытании на удар:

- никаких ранящих осколков при разбивании стекла
- никакого проникновения предметов при ударе.

Т.е. степень адгезии может быть уменьшена только до тех пор, пока изделие будет квалифицироваться как безопасное стекло. Водитель не должен беспокоиться, что он поранится осколками стекла, если в ветровое стекло попадет камень.

ХАРАКТЕР РАЗЛОМА СТЕКЛА С ПВБ-ПЛЕНКОЙ СО СПЕЦИАЛЬНО ПОНИЖЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ АДГЕЗИИ



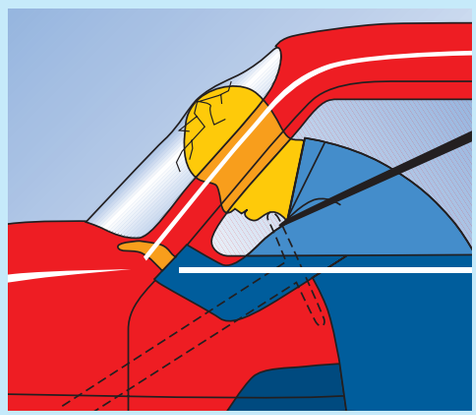


При попадании в стекло крупного предмета, в большинстве случаев, в стандартных конструкциях разбиваются оба стекла, и появляется рисунок, похожий на паутину, с концентрическими трещинами вокруг центра удара и радиальными трещинами от центра внутрь стекла.

От удара стекла образуются мелкие осколки, прилипающие к пленке TROSIFOL®, именно поэтому опасность ранения ими незначительна. Триплекс эластично деформируется в зависимости от интенсивности удара. Деформация происходит при условии, что пленка TROSIFOL® не повреждается острыми краями стекла, а отделяется от него благодаря пониженной степени адгезии. Благодаря своей эластичности пленка TROSIFOL® может растягиваться; триплекс в определенных масштабах эластично деформируется.

Данная отличительная особенность объясняет также требование, предъявляемое к пленке TROSIFOL® для производства триплекса, которая должна проявлять необходимую эластичность в большом температурном диапазоне и не должна трескаться по причине хрупкости при низких минусовых температурах.

Так как влагосодержание ПВБ-пленки не может быть сколь угодно высоким, то для понижения степени адгезии прибегают не только к воде. Для изменения уровня адгезии можно в небольших масштабах изменять также содержание поливинилового спирта, так как он вместе с выбранным пластификатором, в зависимости от его вида и количества, определяет механические свойства пленки. Поэтому при изготовлении пленок для транспортных средств в качестве добавок используют вещества, регулирующие степень адгезии.



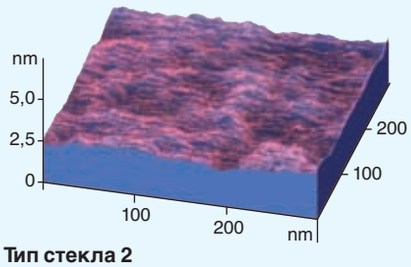
АДГЕЗИЯ ПРОДУКЦИИ TROSIFOL®

Влияние поверхности стекла на адгезию

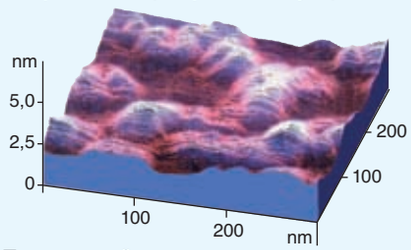
На рисунках для сравнения представлены 2 типа флоат-стекла с сильно увеличенными поверхностями соответствующих сторон. Различие в шероховатости обусловливает разную адгезию пленки со стеклом. На это следует обращать особое внимание при смене поставщика стекла.

СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ СТОРОН СТЕКОЛ
РАЗЛИЧНЫЕ ИЗГОТОВИТЕЛИ СТЕКЛА В СРАВНЕНИИ

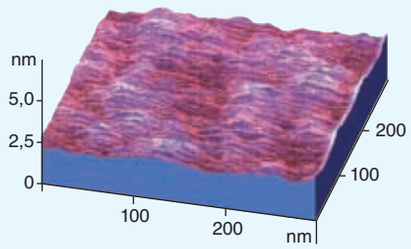
Тип стекла 1
Сторона олова (сторона ванны):



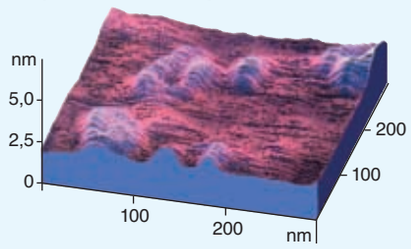
Тип стекла 1
Сторона огня (сторона воздуха):



Тип стекла 2
Сторона олова (сторона ванны):



Тип стекла 2
Сторона олова (сторона ванны):



Снимки изготовлены при помощи метода AFM.

Обзор продукции и упаковки TROSIFOL®

- Продукция TROSIFOL® для архитектурного остекления
- Специальная продукция TROSIFOL® для архитектурного остекления
- Продукция TROSIFOL® для автомобильной промышленности
- Специальная продукция TROSIFOL® для автомобильной промышленности
- Упаковка TROSIFOL®

TROSIFOL ДЛЯ АРХИТЕКТУРНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ

TROSIFOL® MB

Продукция с высоким уровнем адгезии, в наличии шириной от 300 до 3210 мм

Толщина, мм	Цвет	Светопроницаемость*, %	Цветовой код	Длина рулонов охлажденной пленки, м	Длина рулонов с разделительной пленкой, м
0,38	Бесцветная	88	–	500/1000	300
0,76	Бесцветная	88	–	250/500	200
1,14	Бесцветная	88	–	150/330	150
1,52	Бесцветная	88	–	100/250	100
0,38	Белый матовый	71	W.40.71	300/400	300
0,38	Белый полупрозрачный	65	W.30.65	400/1000	300
0,38	Светлый голубо-зеленый	73	8.40.73	300/400	300
0,38	Морской голубой	71	7.40.71	300/400	300
0,38	Средне-бронзовый	52	3.10.52	300/400	300
0,38	Серый	44	6.60.44	300/400	300
0,38	Асахи-серый	42	6.50.42	300/400	300
0,38	Светло-коричневый	55	S 40.55	300/400	300
0,38	Коричневый	26	S 60.28	300/400	300
0,38	Темно-коричневый	9	S 80.09	300/400	300
0,76	Белый-полупрозрачный	65	W.30.65	200	200
0,76	Серый	44	6.65.44	200	200
0,76	Средне-бронзовый	52	3.10.52	200	200
0,76	Бронзовый	38	3.60.38	200	200
0,76	Светлый голубо-зеленый	73	8.40.73	200	200

TROSIFOL® PR

Продукция со средним уровнем адгезии, в наличии шириной от 300 до 3210 мм

Толщина, мм	Цвет	Светопроницаемость*, %	Цветовой код	Длина рулонов охлажденной пленки, м	Длина рулонов с разделительной пленкой, м
0,38	Бесцветная	88	–	500/1000	300
0,76	Бесцветная	88	–	250/500	200
1,14	Бесцветная	88	–	150/330	150
1,52	Бесцветная	88	–	100/250	100

TROSIFOL® MV

Продукция с пониженным уровнем адгезии, разработанная специально для достижения требований стандарта EN 356, в наличии шириной от 300 до 3210 мм

Толщина, мм	Цвет	Светопроницаемость*, %	Цветовой код	Длина рулонов охлажденной пленки, м	Длина рулонов с разделительной пленкой, м
0,38	Бесцветная	88	–	500/1000	300
0,76	Бесцветная	88	–	250/500	250
1,14	Бесцветная	88	–	150/330	150
1,52	Бесцветная	88	–	100/250	100

*Безопасное многослойное стекло с флоат-стеклом 2 x 4 мм

TROSIFOL® – СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ ДЛЯ АРХИТЕКТУРНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ

TROSIFOL® COLOUR (КОЛОР)

TROSIFOL КОЛОР - это ПВБ-пленка для цветного многослойного безопасного стекла. Благодаря хорошей стабильности краски, пленка TROSIFOL КОЛОР подходит как для внутреннего, так и для наружного остекления.
Ассортимент продукции представлен широким спектром базовых цветов, которые можно комбинировать до почти бесконечного количества цветовых вариантов. По желанию заказчика можно изготовить любой цветовой оттенок.

Цвет	Цветовой код*	Максимальная ширина	Толщина	Длина рулона	Область применения
Желтый	Y.85	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная
Оранжевый	O.55	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная
Красный	R.30	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная
Светло-зеленый	G.80	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная
Зеленый	G.39	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная
Темно-зеленый	G.41	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная
Светло-голубой	B.54	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная
Голубой	B.43	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная
Синий	B.37	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная
Бриллиантово-синий	B.31	2250 мм	0,38 мм	30м и 200 м	внутренняя и наружная
Фиолетовый	V.30	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная
Черный	S.00	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная
Белый	W.17	2250 мм	0,38 мм	30 м и 200 м	внутренняя и наружная

*Цифры = светопропускание в % в соответствии с EN 410.

Все рулоны поставляются с промежуточной п/э пленкой и имеют стандартную ширину 1000 мм, 1600 мм и 2250 мм. Возможна ширина рулона 800/1200/1400/1800/2000 мм при минимальной покупке 500 м2 каждого цвета (длина рулона только 200 м).

TROSIFOL® SOUND CONTROL (САУНД КОНТРОЛЬ)

Специальная звукоизоляционная пленка для архитектурного остекления с высоким уровнем адгезии, в наличии шириной от 300 до 3210 мм

Толщина, мм	Цвет	Светопроница-емость*, %	Цветовой код	Длина рулонов с разделительной пленкой
0,76	Бесцветная	88	–	200/450
1,14	Бесцветная	88	–	150/330
1,52	Бесцветная	88	–	100/240

* Безопасное многослойное стекло с флоат-стеклом 2 x 4 мм

TROSIFOL® ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ

Пленка TROSIFOL® VG разработана для всех общепринятых производственных процессов и соответствует всем требованиям стандартов качества, например, ECE R43 и ANSI Z26.1. Эта пленка поставляется во всех стандартных цветах, а также с цветной полосой.

Пленка TROSIFOL® VG может поставляться в охлажденном виде или с разделительной полиэтиленовой пленкой.

Фото: BMW AG

TROSIFOL® VG

- **Пленка с цветной полосой поставляется шириной до 2200 мм (максимальная ширина цветной полосы 300 мм);**
- **TROSIFOL® VG производится шириной от 300 до 3210мм;**
- **TROSIFOL® VG пригодна для всех общепринятых способов соединения стекла с пленкой.**

Толщина, мм	Цвет	Светопроница-емость*, %	Цветовой код	Длина рулонов охлажденной пленки, м	Длина рулонов с разделительной пленкой, м
0,38	Бесцветная	88	–	400	300
0,76	Бесцветная	88	–	250/500	250
0,76	Светло-зеленый	80	9.20.80	250	250
0,76	Японский голубой	78	7.50.78	250	250
0,76	Светло-бронзовый	77	3.75.77	250	250
0,76	Светлый голубо-зеленый	75	8.45.75	250	250
0,76	Светло-голубой	75	7.45.75	250	250
0,76	Зеленая полоса на бесцветной	88	8.80.25.35	250	250
0,76	Голубая полоса на бесцветной	88	7.80.05.19	250	250
0,76	Серая полоса на бесцветной	88	6.15.34.60	250	250
0,76	Голубая полоса на светло голубо-зеленой	75	7.80.05.19 на 8.45.75	250	250
0,76	Зеленая полоса на светло голубо-зеленой	75	8.80.25.35 на 8.45.75	250	250

*Безопасное многослойное стекло с флоат-стеклом 2 x 2 мм

TROSIFOL® – СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО СТЕКЛА

TROSIFOL® MV-SC

Звукоизоляционная ПВБ-пленка для автомобильного стекла

Толщина, мм	Цвет	Светопроница-емость*, %	Цветовой код	Цветная полоса, мм	Длина рулона, м
0,76	Бесцветная	88	–	–	200/450
1,14	Бесцветная	88	–	–	150/300
1,14	Зеленая полоса на бесцветной	88	8.80.25.35	max. 300	150/300
1,14	Голубая полоса на бесцветной	88	7.80.05.19	max. 300	150/300
1,14	Серая полоса на бесцветной	88	6.15.34.60	max. 300	150/300

*Безопасное многослойное стекло с флоат-стеклом 2 x 2 мм

TROSIFOL® PG

ПВБ-пленка для производства многослойного безопасного стекла со слоем полимерной пленки (солнцезащитное остекление) и другими многофункциональными пленками.

Толщина, мм	Цвет	Светопроница-емость*, %	Цветовой код	Цветная полоса**	Длина рулонов охлажденной пленки, м
0,38	Бесцветная	88	–	–	470

*Безопасное многослойное стекло с флоат-стеклом 2 x 2 мм

** Пленка с цветной полосой производится под заказ

TROSIFOL® MV-HR

ПВБ-пленка для безавтоклавного производственного процесса

Толщина, мм	Цвет	Светопроница-емость*, %	Цветовой код	Цветная полоса**	Длина рулонов охлажденной пленки, м
0,76	Бесцветная	88	–	–	200

*Безопасное многослойное стекло с флоат-стеклом 2 x 2 мм

НОМЕРА РУЛОНОВ

НОМЕНКЛАТУРА РУЛОНОВ КОМПАНИИ TROSIFOL®

Производственная установка

Год производства

Номер рулона

3 0 06 A / 0 1 5 7 B

Внутренний номер

Месяц производства*

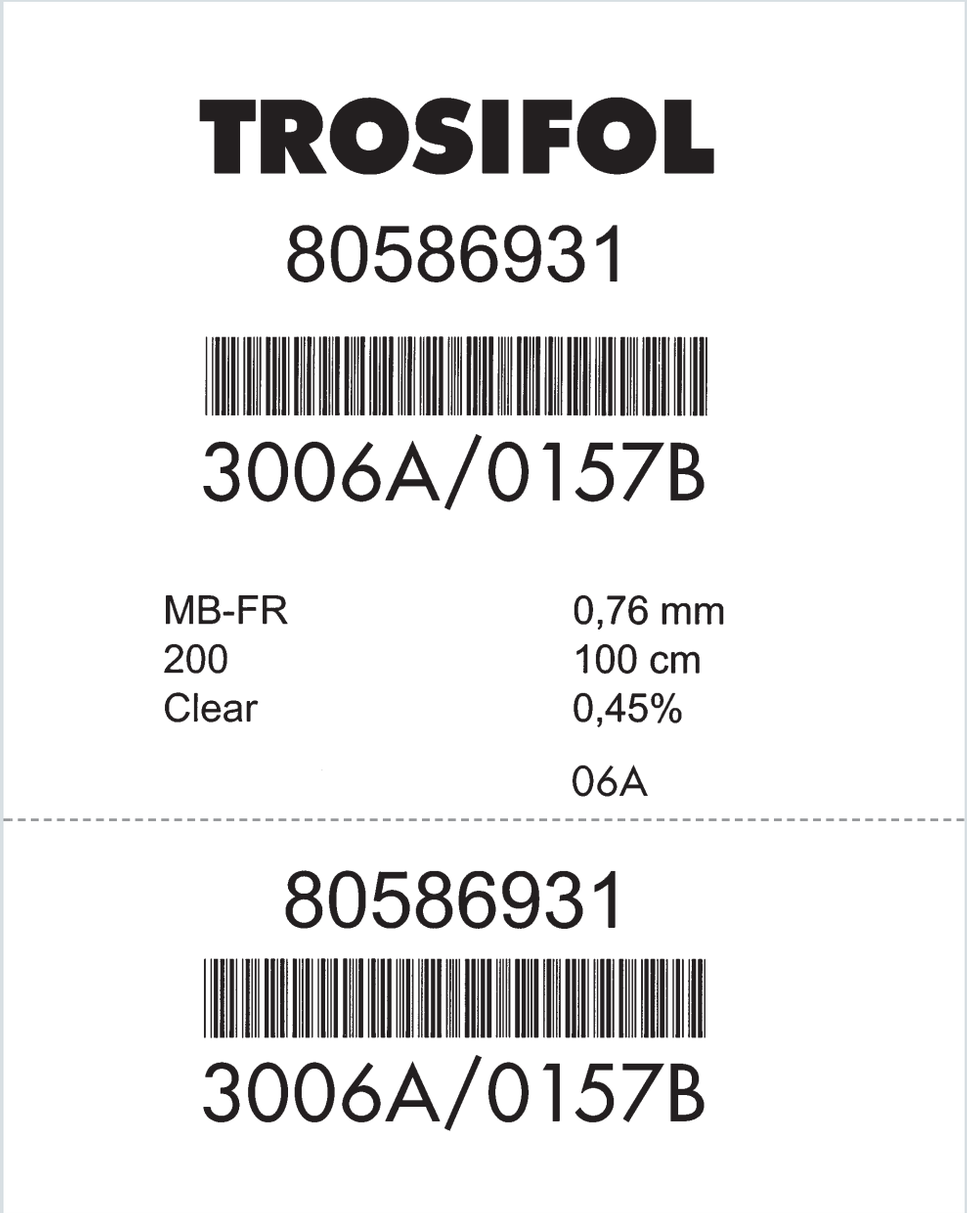
Обозначение части рулона

* A = январь
B = февраль
C = март
D = апрель
E = май
F = июнь
G = июль
H = август
J = сентябрь
K = октябрь
L = ноябрь
M = декабрь

ВНЕШНЯЯ ЭТИКЕТКА

Примечание: в переходный период рулоны будут поставляться согласно прежней номенклатуры (см. справочник TROSIFOL® издание 2004 г.)

ВНУТРЕННЯЯ ЭТИКЕТКА



Примечание: в переходный период рулоны будут поставляться согласно прежней номенклатуры (см. справочник TROSIFOL® издание 2004 г.)

УПАКОВКА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ TROSIFOL®

Продукция TROSIFOL ® имеет герметичную упаковку. Как правило, отправка осуществляется в вертикальной упаковке. Рулоны шириной > 1420 мм упаковываются горизонтально.

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ УПАКОВКА - ВЕРТИКАЛЬНО

Максимальная ширина рулона, мм	Размер тип 2, мм	
	∅	Высота
740	570	800
850	570	900
1000	570	1060
1150	570	1200
1320	570	1380
1420	570	1500

КАРТОННЫЕ ПОДДОНЫ - ВЕРТИКАЛЬНО
(4 рулона на поддоне)

Максимальная ширина рулона, мм	Размер тип 1, мм		
	Длина	Ширина	Высота
700	1100	1100	750
800	1100	1100	850
950	1100	1100	1000
1050	1100	1100	1100
1230	1100	1100	1260
1320	1100	1100	1370

КАРТОННЫЕ ПОДДОНЫ - ВЕРТИКАЛЬНО
(2 рулона на поддоне)

Максимальная ширина рулона, мм	Размер тип 2, мм		
	Длина	Ширина	Высота
710	1580	810	750
920	1580	810	950
980	1580	810	1020
1220	1580	810	1260

УПАКОВКА МНОГОРАЗОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ - ГОРИЗОНТАЛЬНО

Максимальная ширина рулона, мм	Длина	Ширина	Высота
1260	1420	780	985

УПАКОВКА ДЛЯ АРХИТЕКТУРНОЙ ПРОДУКЦИИ TROSIFOL®

**Продукция TROSIFOL ® имеет герметичную упаковку.
В зависимости от ширины рулона отправка осуществляется в вертикальной или горизонтальной упаковке.
Рулоны шириной > 1420 мм упаковываются горизонтально.**

УПАКОВКА МНОГОРАЗОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ - ГОРИЗОНТАЛЬНО

Максимальная ширина рулона, мм	Размер тип 1, мм			Размер тип 2, мм		
	Длина	Высота	Ширина	Длина	Высота	Ширина
1590	1800	595	805	–	–	–
2000	2160	595	805	2145	590	730
2250	2480	595	805	2395	590	730
2600	2830	595	805	2950	590	730
3210	3400	595	805	3390	590	730
3210 (Jumbo-формат)	3400	780	980	–	–	–

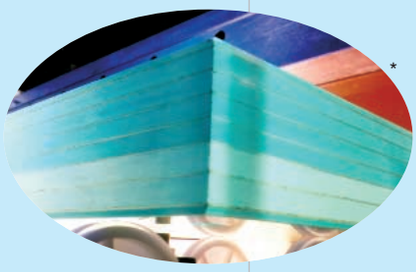
ОДНОРАЗОВАЯ УПАКОВКА - ГОРИЗОНТАЛЬНО

Максимальная ширина рулона, мм	Размер, мм		
	Длина	Высота	Ширина
1850	2070	590	750
2150	2240	590	750
2590	2750	590	750
3210	3400	590	760

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ УПАКОВКА - ВЕРТИКАЛЬНО

Максимальная ширина рулона, мм	Размер тип 1, мм		Размер тип 2, мм	
	∅	Высота	∅	Высота
500	500	600	–	–
740	500	800	570	800
850	–	–	570	900
900	500	1000	–	–
1000	500	1100	570	1060
1150	–	–	570	1200
1320	–	–	570	1380
1420	500	bis 1500	570	1500

Производство и обработка стекла



- производство стекла / виды стекла
- закаленное и частично закаленное стекло
- последующая обработка флоат-стекла
- нанесение покрытия на стекло
- моллирование стекла
- подготовка стекла
- мойка стекла

TROSIFOL®

* Фото: ARMATEC Vierhaus GmbH

ПРОИЗВОДСТВО СТЕКЛА / ВИДЫ СТЕКЛА

Современное базовое стекло производится в основном методом флоат-процесса, изобретенного еще Е. Пилкингтоном в Англии в 1959 году. Расплав стекла, разогретый по меньшей мере до 1500°C, поступает в ванну расплавленного олова (флоат-ванна). В ходе данного способа производства можно легко и без больших затрат изготовить высококачественное плоское стекло для массового производства.
В некоторых странах используют также вытяжное стекло, производимое еще старым способом – способом вытягивания стекла (метод Фуко), которое по многим техническим параметрам уступает флоат-стеклу. Флоат- стекло, используемое при производстве многослойного безопасного стекла не должно иметь неровных краев.

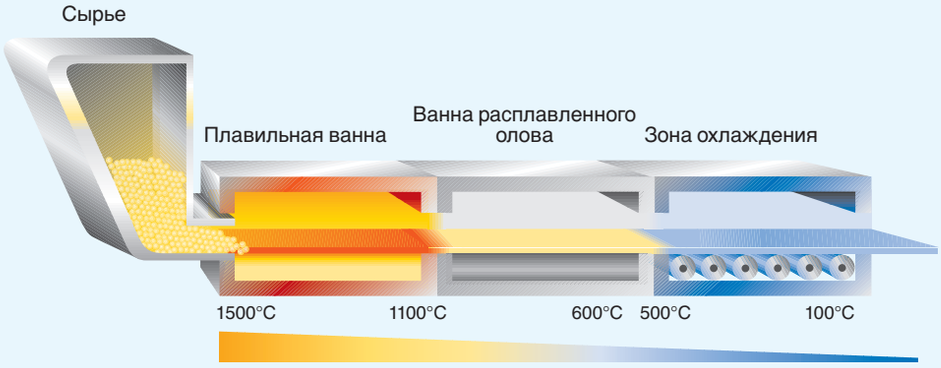
Различают следующие виды стекла: флоат-стекло, термически и химически закаленное стекло (однослойное безопасное стекло – ОБС), а также частично закаленное стекло (ЧЗС):

ФЛОАТ-СТЕКЛО

Флоат-стекло отличается:

- Низким пределом прочности на изгиб
- разбивается на большие осколки с острыми краями
- Шириной изготовления до 3210 мм и длина до 6,0 м (флоат-размер)
- Поставляется толщиной от 1,5 мм до 19 мм (в единичных случаях до 25 мм) и
- Температура размягчения около 600°C

Производство флоат-стекла:



ОБЩИЕ СВОЙСТВА ФЛОАТ-СТЕКЛА

Свойство	Символ	Числовое значение и единица измерения
Плотность (при 18°C)	ϱ	2.500 кг / м
Твердость		6 единиц (по шкале Мооса)
Модуль упругости	E	7×10^{10} Па
коэффициент Пуассона	μ	0,2
Удельная теплоёмкость	c	$0{,}72 \times 10^{3}$ Дж / (кг x K)
Средний термический коэффициент линейного расширения между 20°C и 300°C	α	9×10^{-6} K^{-1}
Теплопроводность	λ	1 Вт / (м x K)
Средний коэффициент преломления в видимом диапазоне (380 до 780 нм)	n	1,5

ЗАКАЛЕННОЕ И ЧАСТИЧНО ЗАКАЛЕННОЕ СТЕКЛО

ТЕРМИЧЕСКИ (ИЛИ ХИМИЧЕСКИ) ЗАКАЛЕННОЕ СТЕКЛО (ОБС)

Закаленное стекло характеризуется тем, что:

- производится в печи отжига при температуре от 600 до 700°C по предварительно изготовленной геометрии, с предварительной обработкой кромок и при необходимости с отверстиями
- при химической закалке: стекло погружается в расплав нитрата калия
- это стекло более закаленное чем термически закаленное стекло
- имеет большой предел прочности на растяжение при изгибе (стандарт DIN EN 1863)
- разбивается на мелкие кусочки при превышении предела прочности на растяжение при изгибе

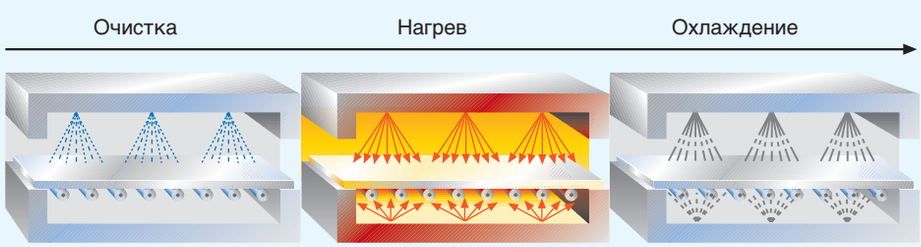
ЧАСТИЧНО ЗАКАЛЕННОЕ СТЕКЛО (ЧЗС)

Частично закаленное стекло отличается тем, что:

- производится таким же способом как закаленное стекло (ОБС) (отличается продолжительностью процесса охлаждения)
- имеет средний предел прочности на растяжение при изгибе
- разбивается при превышении нормального растягивающего напряжения при изгибе на более крупные осколки чем у ОБС
- свойства ЧЗС регламентируются стандартом DIN EN 1863
- определение ЧЗС по законодательству, регулирующему строительство, не является единым и не стандартизовано

Изготовление ОБС и ЧЗС:

- Мойка стекла
- Нагрев
- Быстрое охлаждение поверхности



Стекло ОБС/ ЧЗС, предназначенное для дальнейшей переработки и получения «триплекса», должно быть особенно гладким и ровным. „Волны спереди и сзади", а также деформация вокруг отверстий должны быть очень незначительными!
«Обычного» качества ОБС не достаточно для архитектурного остекления!

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РАЗНЫХ ВИДОВ СТЕКЛА

Предельное напряжением при ударном нагрузке:

	Флоат-стекло	ОБС	ЧЗС
Обычная прочность при изгибе «Статическая" нагрузка	45 [Н/мм²]	120 [Н/мм²]]	70 [Н/мм²]
Допустимое напряжение при изгибе Ударная нагрузка	80 [Н/мм²]	170 [Н/мм²]	120 [Н/мм²]

ПОСЛЕДУЮЩАЯ ОБРАБОТКА ФЛОАТ-СТЕКЛА

Перед укладкой и ламинированием триплекса используются следующие методы обработки флоат-стекла:

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

- **Резка стекла**
  (нанесение разметки, разламывание, резка струей воды или лазером)
- **Обработка кромки**
  (Обрезка кромок, шлифовка, полирование)
- **Сверление**
  (струей воды и алмазом)
- **Нанесение покрытия на стекло**
  (химическим/физическим методом)
- **Эмалирование/трафаретная печать**
- **Нанесение матового покрытия на стекло**
  (химическим методом/травление, механическая обработка)
- **Моллирование стекла**
  (моллирование под собственным весом, моллирование прессом)
- **Мойка стекла**
  (щетками/механическая, моечная техника под давлением)

Подробное описание данных процессов обработки стекла см. далее.

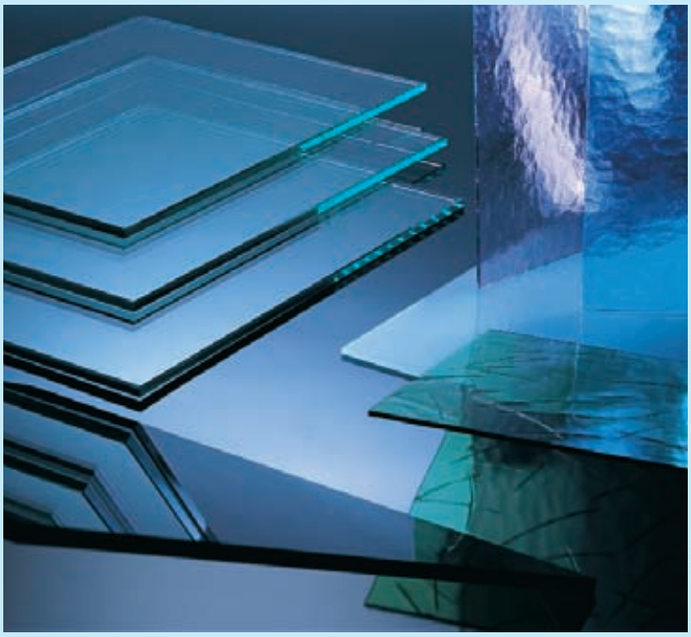


Фото: FALK Prozesswasser-Technik GmbH

НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЯ НА СТЕКЛО

Покрытие химическим методом

В процессе производства флоат-стекла на еще горячую поверхность стекла наносится оксид металла и таким образом прочно связывается со стеклом.

Стекло, с нанесенным таким образом слоем, может отражать падающий видимый свет и служит в качестве тепловой защиты. Стойкость такого покрытия не уступает долговечности поверхности обычного стекла.

Фото: arcon Beschichtungstechnik KG

Покрытие физическим методом

После того, как стекло изготовлено и нарезано, на него методом катодного напыления в вакууме в несколько слоев наносятся соединения металла. При этом частицы непрерывно и равномерно наносятся на поверхность стекла. В зависимости от разновидности оксидов металла слои получаются более или менее устойчивыми. Они менее стойки (коррозия и механические повреждения), чем химические покрытия. Все эти покрытия могут без последствий подвергаться очистке в моечных установках.

TROSIFOL® рекомендует предварительно проверить адгезию и совместимость покрытий с ПВБ-пленкой !

МОЛЛИРОВАНИЕ СТЕКЛА

При моллировании стекла используется такое его свойство, в соответствии с которым материал имеет не определенную точку плавления, а диапазон температуры плавления между 550°C и 560°C в зависимости от вида стекла. При этом используют предварительно изготовленные шаблоны, покрытые огнеупорным текстилем, на который затем для размягчения укладывается стекло. Процесс производства строительного стекла (где количество экземпляров и шаблонов сильно колеблется) осуществляется в основном при использовании изготовленных вручную шаблонов, в то время, как процесс производства автомобильного стекла был сильно упрощен и автоматизирован, так как в данном случае в основном используется только изогнутое стекло. Изготовление шаблонов связано с большими расходами и осуществляется станками с цифровым программным управлением, задание формы производится с помощью компьютера.
Различают гравитационное моллирование и моллирование прессом.

Гравитационное моллирование

При гравитационном моллировании два стекла с так называемым разделительным слоем между ними помещаются попарно на шаблон для моллирования под влиянием силы тяжести при температуре свыше 600°C. При этом толщина стекла, его размер, радиус гибки и комбинационные варианты влияют на процесс моллирования, а также на допуски. Диапазон, как правило, между 2 и 7 мм.

Каждая пара комплекта ветрового стекла автомобиля изготавливается в непрерывном процессе с тактом до 20 секунд в печах с газовыми горелками или электрически обогреваемых печах при температуре около 650°C. Возможно также применение шаблонов с кожухом, которые перемещаются через зону предварительного нагрева, зону гибки и зону охлаждения. Преимущества заключаются в возможности программирования процесса гибки, применении различных моделей ветрового стекла в кожухе с шаблоном и быстрой смене моделей. При гравитационном моллировании могут возникнуть проблемы из-за вынужденного формообразования, неправильного выравнивания или неправильного изменения контура одного из стекол, или из-за образования неровности поверхности в процессе охлаждения. Все факторы влияют на геометрию гибки, оптику и способность ламинирования стекла.

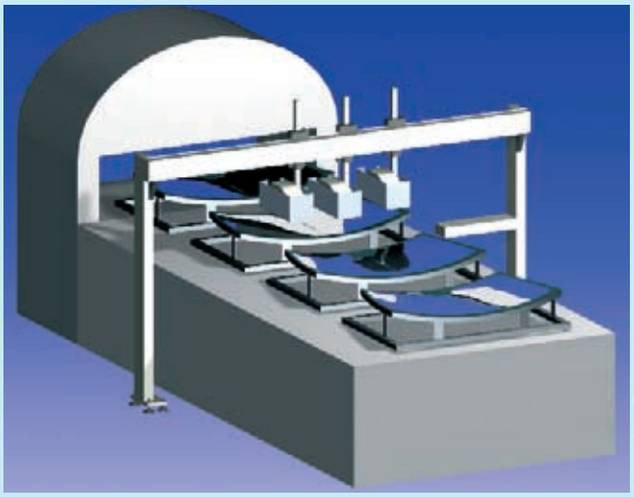


Фото: ISRA Glass-Vision

Моллирование прессом

В процессе моллирования прессом стекла по отдельности нагреваются до температуры гибки ок. 650°C и прессуются в формы под давлением. При этом необходимо обращать внимание на точное регулирование температуры, давления и времени гибки. Преимущества заключаются в короткой продолжительности одной операции (около 12 -15 сек., что касается ветровых стекол), а также в моллировании комплексной геометрии стекол и эффективной обработке очень тонких стекол. Так же, как и при гравитационном моллировании, необходимо обращать внимание на точную регулировку температуры в процессе охлаждения после гибки с целью предотвращения (нежелательной) закалки стекла.

ПОДГОТОВКА СТЕКОЛ

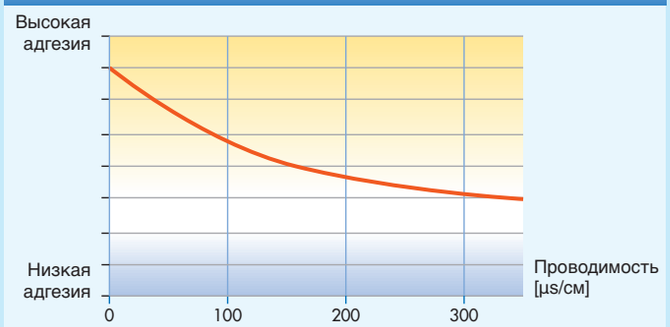
Подготовку стекол необходимо производить с особой тщательностью, так как уровень подготовки является решающим параметром при определении качества готового ламинированного стекла.

ФАКТОРЫ ВЛИЯЮШИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗОПАСНОГО МНОГОСЛОЙНОГО СТЕКЛА

Отдельные необработанные стекла для изготовления плоских многослойных стекол разрезаются на окончательные размеры. При этом необходимо обратить внимание на то, чтобы стекло было разрезано аккуратно, так как даже микротрещины на кромке стекла могут стать причиной разлома стекла в процессе ламинирования. Если количество дефектов увеличивается, то необходимо проверить инструмент для резки стекла и качество стекла.

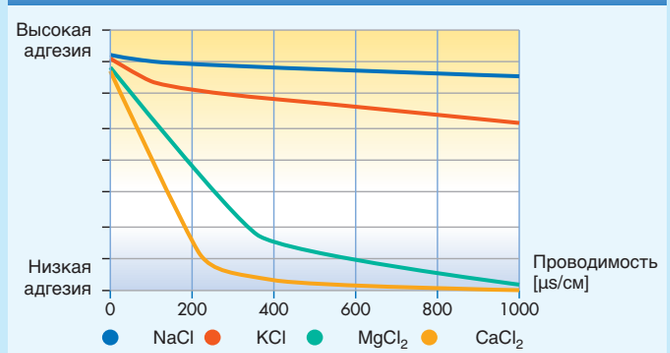
Так как готовый триплекс в дальнейшем согнуть невозможно, то при изготовлении гнутого стекла заготовки стекла необходимо гнуть попарно перед процессом ламинирования. Для этого из плоского необработанного стекла вырезается стекло необходимой формы. Необходимо учитывать, что внутреннее и наружное стекла имеют различный формат. После резки до нужного формата, которая осуществляется автоматическими установками или вручную с помощью шаблонов, кромки стекол обрабатываются на крестовом шлифовальном станке или шлифуется алмазным шлифовальным кругом.
Стекла затем подвергаются очистке в моечной установке для плоского стекла. Современные установки для мойки стекла, имеющие как правило, горизонтальный принцип работы, оборудованы вращающимися щетками и чистят безупречно поверхность стекла без применения моющих средств. Так как качество промывочной воды и чистота поверхности стекла существенно влияют на адгезию ПВБ-пленки к стеклу, то при последнем цикле мойки следует использовать дистиллированную воду ≤ 20 µS (по возможности ≤ 5 µS). Влияние проводимости промывочной воды на адгезию пленки TROSIFOL® иллюстрирует следующий график. Согласно данному примеру, при проводимости воды в 150 µS адгезия ПВБ-пленки к стеклу уменьшается в два раза.

ВЛИЯНИЕ ПРОВОДИМОСТИ ПРОМЫВОЧНОЙ ВОДЫ НА АДГЕЗИЮ СТЕКЛА



Вода из природных источников содержит, как правило, в определенных количествах растворенные соли. При этом в ней содержатся преимущественно так называемые «повышающие жесткость» ионы щелочноземельных металлов, такие как Ca^{++} и Mg^{++}, наряду, с такими ионами щелочи, например, как Na^{+} и K^{+}, содержащимся в незначительной концентрации. Первые обуславливают сильное снижение адгезии уже при содержании в незначительных концентрациях, в то время как ионы щелочи (здесь: хлориды) не оказывают ощутимого влияния на адгезию.

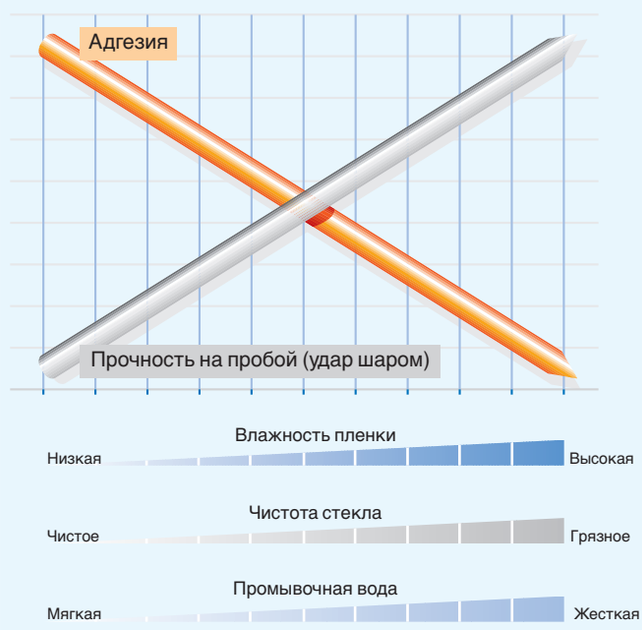
ВЛИЯНИЕ НА АДГЕЗИЮ ИОНОВ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ



На практике удаление ионов необходимо осуществлять способом дистилляции воды или при помощи обратного осмоса. При смешивании дистиллированной воды с природной, перед процессом мойки или во время его очень важен контроль жесткости воды или специфической электропроводимости.

МОЙКА СТЕКЛА

ОБЩИЕ ПРАВИЛА



Если из-за сильно загрязненного стекла во время первого цикла мойки используются моющие средства, то во время последнего цикла необходимо споласкивать стекло дистиллированной водой, прежде чем оно будет окончательно высушено сильным, отфильтрованным потоком теплого воздуха. При сушке воздушный поток должен быть направлен под углом к поверхности стекла, для того, чтобы сконцентрировать оставшиеся капли в одном углу на задней кромке стекла и затем удалить их.

Вымытые листы стекла, нарезанные в размер для производства гнутых ветровых стекол, проходят после процесса мойки, т.е. до укладки пленки TROSIFOL®, два дополнительных этапа обработки. После того, как стекла покинули моечную установку, на них тонким и равномерным слоем наносится разделительное средство для гибки, для того, чтобы избежать склеивания пары стекол в печи для моллирования стекла при температуре около 630°C. В качестве разделительного средства используются, например: тальк, кизельгур или сульфат натрия. Эти материалы напыляются либо всухую, либо в виде водной суспензии (дистиллированная вода) и / или соответствующего раствора.

Так как остатки разделительного средства на поверхности стекла могут стать причиной значительного ухудшения оптических свойств готовых ветровых стекол, а также адгезии к стеклу, то данное средство необходимо тщательно удалить до укладки пленки TROSIFOL®. Это можно сделать водой в автоматических моечных установках или вручную. Некоторые разделительные средства можно удалить после процесса гибки при помощи хорошего пылесоса и щеток.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ СТЕКЛА ИЗ-ЗА

- осадка после мойки / ополаскивания ("известковый осадок")
- разделительного средства для гибки (бикарбонат, кизельгур...)
- остатки коррозии
- масла/ жиры для смазки режущего инструмента
- остатки поверхностно-активных веществ моющих средств.

Для производства плоских многослойных стекол могут использоваться вымытые, чистые и сухие стекла непосредственно после процесса мойки. Температура стекол перед укладкой пленки должна все же быть от 25° до 30°C, так как ПВБ-пленка прочно приклеивается к теплому стеклу.

Фото: Kloepper Maschinentechnik GmbH & Co. KG

Подготовка/ переработка пленки TROSIFOL®

- Форма поставки и хранение
- TROSIFOL® с разделительной полиэтиленовой пленкой
- TROSIFOL® в охлажденном виде
- Резка пленки TROSIFOL®
- Хранение TROSIFOL® после резки
- Вытягивание ПВБ-пленки (придание формы)
- Способ непрерывного вытягивания

* Фото: Бентелер Машиненбау ГмбХ & Ко. КГ

ФОРМА ПОСТАВКИ И ХРАНЕНИЕ

Пленка TROSIFOL® склеивается в рулоне при комнатной температуре несмотря на шероховатую поверхность пленки. Этот феномен обозначают также как слипание (склеивание).
Во избежание слипания и вместе с тем непригодности для обработки ПВБ-пленки в рулоне необходимо принимать следующие меры:

Возможным способом предупреждения слипания является наматывание предназначенной для этого пластиковой разделительной пленки – здесь преимущественно тонкая тисненая разделительная полиэтиленовая пленка. Этот способ был разработан и запатентован компанией TROSIFOL® и находит сегодня широкое применение. Следующим способом является охлаждение пленки до температуры 8°C или ниже. При этом сильно уменьшаются клеющие свойства пленки и становится возможной дальнейшая обработка пленки без всяких проблем. Тем не менее последний способ является очень энергоемким и поэтому связан с большими затратами. Обе формы поставки пленки далее будут более подробно описаны.

Фото: Бентелер МашиненбауГмбХ & Ко. КГ

TROSIFOL® С РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКОЙ

Благодаря применению структурированной разделительной полиэтиленовой пленки между отдельными слоями пленки TROSIFOL® можно избежать склеивания поверхности пленки в рулоне. TROSIFOL® с разделительной полиэтиленовой пленкой в оригинальной упаковке может храниться в обычном сухом помещении. TROSIFOL® с разделительной полиэтиленовой пленкой в фирменных запечатанных полиэтиленовых мешках может храниться на складе по меньшей мере три года без изменения качества пленки. При хранении рулонов TROSIFOL® с разделительной полиэтиленовой пленкой в фирменной упаковке температура в помещении не должна превышать 30°C. Возможно хранение данных рулонов на холодном складе, т.е. при температуре около 8°C. Так, например, хранение открытых рулонов в кондиционируемом складском помещении особенно удобно тогда, когда, например, производится небольшая партия ветровых стекол часто меняющихся типов, или если формат плоского триплекса для строительного сектора не требует обработки полного рулона TROSIFOL®.

TROSIFOL® предлагает на выбор ПВБ-пленку с и без разделительной полиэтиленовой пленки, причем нанесение разделительной полиэтиленовой пленки осуществляется в процессе намотки при производстве пленки. Данный способ производства пленки позволяет избежать в последующем загрязнения пленки при перемотке.
Как при намотке, так и при размотке пленки следует не допускать дополнительного загрязнения пленки вследствие попученного электростатического заряда.
Этого можно избежать, к примеру, используя нейтрализаторы электростатического заряда или ионизированный воздух в области намотки пленки.

Фото: АРМАТЕК Фирхаус ГмбХ

TROSIFOL® В ОХЛАЖДЕННОМ ВИДЕ

Если ПВБ-пленка наматывается, хранится и транспортируется при температуре ≤ 8°C, то от разделительных средств, предотвращающих склеивание пленки в рулоне, можно отказаться. Данное свойство используется для пленки TROSIFOL® в охлажденном виде. Транспортировка TROSIFOL® в охлажденном виде осуществляется в специально охлажденном грузовом автомобиле. Хранение пленки TROSIFOL® в охлажденном виде в оригинальной упаковке осуществляется при температуре ≤ 8°C и преимущественно при нерегулируемой влажности воздуха. Часто при разматывании рулонов пленки в охлажденном виде, которые в дальнейшем длительное время нагревались при температуре ≥ 8°C не избежать повреждения пленки. Также, при дальнейшем охлаждении до более низкой температуры, слипшиеся слои пленки расклеить сложно.
При температуре помещения для укладки ≥ 8°C, пленку в охлажденном виде необходимо самое позднее спустя 2-3 часа полностью размотать, уложить или соответственно раскроить.

TROSIFOL® с разделительной полиэтиленовой пленкой и TROSIFOL® в охлажденном виде отличаются друг от друга лишь формой поставки, а не химическим составом пленки. Поэтому лишь при подготовке пленки, а не при производстве комбинированного материала, мы наблюдаем различные технологические процессы. TROSIFOL® с разделительной полиэтиленовой пленкой имеет преимущество по сравнению с пленкой в охлажденном виде – это возможность хранения вскрытых рулонов в кондиционируемом складском помещении. В то время как рулоны пленки в охлажденном виде уже перед нагревом

до температуры складского помещения должны быть размотаны и раскроены, открытые рулоны TROSIFOL® с разделительной полиэтиленовой пленкой могут храниться в кондиционируемом помещении при температуре от 18 до 20°C и при относительной влажности воздуха от 25 до 30%, при этом отдельные слои пленки не склеиваются и не изменяется заранее заданная влажность пленки прим. 0,45%. Слишком влажную пленку перед обработкой при относительной влажности воздуха 25 - 30 % можно заново климатизировать. При таких условиях снова устанавливается обычная для обработки влажность пленки около 0,4 - 0,5 %. При повторном климатизировании пленку необходимо свободно подвесить, либо в раскроенном виде, либо в виде пленочной ленты. Дополнительное кондиционирование пленки в рулонах или в штабелях невозможно или соответственно требует много времени.

Укладку пленки TROSIFOL® в кондиционируемом помещении (18 - 20°C / 25 - 30 % относительная влажность воздуха) можно осуществлять прямо из рулонов, так как пленка уже перед поставкой имеет необходимую влажность.

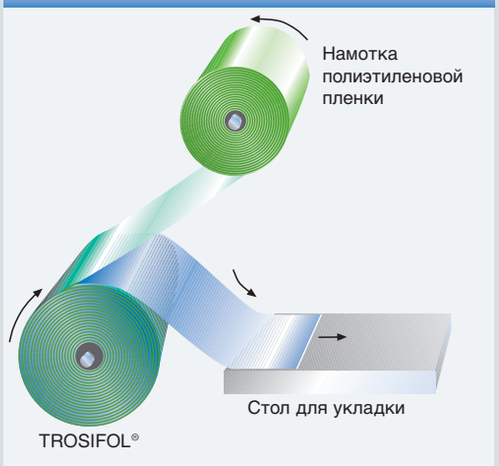
TROSIFOL®	
с разделительной полиэтиленовой пленкой	**в охлажденном виде / без разделительной полиэтиленовой пленки**
Хранение в упаковке без кондиционирования при максимальной температуре +30°C	Хранение и транспортировка при охлаждении до +8°C
Простое хранение оставшихся рулонов в кондиционируемом помещении для укладки при часто меняющихся форматах стекла	Хранение оставшихся рулонов • герметично при температуре +8°C без регулирования влажности помещения • в открытом виде при температуре +8°C и при относительной влажности воздуха 25 - 30%
Слипание невозможно	Никаких отходов полиэтиленовой пленки
Качество обоих изделий одинаково!	

РЕЗКА ПЛЕНКИ TROSIFOL®

Резка

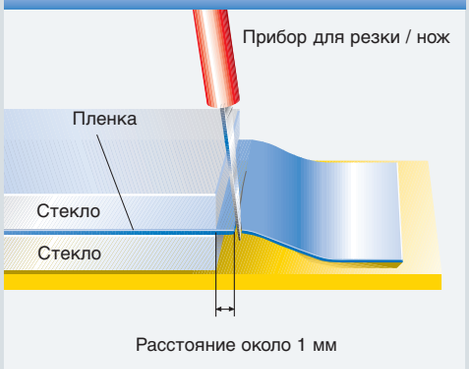
При разматывании рулонов TROSIFOL® для того, чтобы избежать неравномерного растягивания эластичной пленки, что позже может привести к её усадке, необходимо обращать внимание то, чтобы плёночное полотно вытягивалось по всей ширине с равным натяжением. Разматывание пленки TROSIFOL® с разделительной полиэтиленовой пленкой можно осуществлять используя простое техническое приспособление (см. иллюстрацию).

РАЗМАТЫВАНИЕ ПЛЕНКИ TROSIFOL®



Если необходимо резать большее количество пленки TROSIFOL® для изготовления ветровых стекол, то можно использовать полностью автоматизированную установку для резки и штабелирования пленки. Такая установка может делать трапецевидный раскрой пленки, с помощью которого при производстве ветрового стекла достигается значительная экономия пленки по сравнению с прямоугольным раскроем. При этом добавляют немного в длине, чтобы компенсировать обусловленную процессом производства незначительную усадку пленки.

ОБРЕЗКА ПЛЕНКИ



При меньших объемах переработки пленка растягивается вручную на столе, имеющем внизу подсветку, что делает возможным проверку пленки. На таком стеклянном столе пленка разрезается прочным острым лезвием. Цветная клейкая лента под стеклом облегчает соблюдение желаемой длины отрезков. При быстрой размотке разделительной полиэтиленовой пленки может появиться статический заряд, вследствие чего повышается риск загрязнения ПВБ-пленки. Поэтому необходимо строго следить за чистотой в помещении, а также рекомендуется устранять статический заряд посредством ионизации воздуха. Статический заряд можно также убрать посредством прикосновения к поверхности пленки тонкой, заземленной полоской металлической пленки.

ХРАНЕНИЕ ПЛЕНКИ TROSIFOL® ПОСЛЕ РЕЗКИ

Чтобы привести пленку в охлажденном виде перед процессом укладки к благоприятной комнатной температуре, рулоны пленки TROSIFOL® в охлажденном виде можно развернуть и разделить на отрезки. Отрезки складываются в штабеля, горизонтально на подставки, причем высота штабеля отрезков не должна превышать 10 см. Отрезки пленки должны храниться исключительно в кондиционируемых помещениях при температуре около 18 - 20°C и относительной влажности воздуха 25 - 30 %, иначе первоначально установленная влажность со временем изменится и пленка не будет иметь необходимую для обработки оптимальную ведичину влажности.
TROSIFOL® с разделительной полиэтиленовой пленкой как правило хранится в оригинальной упаковке при комнатной температуре. Так как при данной форме поставки влажность пленки заранее оптимально задана, то после извлечения из оригинальной упаковки ее можно разворачивать и укладывать непосредственно между двумя стеклами. Резка рулона в таком случае производится в помещении для укладки.
Разделительная полиэтиленовая пленка удаляется либо при разворачивании, либо - если пленка TROSIFOL® и разделительная полиэтиленовая пленка разворачивались и разрезались одновременно - перед накладыванием второго стекла сверху на TROSIFOL®.

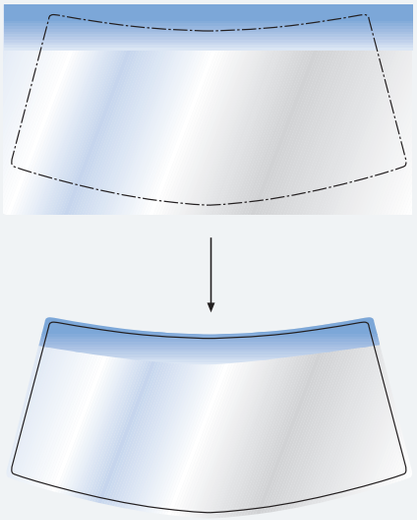
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ УСЛОВИЯ В ПОМЕЩЕНИИ ДЛЯ УКЛАДКИ ПЛЕНКИ

- Шлюзовый затвор двойной двери для персонала
- Легкое избыточное давление с фильтрованным воздухом
- Антистатические коврики под дверью
- Температура в помещении 18 - 20°C
- Относительная влажность воздуха 25 - 30%
- Ограниченный доступ персонала
- Снаряжение персонала
  - безволоконные комбинезоны
  - сетки для волос
- Регулярная чистка пола и установок (также в области потолка)
- Температура стекла 25 - 30°C

ВЫТЯГИВАНИЕ ПВБ-ПЛЕНКИ (ПРИДАНИЕ ФОРМЫ)

При применении пленки TROSIFOL® VG в автомобильной промышленности – как бесцветной, так и специальной пленки с цветной полосой, при подготовке к ламинированию пленка разрезается по величине ветрового стекла и вытягивается, т.е. асимметрично подгоняется под форму стекла при температуре 90 - 100°C. Цель предварительной обработки – экономия обрезков ПВБ-пленки и вместе с тем особенно эффективное использование сырья и материалов при больших объемах производства ветровых стекол, а также подгонка цветной полосы под геометрию стекла.
В некоторых случаях вытягивание используется для того, чтобы устранить усадку пленки; вытягивание и растяжение пленки все же не являются двумя непосредственно сопоставимыми друг с другом процессами.
Различают следующие способы вытягивания:

ПРИНЦИП ПРОЦЕССА ВЫТЯГИВАНИЯ



Вытягивание в печи

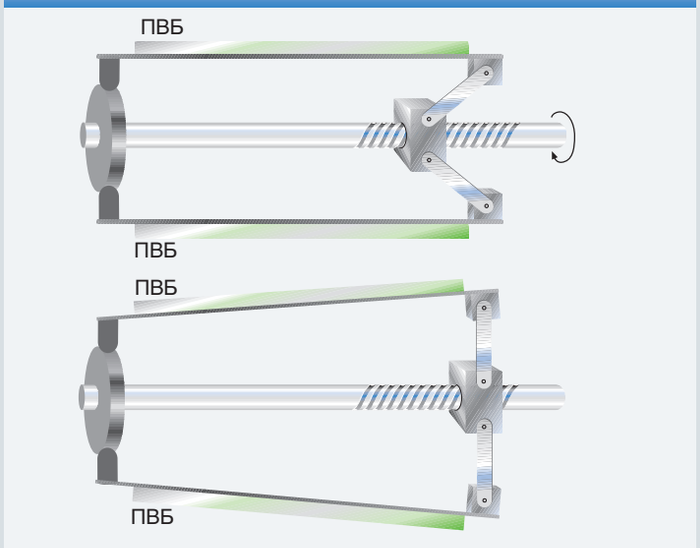
1. Например, зажать 10 отрезков пленки слева и справа с двух сторон между двух прижимных планок
2. Без натяжения нагревать в печи с циркулирующим воздухом в течение 20 мин. до 90°C
3. Отрезки пленки трапециевидно натянуть под правильным углом
4. Отрезки нагревать в течение 20 мин. до 90°C
5. Охладить под натяжением и раскондиционировать

Вытягивание на растяжимых конических валах

Автомобильная пленка TROSIFOL® нагревается с разделительной полиэтиленовой пленкой на растяжном коническом вале при температуре около 100°C и асимметрично вытягивается.

Способ достаточно прост. Недостатками данного способа являются: последующее удаление полиэтиленовой разделительной пленки, необратимое изменение поверхности пленки, а также дополнительное специфическое влажное кондиционирование. Альтернативно ПВБ-пленку при соответствующей температуре можно также вытянуть на неподвижном, нерегулируемом коническом вале. Но, тем не менее, упомянутые выше недостатки этого способа остаются.

ПРИНЦИП ВЫТЯГИВАНИЯ НА РАСТЯЖИМОМ КОНИЧЕСКОМ ВАЛЕ



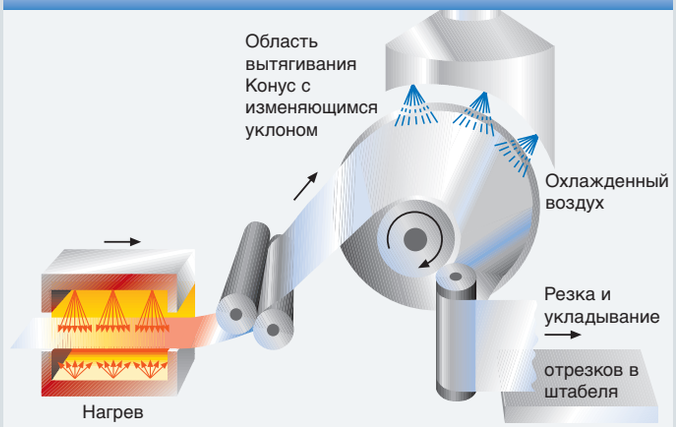
СПОСОБ НЕПРЕРЫВНОГО ВЫТЯГИВАНИЯ

Описанный ниже способ непрерывного вытягивания является более эффективным и экономичным по сравнению с описанным выше.

Способ вытягивания на простом конусе

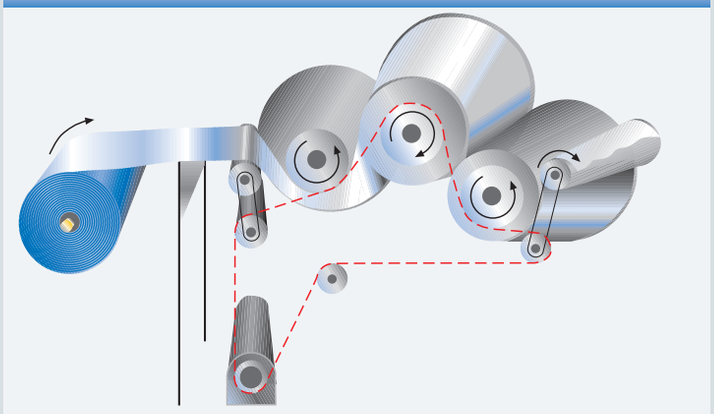
При данном способе ПВБ-пленка вытягивается непрерывно на простом конусе с регулируемым уклоном. Температура вытягивания - около 90 -100°C, максимальная скорость обработки 10 м / мин.

СПОСОБ ВЫТЯГИВАНИЯ НА ПРОСТОМ КОНУСЕ



Преимущества данного способа заключаются в простой регулировке радиуса вытягивания, в разумной функциональной производительности как для прозрачной пленки, так и для пленки с цветной полосой, а также в том, что не требуется дополнительного кондиционирования пленки. Недостатками данного способа являются сравнительно большие капиталовложения, технически возможные колебания по толщине и зависимость от процесса производства колебаний радиусов вытягивания.

СПОСОБ ВЫТЯГИВАНИЯ НА КОМБИНАЦИИ КОНУСОВ



Способ вытягивания на комбинации конусов

Здесь используются несколько последовательно подключенных конических валов с определенным уклоном – как для вытягивания, так и для дополнительного охлаждения пленки. При этом смена радиуса достигается изменением позиции пленки на конусе. Это более трудоёмкий процесс, чем процесс вытягивания на простом конусе, и связан с еще большими капиталовложениями.

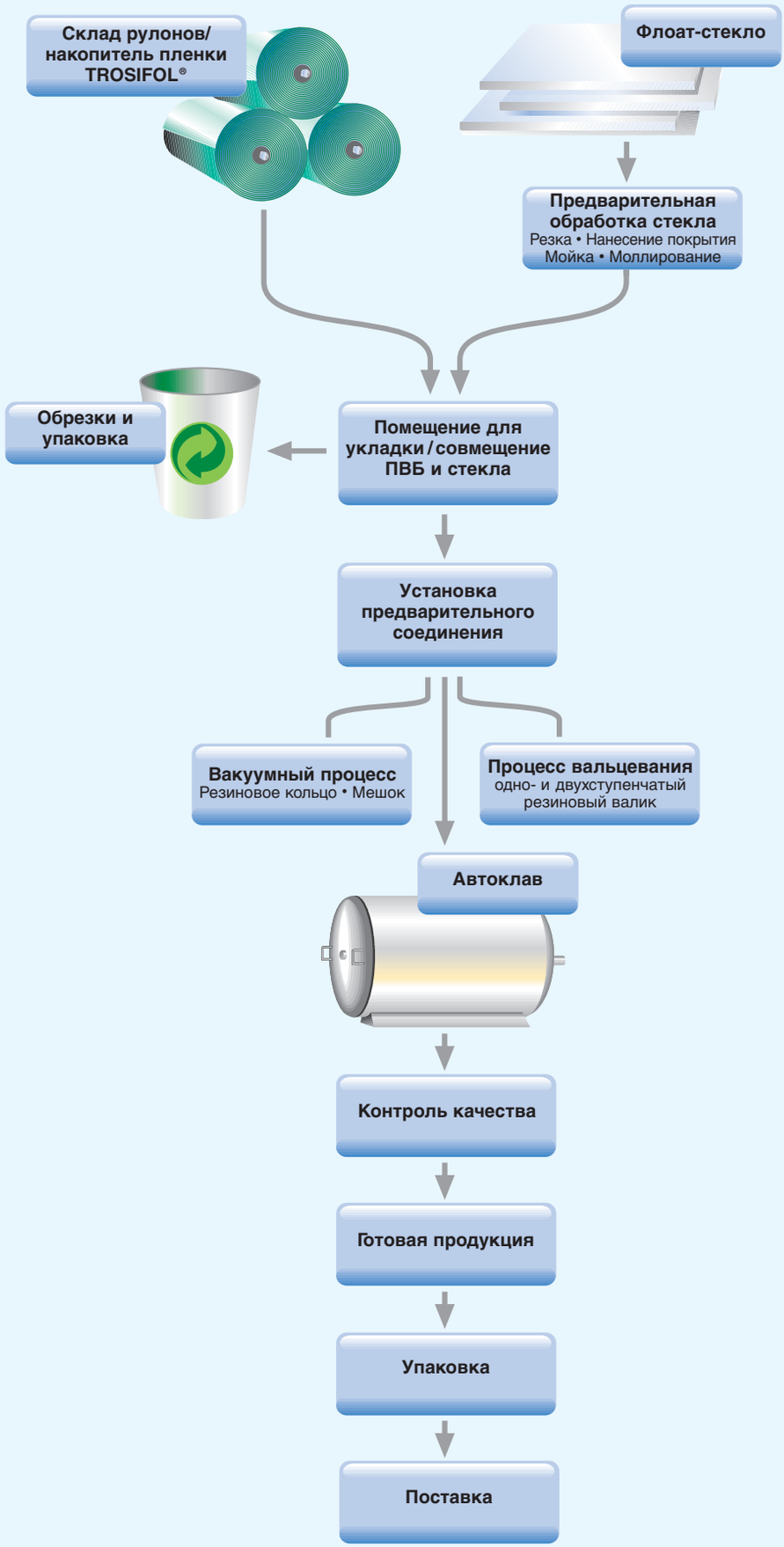
УСЛОВИЯ ВЫТЯГИВАНИЯ ПВБ-ПЛЕНКИ

- Температура вытягивания: 90 - 100°C
- Время вытягивания: 10 - 30 сек.
- Радиус вытягивания: как задано
- Температура охлажденной пленки: 20 - 30°C
- Температура хранения вытянутых / сложенных в штабеля отрезков пленки: ≤18°C

Производство триплекса для архитектурных сооружений

- Схема процесса
- Производство триплекса для архитектурных сооружений
- Производство предварительного соединения: способ вальцевания
- Производство предварительного соединения: вакуумный способ
- Автоклавный процесс
- Важные параметры
- Производство многослойного безопасного стекла при использовании закаленного/частично закаленного стекла
- Последующая обработка/контроль

СХЕМА ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ТРИПЛЕКСА



ПРОИЗВОДСТВО ТРИПЛЕКСА ДЛЯ АРХИТЕКТУРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Как при производстве изогнутого многослойного безопасного стекла для автомобильной промышленности (см. главу 7), так и плоского и изогнутого триплекса для архитектурного остекления непосредственное прессование свободно уложенного сэндвича (стекло / пленка / стекло) и других перерабатываемых материалов не является подходящим способом изготовления триплекса без воздушных пузырей.

Поэтому перед автоклавным процессом создается так называемое предварительное соединение, от доброкачественности которого существенно зависит качество многослойного безопасного стекла.
При производстве предварительного соединения используют различные методы: способ вальцевания валиками/рулонным прессом и вакуумный способ. Последний подразделяется на вакуумный способ с использованием мешка (аналог метода ASAHI) и вакуумный способ с использованием кольца.

Многослойное стекло может также производиться безавтоклавным методом. При этом речь идёт о безавтоклавном процессе производства многослойного безопасного стекла с более длительным процессом вакуумного соединения в качестве компенсации недостающего автоклавного процесса прессования под давлением (см. главу 10).

Помещение для укладки

При соединении различных слоев плоского и/или гнутого стекла – при минимальной толщине стекла 3 мм – с одним или несколькими слоями пленки TROSIFOL®, пленка укладывается непосредственно из рулона (исключение: маленькие форматы). При производстве крупноформатных стекол до 3,21 x 6,00 м (так называемый формат Jumbo) процесс укладки слоев стекла и обрезания кромок является преимущественно автоматизированным.

На фото: Kloepper Maschinentechnik GmbH & Co. KG

При производстве гнутых стекол слои триплекса укладываются чаще всего вручную и полученное соединение, как правило, подвергается одному из вакуумных процессов: в резиновом полимерном мешке или в резиновом кольце.

ПРОИЗВОДСТВО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ: СПОСОБ ВАЛЬЦЕВАНИЯ

Самым распространенным способом производства предварительного соединения для плоского строительного многослойного безопасного стекла является способ вальцевания (или способ каландровки). Данный метод позволяет добиться высокой скорости обработки безопасного многослойного стекла большого формата.

В зависимости от технологии используются вентилируемые печи с прижимными валами, имеющие одну или две зоны нагрева, а также оснащенные одной или двумя парами валов. Это могут быть печи с инфракрасными лучами, печи с циркулирующим воздухом или электрические печи. Прессовальные валы состоят преимущественно из одного массивного цилиндра или нескольких соединенных цилиндров (гнутое стекло). Целью каждого процесса производства предварительного соединения - независимо от его проведения - является:

- устранение воздуха между ПВБ-пленкой и поверхностью стекла;
- соединение / склеивание пленки со стеклом по всей поверхности во избежание преждевременного отделения пленки от стекла перед автоклавным процессом и
- герметизация кромок соединения во избежание проникновения воздуха во время автоклавного процесса.

Создание предварительного соединения с помощью валов в два этапа оказалось выгодным. Свободно уложенные слои триплекса из плоских стекол и пленки нагреваются в коротком туннеле средневолновыми инфракрасными лучами до температуры около 35°C (на поверхности стекла). Затем нагретое соединение проходит через пару резиновых валов, где из него выходит большая часть воздуха. Сразу же после этого соединение нагревается в другом, более длинном инфракрасном туннеле до температуры 60-70 °C (на поверхности стекла). По мере прохождения через вторую пару резиновых валов из соединения выдавливается практически весь оставшийся воздух, а кромка герметизируется. Качество предварительного соединения можно увидеть на рисунке с изображением вальцованных слоев триплекса: стекла должны иметь слегка полосатую сероватую структуру, равномерно распределенную по всей поверхности. Лишь небольшая зона вокруг кромки стекол должна быть прозрачной. Расстояние между первой парой валов должно быть приблизительно на 1 мм, а зазор между второй парой валов приблизительно на 2 мм у́же общей толщины стекла и пленки. При соединениях с большой толщиной – когда используются несколько толстых слоев пленки - зазор, возможно, должен быть уменьшен. Пневматические цилиндры прессовальных валов для плоского предварительного соединения имеют давление 5-7 бар. Так как при нагревании предварительного соединения для получения многослойного соединения важную роль играет в основном теплопроводность поверхности стекла к плёнке TROSIFOL®, то для равномерного нагрева слоев триплекса требуется определенное время. По этой причине скорость прохождения и подводимая энергия нагрева должны быть установлены таким образом, чтобы возникло оптимальное предварительное соединение. Все данные по температуре являются приблизительными и зависят от типа многослойного безопасного стекла и от способа нагрева в туннеле предварительного соединения.

Наряду с вышеупомянутыми переменными величинами процесса существуют также другие важные параметры, как, например, текучесть пленки (реология), шероховатость пленки, а также волнистость поверхности закаленного стекла и покрытие стекла/ окраска. Последние изменяют поглощение тепла в печи и вместе с тем температуру поверхности стекла соединения. До момента окончательного склеивания кромок стекол между собой, происходит полное удаление воздуха из соединения. После герметизации кромок оставшийся воздух больше не сможет выйти, что приведет к образованию пузырей в готовой продукции. Поэтому удаление воздуха должно происходить при более низкой температуре, чем температура герметизации. С другой стороны, температура должна быть достаточно высокой, чтобы обеспечить плотное соединение ПВБ-пленки с поверхностью стекла. Без этого многослойное стекло преждевременно расклеится, а воздух снова проникнет через кромку между слоями стекла.

Используемые системы нагрева могут устаревать. При частом использовании средневолновых излучателей необходимо учитывать то, что излучаемый свет из-за сгоревших частичек пыли смещается в сторону больших длин волн.
С течением времени из нагревателя со световым излучением получается конвективный нагрев воздухом с соответственно удлиненным временем цикла.

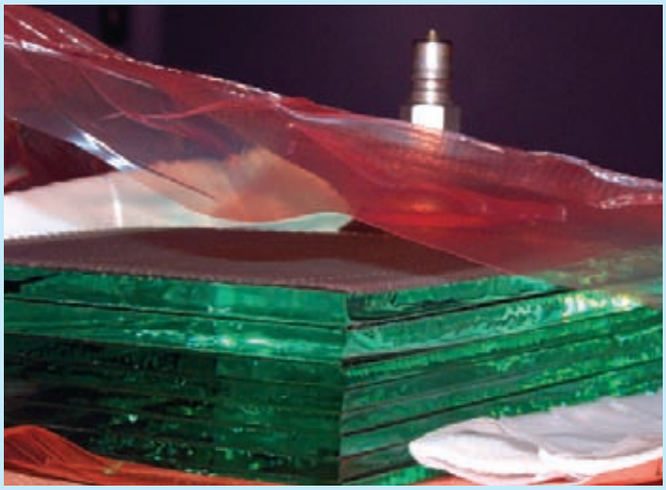
ПРОИЗВОДСТВО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ: ВАКУУМНЫЙ СПОСОБ

Производство предварительного соединения по вакуумной технологии осуществляется в несколько этапов, как и при производстве автомобильного стекла, которое описано в главе 7. Вакуумный способ с использованием мешка, а также вакуумный способ с использованием кольца в области архитектурного остекления обычно применяется для изготовления гнутого стекла и многослойных соединений стекла и пленки. Из-за трудностей в обработке предварительное соединение крупноформатного стекла осуществляют, как правило, другим способом. При штучном производстве специальных конструкций вакуумный способ может при определенных обстоятельствах иметь свои преимущества, также как и при ламинировании других дополнительных материалов, наряду со стеклом и ПВБ.

Технология вакуумной обработки – из-за неоднородности гнутых стекол – скорее нетипична для остекления архитектурных сооружений. При всех способах вакуумной обработки предварительного соединения необходимо обращать внимание на то, чтобы удаление воздуха из пар стекол, подвергающихся обработке, заканчивалось перед началом нагрева (около 10 мин., лучше немного больше). Только таким образом можно избежать быстрого склеивания краев и вместе с тем неполного удаления воздуха. Вакуум необходимо поддерживать в течение всей процедуры нагрева (около 20 мин.), и он должен достигать по меньшей мере 0,1 – 0,2 бар (- 0,8 до - 0,9 бар / около 80 – 150 гПа). При температуре циркулирующего воздуха около 100 - 120°C в нагревательном туннеле или в термошкафу на поверхности стекла достигается необходимая температура 95 - 105°C. Предварительное соединение, произведенное вакуумным способом, является обычно более прозрачным, чем предварительное соединение, произведенное способом вальцевания. Оптимальные условия обработки, а именно температура и время выдержки в нагревательном тоннеле, подбираются экспериментально. Они зависят от конкретного оборудования.

Обобщенно можно выделить следующие важнейшие факторы для достижения оптимального вакуумного соединения:

- Начальная температура триплексного соединения перед процессом эвакуации воздуха (≤ 30°C);
- Продолжительность „холодного вакуума“ перед процессом нагрева (по меньшей мере 10 мин.);
- Параметры вакуума (например, около 0,1 – 0,2 бар);
- Плотность мешка / резинового кольца
- Температура мешка или резинового кольца перед началом процесса (≤ 25°C)
- Общая толщина стекла и форма ламинируемого соединения



АВТОКЛАВНЫЙ ПРОЦЕСС

Предпосылки и условия для автоклавного процесса во многом схожи с описаниями в главе 7. Данный процесс является последним этапом ламинирования стекла. Качество данного процесса зависит от правильного выбора температуры, давления и времени и определяет:

- сколько остаточного воздуха эффективно удаляется в процессе создания предварительного соединения;
- как осуществляется контакт между стеклом и пленкой благодаря текучести пленки;
- как предотвратить проникновение воздуха в уже загерметизированное стекло.

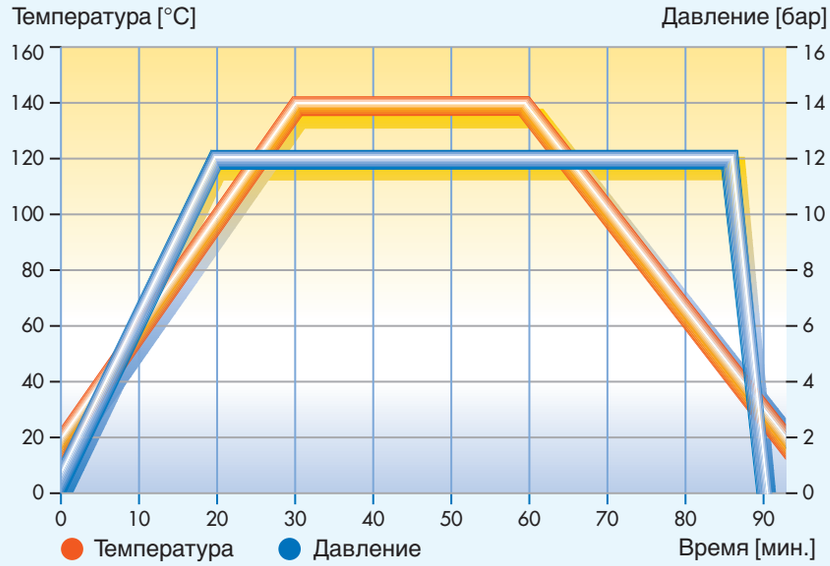
Правильный выбор параметров процесса даёт конечный продукт с желаемыми свойствами. Соединения, имеющие большую толщину и больший формат, требуют, по сравнению с более тонкими многослойными стеклами, такими как например, ветровые стекла, изменения параметров автоклавного процесса.

Нагревание и охлаждение стекла в данном случае должно происходить медленнее, чтобы в итоге в многослойном безопасном стекле отсутствовали внутренние напряжения. Продолжительность циклов обработки зависит от характеристик оборудования, а также количества стекла и может составлять в зависимости от программы возрастания давления и температурных изменений от 1 до 6 часов. Параметры процесса могут оптимизироваться по результатам проведенных собственных испытаний.

На фото: Maschinenbau Scholz GmbH & Co. KG

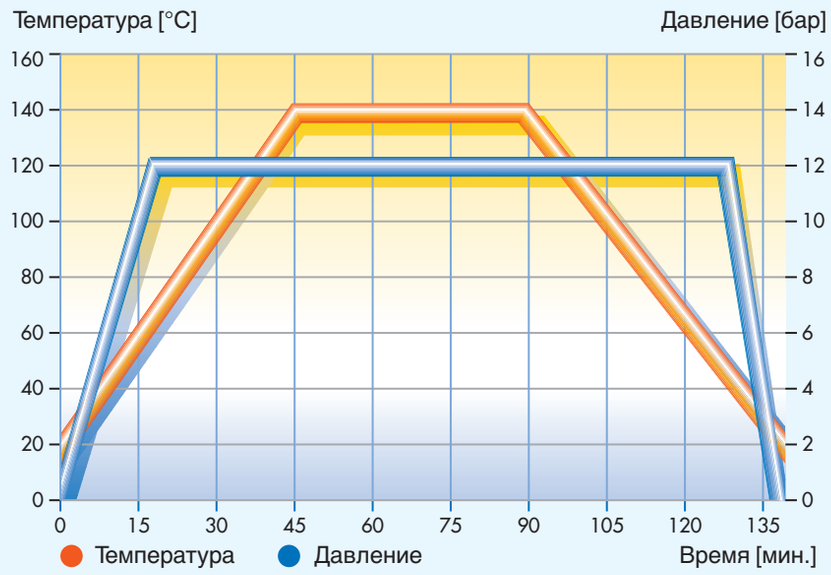
АВТОКЛАВНЫЙ ПРОЦЕСС TROSIFOL® – 90 МИНУТ

Пример для конструкций 3 + 3 + 0,38 / 0,76 мм или 4 + 4 + 0,38 / 0,76 мм



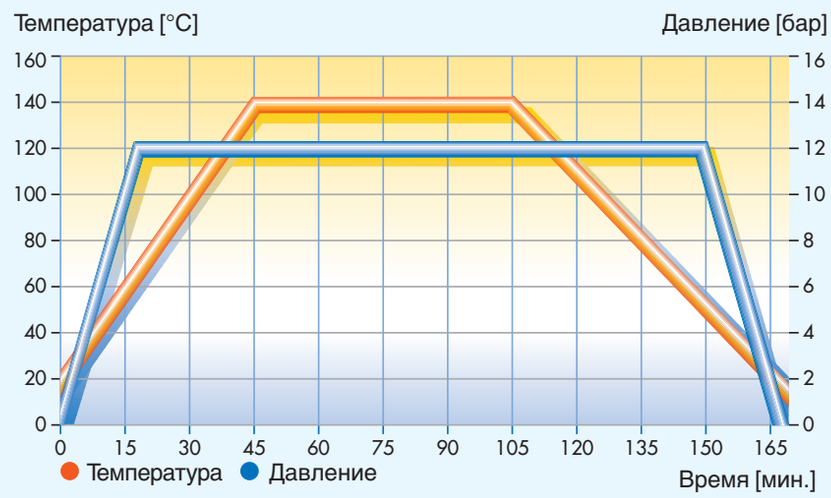
АВТОКЛАВНЫЙ ПРОЦЕСС TROSIFOL® – 135 МИНУТ

Пример для конструкций от 10 до 15 мм



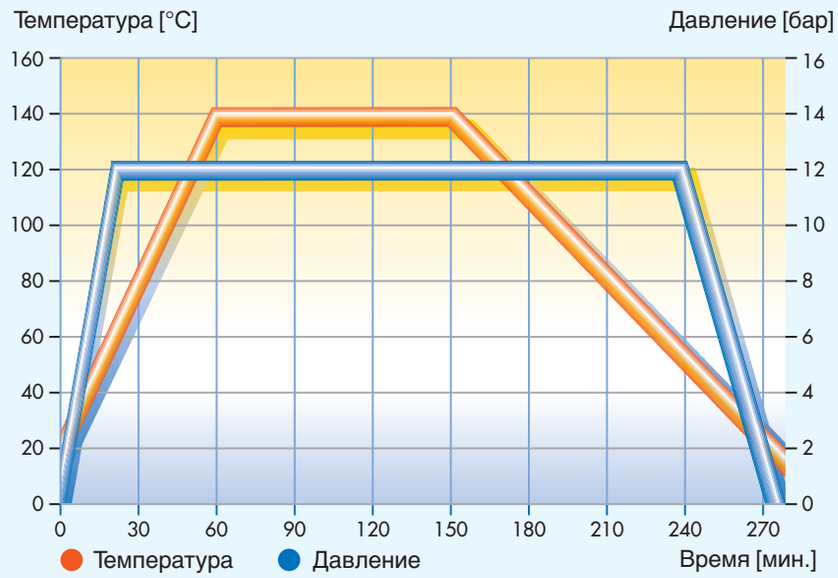
АВТОКЛАВНЫЙ ПРОЦЕСС TROSIFOL® – 165 МИНУТ

Пример для конструкций до 20 мм



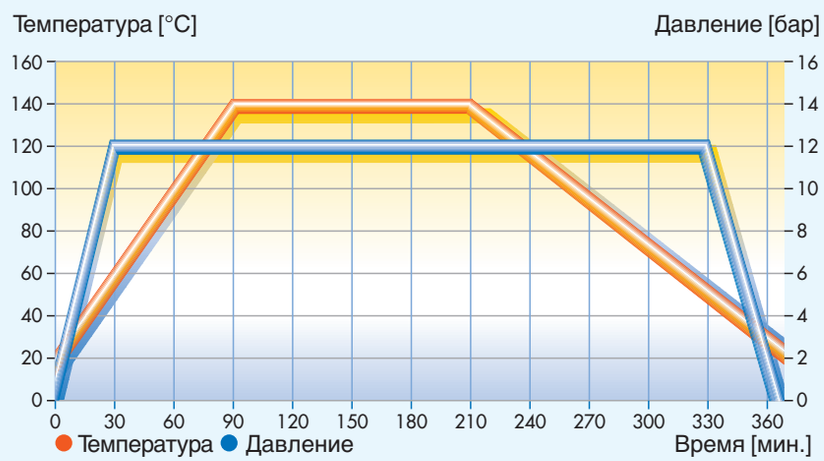
АВТОКЛАВНЫЙ ПРОЦЕСС TROSIFOL® – 270 МИНУТ

Пример для конструкций от 20 до 40 мм



АВТОКЛАВНЫЙ ПРОЦЕСС TROSIFOL® – 360 МИНУТ

Пример для конструкций свыше 40 мм



ВАЖНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

1. Общее время автоклавного процесса зависит в частности от характеристик оборудования и может составлять в зависимости от программы возрастания давления, высоты давления и температурных изменений от 1 до 6 часов;

2. Определяя время выдержки, необходимо учитывать количество стекла в автоклаве (формат стекла, количество стекол);

3. Качество триплекса зависит также от давления, температуры и времени выдержки в автоклавном процессе;

4. Триплекс большой толщины нужно нагревать и охлаждать достаточно медленно, чтобы в итоге в многослойном безопасном стекле отсутствовали внутренние напряжения;

5. Необходимо обращать внимание на то, чтобы нигде не возникло непосредственного контакта стекла с металлом;

6. Расстояние между отдельными стеклами должно быть примерно равно их толщине. В качестве разделителей часто используются стержни из твердой древесины или металлические стержни с силиконовым покрытием;

7. Давление и температуру нужно повышать одновременно;

8. Минимальное время выдержки для тонкого стекла должно составлять 30 мин;

9. Давление во время выдержки и последующей фазы охлаждения должно составлять около 12 бар;

10. Температура во время выдержки должна находиться в диапазоне от 135 до 145 °C. Нужно поддерживать данную температуру, так как при более низкой температуре в автоклаве возрастает вероятность возникновения пузырей;

11. В любом случае нужно избегать температуры свыше 160°C (выход пленки/изменение цвета пленки/сгорание автоклава);

12. Во время фазы охлаждения при полном сохранении давления содержимое автоклава охлаждается до температуры стекла 40°C. Затем давление из автоклава выпускается.

ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ АВТОКЛАВА

- Избегать оседания пластификатора внутри автоклава / на внутренней изоляции
- Регулярная чистка внутреннего резервуара посредством вытопки согласно указаниям изготовителя, например:
  1.) Нагреть до 150°C при давлении ≥ 5 бар;
  2.) Выдержать 30 мин;
  3.) Через 20 мин снизить давление до нулевой отметки;
  4.) Снизить температуру.
- Избегать скопления легковоспламеняющихся жидкостей (например, смазочных материалов и т.д.)
- Не оставлять никаких вспомогательных средств или других воспламеняющихся материалов в автоклаве (древесина, бумага, пластмасса, тряпки для чистки, перчатки и т.д.)
- Регулярно проводить техобслуживание системы фильтров компрессора

ПРОИЗВОДСТВО МНОГОСЛОЙНОГО БЕЗОПАСНОГО СТЕКЛА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗАКАЛЕННОГО/ЧАСТИЧНО ЗАКАЛЕННОГО СТЕКЛА

Процесс ламинирования (частично) закаленного стекла и пленки TROSIFOL® требует по причине различных свойств ОБС/ЧЗС (оно менее плоское по сравнению с флоат-стеклом) внесения нескольких основных изменений в описанный ранее процесс. Для производства безупречного триплекса необходимо строго следовать следующим правилам:

1. Самым важным фактором при производстве триплекса из (частично) закаленного стекла является качество процесса отжига стекла:

- Компания TROSIFOL® рекомендует проводить тщательный отбор поставщика / поставщиков термообработанного стекла; он должен гарантировать стабильное качество производственного процесса;
- TROSIFOL® может компенсировать плоскостные отклонения двух термообработанных стекол до 10% от общей толщины ПВБ. Если плоскостные отклонения составляют более 10% толщины пленки, то будет трудно произвести идеальный триплекс;
- Плоскостное отклонение двух сложенных (без ПВБ) термообработанных стекол можно определить измерительным щупом или лекальной линейкой, причем ориентация стекла должна быть такой же, как и при дальнейшем процессе ламинирования с ПВБ.

2. Маркировки двух подлежащих ламинированию термообработанных стекол должны быть соответственно направлены вверх, чтобы констатировать, что данная пара стекол имеет одинаковое направление.

3. Если измеренное плоскостное отклонение больше чем указано в пункте 1, то в случае сомнения нужно использовать более толстый слой ПВБ-пленки (+ 0,38 мм, + 0,76 мм и т.д.).

4. Правила изготовления предварительного соединения:

- Снизить скорость подачи в каландре относительно одинаковой конструкции стеклопакета с флоат-стеклом и установить более низкую температуру воздуха, для того чтобы избежать досрочного слипания края;
- Установить более низкое давление сжатия первой пары валов, чтобы избежать преждевременного слипания края;
- Установить более высокое давление сжатия второй пары валов по сравнению с конструкцией стеклопакета с флоат-стеклом для лучшего слипания края предварительного соединения.

5. Правила автоклавного процесса:

- Установить более высокую температуру по сравнению с соединением с флоат-стеклом;
- Установить большую продолжительность автоклавного процесса / более длительное охлаждение, чтобы избежать расслаивания.

Соблюдение данных правил гарантирует производство качественного триплекса из двух (или более) (частично) закаленных стекол.

ПОСЛЕДУЮЩАЯ ОБРАБОТКА/КОНТРОЛЬ

Готовое многослойное безопасное стекло проверяется и упаковывается после выемки из автоклава.

Триплекс архитектурного назначения, а также многослойный триплекс, можно подвергать дальнейшей обработке.
В нём можно сверлить отверстия или разрезать на меньший формат, края можно шлифовать и полировать.

Многослойное стекло, состоящее из двух стекол и слоя пленки между ними, можно разделить на меньшие форматы, разрезав с обеих сторон стеклорезом. Как правило, стекло ломается после первого и второго надреза, а пленка отделяется при помощи тепла или тонкого острого лезвия.
Многослойный триплекс из трех и более слоев стекла необходимо отрезать пилой с алмазным полотном.

Технические данные Архитектурные изделия

- Стандартизация триплекса
- Сверхбезопасное стекло с защитой от урагана
- Обзор характеристик безопасности
- Активные характеристики безопасности
- Остекление с защитой от пробоя и проникновений
- Остекление с защитой от обстрела и взрыва
- Пассивная безопасность триплекса
- Светопроницаемость пленки TROSIFOL®
- TROSIFOL® с защитой от ультрафиолетовых лучей
- Энергетические и светотехнические данные
- Определения
- Технические данные
- Дальнейшие указания по обработке
- Совместимость TROSIFOL® с уплотнительными материалами
- Испытание триплекса кипячением по DIN 52308 / DIN EN 12543
- Пуммель-тест для триплекса
- Испытание на обжиг
- Определение влажности пленки

*Фото: ARMATEC Vierhaus GmbH

СВОД ПРАВИЛ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ/ СТАНДАРТИЗАЦИЯ ТРИПЛЕКСА

Триплекс, произведенный из ПВБ-пленки TROSIFOL®, должен отвечать ряду норм и технических правил. Для общего и более подробного описания триплекса в Европе применяется норма EN ISO 12543 с приведенными далее разделами:

НОРМА EN ISO 12543

Стандарт	Описание
EN ISO 12543 – часть 1	Стекло в строительстве; многослойное стекло и многослойное безопасное стекло: определение и описание элементов
EN ISO 12543 – часть 2	Стекло в строительстве; многослойное стекло и многослойное безопасное стекло: многослойное безопасное стекло
EN ISO 12543 – часть 5	Стекло в строительстве; многослойное стекло и многослойное безопасное стекло: размеры и обработка кромок
EN ISO 12543 – часть 6	Стекло в строительстве; многослойное стекло и многослойное безопасное стекло: внешний вид

Для типового многослойного безопасного стекла и соответственно его технических свойств существуют следующие европейские (или немецкие) нормы, перечисленные ниже:

ЕВРОПЕЙСКИЕ И НЕМЕЦКИЕ НОРМЫ

Стандарт	Описание
DIN EN ISO 140	Акустическое измерение звукоизоляции в зданиях и элементов конструкции
DIN EN 356	Стекло в строительстве; методика испытаний и классификация стекол с защитой от нападения для строительной индустрии
DIN EN 410	Стекло в строительстве; определение светотехнических и радиационно-физических параметров стекол
DIN EN 1063	Стекло в строительстве; особое безопасное стекло с защитой от обстрела
DIN EN 1522-1 (E)	Защита от прострела, требования
DIN EN 1523-1 (E)	Защита от прострела, методика испытаний
DIN EN 12600	Стекло в строительстве; маятниковое испытание; способы и требования по проведению испытаний плоского стекла на стойкость к ударам
DIN EN 13541	Стекло в строительстве; особое безопасное стекло с защитой от взрыва
DIN EN 12758 часть 1 (E)	Стекло и звукоизоляция
DIN EN ISO 14440 (E)	Стекло в строительстве; спецификация для стекол с защитой от нападения и методика испытаний
DIN EN 20140 часть 3	Акустика; измерение звукоизоляции зданий и элементов конструкции
DIN 52210	Строительно-акустические испытания, звукоизоляция и изоляция от ударного шума
DIN 52308	Испытание триплекса кипячением
DIN 52337	Маятниковое испытание стекла для строительных сооружений
DIN 52338	Испытание триплекса методом падающего шара

В Северной Америке (США и Канада), а также во всех странах, которые приняли стандарты США, действуют следующие нормы / стандарты:

АМЕРИКАНСКИЕ НОРМЫ

Стандарт	Описание
ASTM C 1172	Стандартные спецификации для многослойного архитектурного флоат-стекла
ASTM E 413	Определение звукоизоляции
ASTM E 1300	Стандартный технологический процесс для определения нагрузочного сопротивления стекла в зданиях
ASTM F 1233	Стандартный метод испытания безопасных материалов и систем остекления
ASTM F 1641-95	Стандартный метод испытания для измерения стойкости к проникновению безопасного остекления с использованием маятникового копра
ASTM F 1642-95	Стандартный метод испытания систем остекления с учетом нагрузок воздушной ударной волны
ANSI Z97.1	Стандарт для материалов остекления, используемых в зданиях – спецификации по безопасной эксплуатации и методы испытания
Комиссия безопасности потребительских товаров CPSC 16 CFR 1201	
UL 972	Стекло с защитой от взлома
UL 752	Пуленепробиваемое стекло
GANA	Проектный справочник по ламинированному стеклу

СВЕРХБЕЗОПАСНОЕ СТЕКЛО С ЗАЩИТОЙ ОТ УРАГАНА

В районах Северной Америки, подверженных ураганам, все больше используется так называемое стекло с защитой от урагана. В настоящее время строительные нормы (строительные нормы и правила) по стойкости к воздействию урагана реализуются в 4 регионах: округ Дейд, округ Брауард, округа Бич и Монро. При этом проводятся испытания на соответствие стандарту остекления с защитой от пробоев SSTD 12-97 международного конгресса южных строительных норм и правил (SBCCI), который описывается в следующей таблице.

ИСПЫТАНИЕ ПРОЧНОСТИ НА ПРОБОЙ СТЕКЛА С ЗАЩИТОЙ ОТ УРАГАНА

Пробой при помощи мелкого снаряда
(Например, для дверей, окон, застекленных крыш, и прочих видов остекления выше 10 м над землей)

Берутся три идентичных образца для испытания одинакового формата. Снарядом является стальной шарик (2 г). 30 попаданий шара при скорости 40 м/с: по 10 в середину, вдоль продольной кромки и вблизи угла образца. Все образцы для испытания не должны иметь никаких пробоев.

ИЛИ **пробой при помощи крупного снаряда**
(Например, для дверей, окон, застекленных крыш, и прочих видов остекления между первым этажом здания и до 10 м над землей)

Снарядом является деревянный брус с поперечным сечением 5x10 см и весом 4 кг. Две ударные точки при скорости 15,3 м/с: одна - в центре, другая удалена на 15,3 см от угла. Все три образца для испытания не должны иметь никаких пробоев перед проведением циклического испытания давлением.

ДАЛЕЕ СЛЕДУЕТ **циклическая сжимающая нагрузка**
(Применяется на соответствующих 3 испытательных образцах после теста на пробой с использованием большого или маленького снаряда; продолжительность цикла – 1- 3 сек. Сначала применяются все циклы давления изнутри, затем – циклы с воздействием снаружи).

Давление внутрь		Давление наружу		
Диапазон давлений	Испытательные циклы	Диапазон давлений	Испытательные циклы	«$P_{max.}$» - это заданное давление ветра согласно строительным требованиям (строительные нормы и правила), относительно неповрежденной поверхности зданий.
0,2 $P_{max.}$ 0,5 $P_{max.}$	3.500	0,3 $P_{max.}$ 1,0$P_{max.}$	50	
0,0 $P_{max.}$ 0,6 $P_{max.}$	300	0,5 $P_{max.}$ 0,8 $P_{max.}$	1050	
0,5 $P_{max.}$ 0,8 $P_{max.}$	600	0,0 $P_{max.}$ 0,6 $P_{max.}$	50	
0,3 $P_{max.}$ 1,0 $P_{max.}$	100	0,2 $P_{max.}$ 0,5 $P_{max.}$	3350	

Критерии прохождения / не прохождения испытаний

Если после проведения испытаний на всех трех испытываемых образцах не обнаружено никаких трещин более 12 см (или отверстий, через которые может пройти шарик диаметром 7,6 см), то испытание считается успешно пройденным.

ОБЗОР ХАРАКТЕРИСТИК БЕЗОПАСНОСТИ

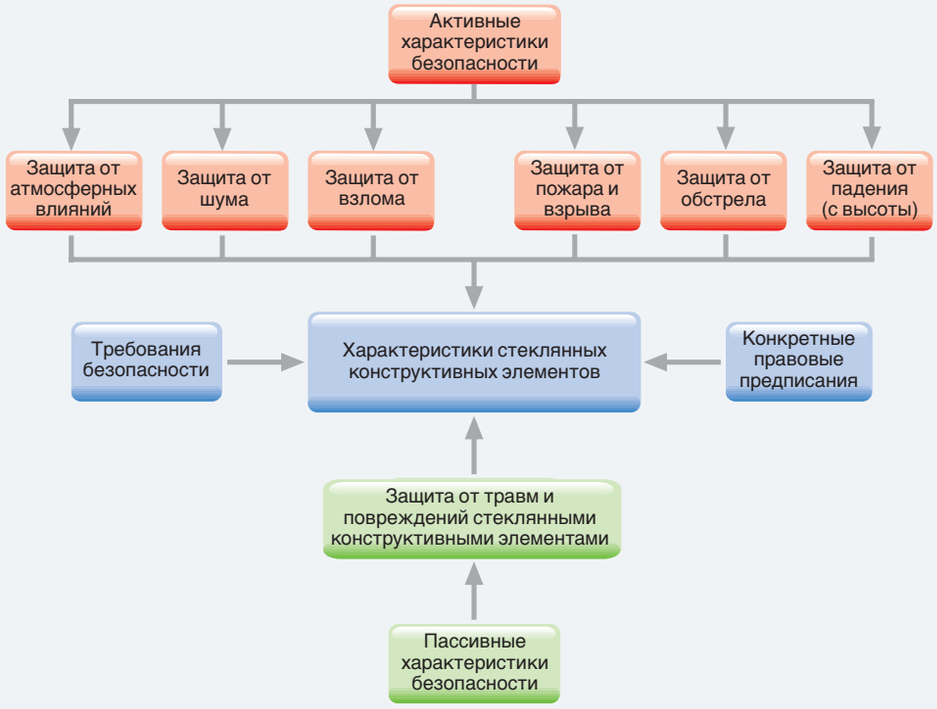
В зависимости от вида нагрузки или воздействия на остекление из триплекса различают два типа критериев безопасности, а именно:

- **Активные характеристики безопасности:**
  Защита от взлома, обстрела, взрыва и от угрозы для жизни и опасности нанесения телесных повреждений (стекло с защитой от нападения).

- **Пассивные характеристики безопасности:**
  Защита от травм и повреждений благодаря небьющемуся остеклению, при котором осколки, образовавшиеся вследствие механической перегрузки, задерживаются на ПВБ-пленке.

Следующая диаграмма иллюстрирует влияние активных и пассивных характеристик безопасности на многослойное безопасное остекление в архитектуре.

ВЛИЯНИЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОСЛОЙНОГО БЕЗОПАСНОГО СТЕКЛА



АКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Для остекления с функцией защиты от нападения, в зависимости от комбинации в триплексе стекол и ПВБ-пленки различной толщины, могут достигаться следующие характеристики безопасности:

- остекление с защитой от пробоя
- остекление с защитой от взлома
- остекление с защитой от прострела
- остекление с защитой от взрыва

В данном случае действуют стандарты DIN EN 356 по защите от пробоя или взлома, стандарт DIN EN 1063 по защите от прострела, и стандарт DIN EN 13541 по остеклению с защитой от взрыва.

В следующей таблице приведено сопоставление классов безопасности со стандартами.

КЛАССЫ БЕЗОПАСНОСТИ И СТАНДАРТЫ

Класс безопасности	DIN EN 356	DIN EN 1063	DIN EN 13541
защита от пробоя	P1A	–	–
	P2A	–	–
	P3A	–	–
	P4A	–	–
	P5A	–	–
защита от взлома	P6B	–	–
	P7B	–	–
	P8B	–	–
защита от прострела	–	BR1	–
	–	BR2	–
	–	BR3	–
	–	BR4	–
	–	BR5	–
	–	BR6	–
	–	BR7	–
	–	SG1	–
	–	SG2	–
защита от взрыва	–	–	ER1
	–	–	ER2
	–	–	ER3
	–	–	ER4

ОСТЕКЛЕНИЕ С ЗАЩИТОЙ ОТ ПРОБОЯ И ПРОНИКНОВЕНИЯ

Остекление с защитой от пробоя

Безопасное стекло с защитой от пробоя предохраняет здания от взлома, вандализма, а также от так называемого спонтанного нападения на остекленный объект. Стандарт DIN EN 356 определяет P-A-классы, которые делятся на 5 групп с возрастающим защитным эффектом. Испытания базируются на метании тяжелых предметов, их воздействие имитирует следующие испытательные условия:

Условия:
Металлический шар: 4,11 кг, диаметр 10 см

Многослойное безопасное стекло для испытания, формат: 900 x 1100 мм

Проведение:
3 падающих шара бросают с одной высоты, при падении образуется треугольник.

Фото: Испытательная лаборатория г. Ульм

Испытание считается пройденным успешно, если ни один шар не пробил образец. Различные требования к испытаниям, а также получающиеся в итоге классы безопасности приведены в следующей таблице:

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ПРОБОЯ

Норма	Класс безопасности	Высота падения [мм]	Количество шаров	Минимальная конструкция триплекса *
DIN EN 356	P1A	1500	3	33.2
	P2A	3000	3	44.2
	P3A	6000	3	44.3
	P4A	9000	3	44.4
	P5A	9000	3 x 3	44.6

* С пленкой TROSIFOL® MV, сертификат испытания по запросу

Указание: минимальные конструкции триплекса базируются на результатах испытаний с пленкой TROSIFOL® MV. Они содержат небольшой резерв безопасности относительно неоптимальных параметров производства, нижнего допустимого предела прочности стекла, неоптимальной влажности пленки в триплексе и т.д. По этим причинам TROSIFOL® не несет никакой ответственности за несоответствие классу безопасности с защитой от пробоя.

Остекление с защитой от проникновения

Ожидания касательно защиты от проникновения данного типа остекления исходять из худшего варианта. Испытание остекления с защитой от проникновения и нападения рубящим предметом по стандарту DIN EN 356 B проводится с помощью механического топора, который имитирует нападение с ручным топором весом 2 кг. При этом определяется количество ударов, необходимых для того, чтобы пробить большое отверстие 400 x 400 мм в образце для испытания формата 900 x 1100 мм. Механический топор движется со скоростью около 11 м/с и имеет энергию удара около 300 Дж.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ПРОНИКНОВЕНИЯ

Норма	Класс безопасности	Количество ударов топора
DIN EN 356	P6B	от 30 до 50
	P7B	от 51 до 70
	P8B	более 70

Фото: Испытательная лаборатория г. Ульм

Класс безопасности для каждого испытанного на пробой многослойного безопасного стекла определяется видом нагрузки и количеством ударов топора. Сфера применения сверхбезопасного стекла классов P6B - P8B: центры электронной обработки данных, торговые дома, ювелирные магазины, музеи и галереи, антикварные магазины и юридические учреждения, ведающие вопросами отбытия наказания. Конструктивные особенности данных типов остекления не публикуются из соображений безопасности. С предложениями по данному вопросу просим обращаться в техническую службу TROSIFOL®.

ОСТЕКЛЕНИЕ С ЗАЩИТОЙ ОТ ПРОСТРЕЛА И ВЗРЫВА

Фото: Испытательная лаборатория г. Ульм

Остекление с защитой от прострела

Остекление будет считаться защищающим от прострела, если оно препятствует проникновению пуль и снарядов различного вида оружия и соответствует требованиям DIN EN 1063. Комбинируя многослойную пленку TROSIFOL® со стеклами разной толщины, можно произвести так называемые пуленепробиваемые стекла. Испытание осуществляется посредством трехкратного обстрела стекла с фиксированным интервалом попадания пуль. Классы безопасности отличаются в зависимости от применяемого калибра. Различают „стекло, не образующее осколков - небьющееся стекло” (NS и соответственно SF) и “стекло, образующее осколки” (SA и соответственно S). Классы безопасности обоих стандартов приводятся в следующей таблице.

Остекление с защитой от взрыва

Испытания на защищенность от взрыва осуществляются согласно стандарту DIN EN 13541. Стекла формата 900 x 1100 мм испытываются при определенных условиях, причем их испытание имитирует вертикальное воздействие на поверхность взрывчатого вещества эквивалентного тротилу.
Устанавливается, какое положительное максимальное давление отраженной ударной волны выдержит данный тип остекления в течение длительного промежутка времени. В следующей таблице приводятся классы безопасности, выявленные на основании результатов испытаний, и зависящие от вида нагрузки.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОБСТРЕЛА

Калибр	Пуля		DIN EN 1063			
	Вид*	Масса [г]	Вид обстрела		Дальность выстрела [м]	Скорость [м/с]
			Осколочный	Безосколочный		
22 LR	URN	2,6±0,10	BR1-S	BR1-NS	10	360±10
9 x 19 мм	VMR/Wk	8,0±0,10	BR2-S	BR2-NS	5	400±10
357 Магнум	VMKS/Wk	10,25±0,10	BR3-S	BR3-NS	5	430±10
44 Магнум	VMF/Wk	15,55±0,10	BR4-S	BR4-NS	5	440±10
5,56 x 45 мм	FJ/PB/SCP1	4,0±0,10	BR5-S	BR5-NS	10	950±10
7,62 x 51 мм	VMS/Wk	9,45±0,10	BR6-S	BR6-NS	10	830±10
7,62 x 51 мм	VMS/Hk	9,75±0,10	BR7-S	BR7-NS	10	820±10
Ружье 12/70	Brenneke	31,0±0,50	SG1-S**	SG1-NS**	10	420±20
Ружье 12/70	Brenneke	31,0±0,50	SG2-S	SG2-NS	10	420±20

* FJ: комплектная пуля
L: свинец
PB: коническая пуля
RN: пуля с закругленным наконечником
SCP1: мягкий сердечник со стальным корпусом
VMF/Wk: пуля с цельной оболочкой, с плоским торцом и мягким сердечником
VMKS/Wk: пуля с цельной оболочкой, с коническим торцом и мягким сердечником
VMR/Wk: пуля с цельной оболочкой, с закругленным наконечником и мягким сердечником
VMS/Hk: коническая пуля с твердым сердечником
VMS/Wk: коническая пуля с цельной оболочкой и с мягким сердечником

** Испытание с однократным обстрелом

Область применения пуленепробиваемого стекла – банки, военные учреждения и административно – политические здания, здания органов юстиции и экономики.
При этом пуленепробиваемые стекла, не образующие осколки, устанавливают там, где в случае опасности могут находиться люди в непосредственной близости к стеклу.
Все стекла с защитой от обстрела из многослойного триплекса с асимметричной структурой имеют дополнительно улучшенную защиту от взлома. С предложениями по возможным конструкциям обращаться в техническую службу TROSIFOL®.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВЗРЫВА

Класс безопасности при взрыве	Характеристика воздействия сферического безосколочного взрывного заряда, эквивалентного тротилу (взорванного на соответствующем расстоянии)	
	Положительное максимальное давление отраженной ударной волны ±5 %	Длительность минимальной позитивной фазы давления [мс]
ER1	50 – 100 кПа	≥ 20
ER2	100 – 150 кПа	≥ 20
ER3	150 – 200 кПа	≥ 20
ER4	250 – 300 кПа	≥ 20

В данном случае также различают “осколочные” (тип S) и “безосколочные” (тип NS) стекла.
Сфера применения защищающего от взрыва остекления - общественные здания, электростанции, аэропорты, военные учреждения и посольства.

ПАССИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТРИПЛЕКСА

Пассивная безопасность или свойство ПВБ-пленки удерживать осколки разбитого стекла имеет решающее значение для предотвращения травм и повреждений в случае обрушения стеклянных конструкций, находящих применение при создании парапетов и ограждений в зданиях гражданского назначения, а также потолочных конструкций.
Для имитации ударной нагрузки и определения прочности триплекса проводится маятниковое испытание по стандарту DIN EN 12600 (ранее DIN 52337). Во время теста двойная подвешенная на канате автошина весом 50 кг (так называемые сдвоенные шины, давление в шинах 3,5 бар), отпускается с определенной высоты и, раскачиваясь, ударяет стекло формата 876 x в 1938 мм, закрепленное в раме.

При испытании в зависимости от высоты падения сдвоенных шин различают три класса.

Маятниковое испытание на удар для вышеуказанных классов считается пройденным, если, как правило, все 4 испытательных образца либо не раскалываются совсем, либо (все) разбиваются безопасно (в испытательном образце отсутствуют перекосы или отверстия, в которые может пройти шар диаметром 76 мм с максимальным усилием 25 Н).
Различают три типа повреждений:

- **Тип A:** Многочисленные трещины с большим количеством осколков с острыми краями (флоат-стекло)
- **Тип B:** Многочисленные трещины, осколки держатся вместе и не распадаются (многослойное безопасное стекло)
- **Тип C:** Повреждение с большим количеством относительно мелких осколков (закаленное стекло)

К примеру, триплексная конструкция 44.2 относится к испытательному классу 1 (см. таблицу внизу).

Для имитации “резкого удара ", например, при падении с высокой скоростью на стеклянную крышу предметов относительно небольшой массы, проводится испытание падающим шаром по стандарту DIN 52338. Стальной шар весом 1030 г падает на образец триплекса формата 500 x 500 мм с минимальной высоты 4 м и не должен пробить его. Как правило, это испытание простейшего триплексного образца 33.1 проходит без проблем.

КЛАССИФИКАЦИЯ МАЯТНИКОВОГО ИСПЫТАНИЯ ПО DIN EN 12600

Класс	Высота падения [мм]	Пример триплексной конструкции*
3	190	33.1
2	450	33.1
1	1200	33.2, 44.1, 44.2

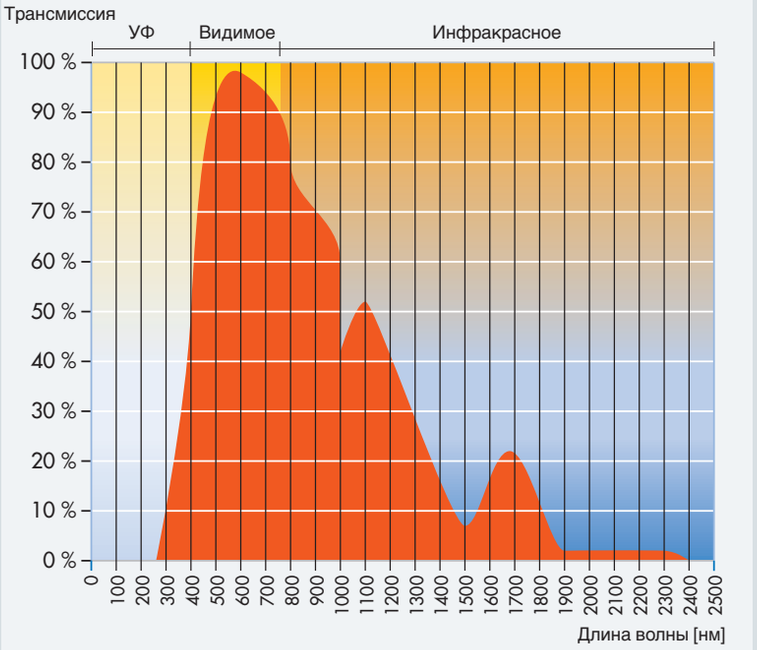
* Триплексная конструкция с флоат-стеклом и TROSIFOL® MB, PR или MV

СВЕТОПРОНИЦАЕМОСТЬ TROSIFOL®

Чистое, без примесей флоат-стекло обладает очень высокой пропускной способностью (трансмиссия) солнечного света. Последний состоит из:

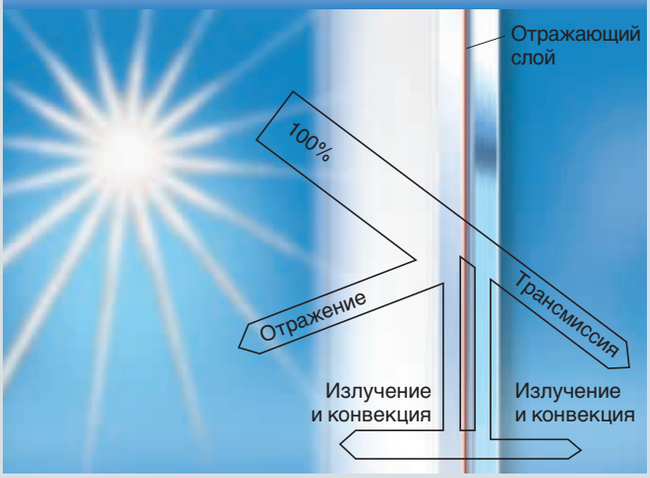
- Ультрафиолетового излучения (УФ) приблизительно 320 - 380 нм (около 4% всей энергии)
- Видимого света приблизительно 380 - 780 нм (около 45% всей энергии)
- Инфракрасного излучения приблизительно 780 - 3000 нм (около 51% всей энергии).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ СОЛНЕЧНОГО СВЕТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ



При этом большая часть энергии излучения проникает через остекление внутрь здания. Вся энергия, также как и видимая часть солнечного спектра (свет) частично проникает сквозь (многослойное безопасное) стекло (трансмиссия), часть поглощается (абсорбция), а остальная часть отражается (отражение), как показано на рисунке.

ПРИНЦИП ПРОХОЖДЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ЧЕРЕЗ ТРИПЛЕКС



Вследствие поглощения излучаемая энергия преобразуется в тепловую энергию. Это приводит к повышению температуры поглощающего триплексного стекла.

Многослойное безопасное стекло с ПВБ-пленкой TROSIFOL® гарантирует такую же пропускную способность света, как и нормальное прозрачное стекло, и всё же отфильтровывает значительную часть невидимой световой энергии.

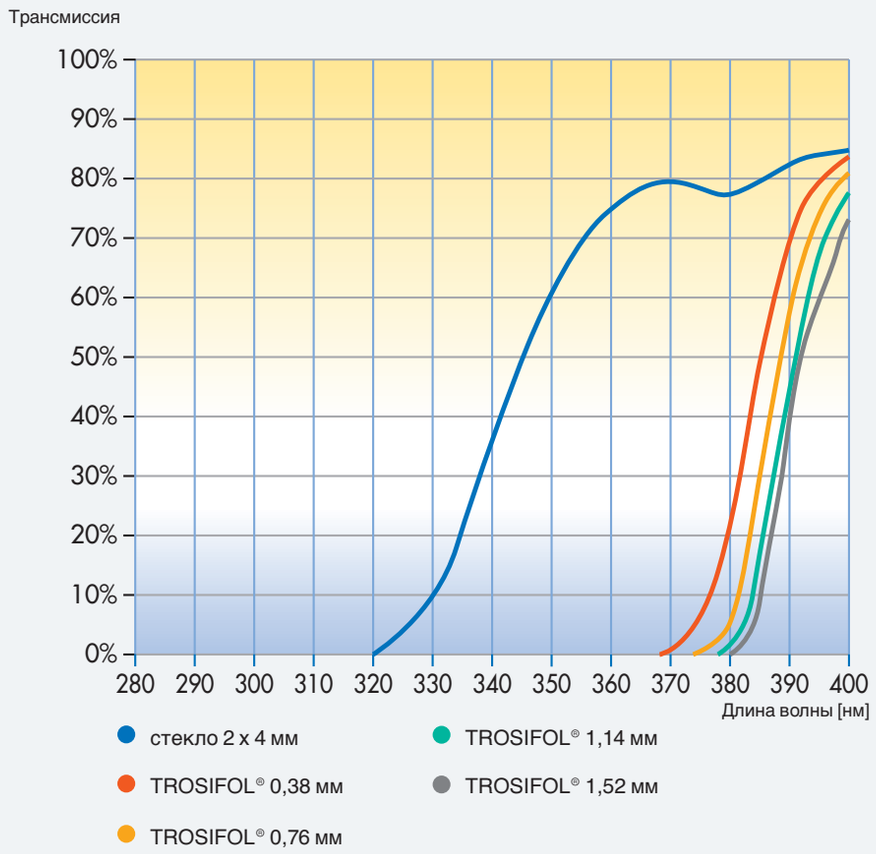
TROSIFOL® С ЗАЩИТОЙ ОТ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ЛУЧЕЙ

Следующий пример наглядно иллюстрирует фильтрующие свойства пленки TROSIFOL®: Флоат-стекло 2 x 4 мм без пленки TROSIFOL® беспрепятственно пропускает 43,3% УФ-излучения в диапазоне 280 - 380 нм. В результате применения многослойного безопасного стекла с пленкой TROSIFOL® значительно снижается трансимиссия ультрафиолета.

ПРОПУСКАНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ЛУЧЕЙ МНОГОСЛОЙНЫМ БЕЗОПАСНЫМ СТЕКЛОМ ДЛЯ АРХИТЕКТУРНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ БЕЗ ПЛЕНКИ / С ПЛЕНКОЙ TROSIFOL®

Конструкция	УФ-пропускная способность (измеренная по ISO 9050)
стекло 2 x 4 мм	43,3%
стекло 2 x 4 мм + 0,38 мм TROSIFOL®	≤ 2,4%
стекло 2 x 4 мм + 0,76 мм TROSIFOL®	≤ 0,5%
стекло 2 x 4 мм + 1,14 мм TROSIFOL®	≤ 0,07%
стекло 2 x 4 мм + 1,52 мм TROSIFOL®	≤ 0,02%

ПРОПУСКАНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО СВЕТА МНОГОСЛОЙНЫМ БЕЗОПАСНЫМ СТЕКЛОМ С ПЛЕНКОЙ TROSIFOL® MB / PR МЕЖДУ ДВУМЯ ПРОЗРАЧНЫМИ СТЕКЛАМИ ТОЛЩИНОЙ 4 ММ

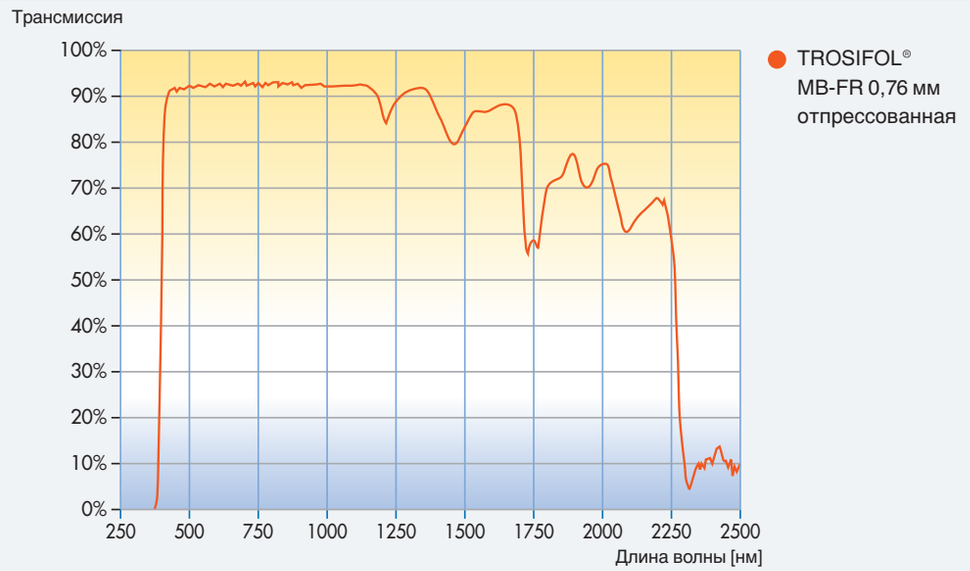


ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

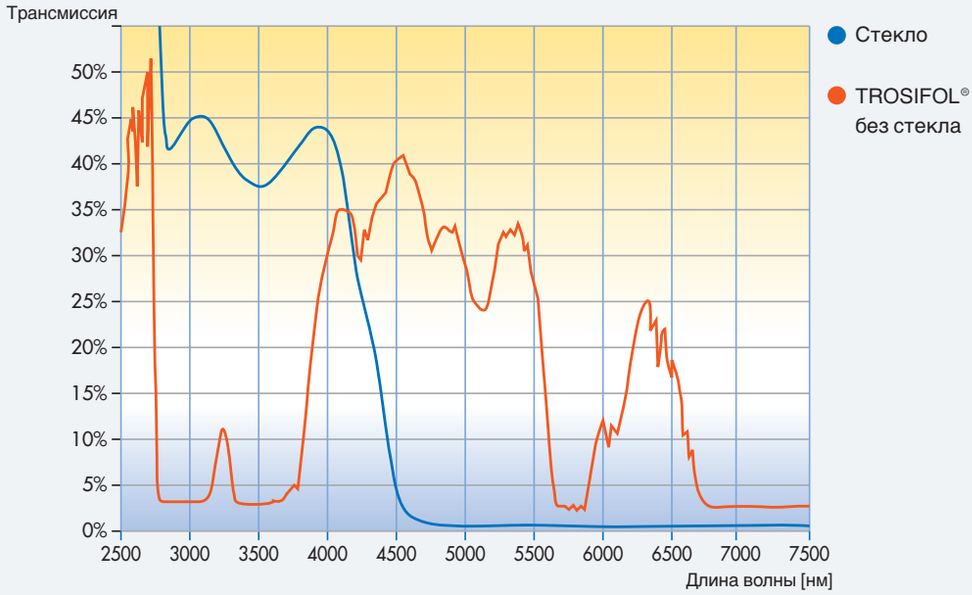
Многослойное безопасное стекло с бесцветной и цветной строительной пленкой TROSIFOL® имеет отличные светотехнические и энергетические свойства в комбинации с широким спектром дизайнерских решений в современном остеклении архитектурных сооружений. На светопроницаемость многослойных стекол влияют, с одной стороны, вид и концентрация хорошо распределенных в пленке пигментов и красителей, а с другой стороны расцветка не пигментированных или пигментированных стекол. Данные примеси отфильтровывают избирательно волны излучения определенной длины и уменьшают таким образом пропускание света и энергии. Наряду с этим большое значение имеют толщина стекол, а также возможные функциональные покрытия на стеклах.

Графики пропускания света многослойного безопасного стекла с пленкой TROSIFOL® MB в диапазонах длины волны 250 - 2500 нм (от дальнего ультрафиолета до среднего инфракрасного света) и 2500 - 7500 нм (от среднего до дальнего инфракрасного света, обладающее малым запасом энергии тепловое излучение) представлены ниже.

ТРАНСМИССИЯ TROSIFOL® MB (БЕЗ СТЕКЛА)



ТРАНСМИССИЯ СТЕКЛА И ПЛЕНКИ TROSIFOL® MB-FR 0,38 ММ (БЕЗ СТЕКЛА)



ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Далее в виде таблицы представлены основные энергетические и светотехнические свойства пленки TROSIFOL® MB, PR и MV для остекления архитектурных конструкций:

TROSIFOL® MB И PR: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО EN 410*

Толщина [мм]	Цвет	Цветовой код	Пропускание света T_L [380 - 780 нм]	Отражение света**	Пропускание энергии [300 - 2500 нм]	Пропускание всей энергии [g-значение]	Коэффициент затенения	УФ-трансмиссия
0,38	Бесцветный	–	87,6	13,0	72,6	77,0	96,3	2,1
0,76	Бесцветный	–	87,3	13,1	71,0	75,9	94,9	0,5
1,14	Бесцветный	–	86,2	13,1	69,6	74,8	93,6	0,2
1,52	Бесцветный	–	85,7	13,0	68,6	74,1	92,6	0,1
0,38	Белый матовый	W.40.71	70,3***	9,2	55,8	65,2	81,5	1,5
0,38	Белый полу-прозрачный	W.30.65	58,9***	10,4	46,3	57,9	72,4	1,1
0,38	Светлый голубо-зеленый	8.40.73	71,2	10,4	62,0	69,5	86,9	1,7
0,38	Цвет морской волны	7.40.71	72,8	11,1	64,8	71,5	89,4	1,6
0,38	Светло-бронзовый	3.10.52	51,5	7,8	48,6	60,0	75,1	0,3
0,38	Серый	6.65.44	43,5	7,0	45,7	58,0	72,5	0,3
0,38	Асахи-серый	6.50.42	38,5	7,1	40,3	53,9	67,4	0,6
0,38	Светло-коричневый	S 40.55	53,3	8,4	48,5	59,9	74,9	1,1
0,38	Коричневый	S 60.28	24,2	6,1	26,7	44,1	55,2	0,4
0,38	Темно-коричневый	S 80.09	6,0	5,1	10,8	32,6	40,8	0,1
0,76	Белый полу-прозрачный	W.30.65	57,2***	10,3	43,5	55,9	69,9	0,2
0,76	Серый	6.65.44	44,0	7,4	45,2	57,5	71,9	0,1
0,76	Светло-бронзовый	3.10.52	51,1	7,4	47,4	59,1	73,9	0,1
0,76	Бронзовый	3.60.38	37,8	6,9	53,8	52,2	65,3	0,2
0,76	Светлый голубо-зеленый	8.40.73	71,1	10,6	60,6	68,5	85,6	0,4

Все данные в %

TROSIFOL® MV: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО EN 410*

Толщина [мм]	Цвет	Цветовой код	Пропускание света T_L [380 - 780 нм]	Отражение света**	Пропускание энергии [300 - 2500 нм]	Пропускание всей энергии [g-значение]	Коэффициент затенения	УФ-трансмиссия
0,38	Бесцветный	–	87,4	13,0	72,4	76,9	96,1	2,1
0,76	Бесцветный	–	87,1	13,0	71,0	75,8	94,8	0,4
1,14	Бесцветный	–	86,6	13,0	69,0	74,4	93,0	0,2
1,52	Бесцветный	–	85,7	13,0	68,6	74,1	92,6	0,1

Все данные в %

TROSIFOL® SC: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО EN 410*

Толщина [мм]	Цвет	Цветовой код	Пропускание света T_L [380 - 780 нм]	Отражение света**	Пропускание энергии [300 - 2500 нм]	Пропускание всей энергии [g-значение]	Коэффициент затенения	УФ-трансмиссия
0,76	Бесцветный	–	87,2	13,1	70,9	75,8	94,7	0,4
1,14	Бесцветный	–	86,5	13,0	69,3	74,7	93,2	0,2
1,52	Бесцветный	–	85,8	13,0	68,6	74,1	92,7	0,1

Все данные в %

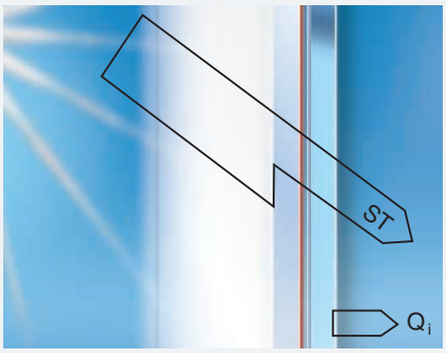
*Триплекс с флоат- стеклом 2x4 мм ** Измеренный при угле падения света - 8° *** Общее пропускание света (включая диффузное рассеивание)

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Определение степени пропускания всей энергии (g-значение):

Коэффициент степени пропускания всей энергии g обозначает сумму пропускания излучений ST со вторичной теплоотдачей Qi внутрь стекла в диапазоне длины волны 300 - 2500 нм.

ST + Q_i = g-значение



Определение коэффициента затенения (b) согласно VDI 2078

b-значение является соотношением g-значения (триплексного) остекления и g-значения стеклопакета толщиной 2 x 4 мм. g-значение такого изолирующего стекла используется как постоянная величина равная 80%. Таким образом, b-значение является величиной солнцезащитного действия остекления.

b = g : 0,8

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

TROSIFOL® MB

Продукт	Толщина (мм)	Влажность (%)	Пуммель (визуально)	Шероховатость** R_Z (мкм)
TROSIFOL® MB-FR	0,38 / 0,76 / 1,14 / 1,52	0,45*	≥ 6*	40*

TROSIFOL® PR

Продукт	Толщина (мм)	Влажность (%)	Пуммель (визуально)	Шероховатость** R_Z (мкм)
TROSIFOL® PR-FR	0,38 / 0,76 / 1,14 / 1,52	0,45*	~ 5*	40*

TROSIFOL® MV

Продукт	Толщина (мм)	Влажность (%)	Пуммель (визуально)	Шероховатость** R_Z (мкм)
TROSIFOL® MV-FR	0,38 / 0,76 / 1,14 / 1,52	0,43*	> 3*	40*

* действительно для пленки любой толщины

**значения получены по DIN EN ISO 4287

Во всех случаях имеются ввиду типичные средние значения.

ДАЛЬНЕЙШИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОБРАБОТКЕ

Дополнительно к приведенным выше указаниям по обработке TROSIFOL® дает следующие рекомендации:

- настоятельно не рекомендуется совместная укладка цветных / белых полупрозрачных пленок с бесцветными (возможно “вуалеобразование” в триплексе). В данном случае предприятие, перерабатывающее пленку, берет на себя ответственность за отклонения цвета конечного продукта.
- по этой же причине не рекомендуется укладка белой полупрозрачной пленки с цветной и наоборот.
- оптически триплекс с белой полупрозрачной пленкой толщиной 0,38 мм воспринимается одинаково как и с пленкой толщиной 0,76 мм. Поэтому рекомендуется при общей толщине 0,76 мм брать белую полупрозрачную пленку толщиной 0,76 мм, и избегать по названным выше причинам совместной укладки бесцветной пленки толщиной 0,38 мм и белой полупрозрачной пленки толщиной 0,38 мм.
- при обработке цветных изделий TROSIFOL® необходимо принимать во внимание, что расцветка тонированных стекол может меняться. Кроме того, TROSIFOL® рекомендует при производстве триплекса наряду с применением пленок одной произведенной партии также использовать стекло одной партии.
- TROSIFOL® настоятельно рекомендует применение в архитектурных изделиях пленки с равной степенью адгезии. Смешанная укладка, например, пленки TROSIFOL® MB с MV может привести к отклонениям в коэффициенте преломления триплекса. При этом при испытаниях триплекса на адгезию (например, испытание падающим шариком и т.д.) – в зависимости от вида испытания – результаты теста могут быть различные.
- При применении других материалов, которые в составе триплекса вступают в длительный контакт с пленкой TROSIFOL®, необходимо перед использованием проверить материалы на совместимость (при триплексе – контакт кромок, см. далее глава 6/ уплотнительные материалы).
- Архитектурная пленка TROSIFOL® в принципе не может быть скомбинированна с пленкой TROSIFOL® SOUND CONTROL. В особенности необходимо учитывать измененные звукотехнические свойства (низкие значения RWp – как например в таблицах на стр. 95 и 98).
- Архитектурную пленку TROSIFOL® нельзя ламинировать с изделиями из поликарбоната вместо прозрачного стекла. Последствия этого могут быть различными: от выделения пластификатора до появления трещин от внутренних напряжений и коррозии, что, в свою очередь, может привести к расслаиванию и оптическим искажениям в триплексе.
- часть указаний по обработке содержат документы на поставку пленки TROSIFOL®.

СОВМЕСТИМОСТЬ ПЛЕНКИ TROSIFOL® С УПЛОТНИТЕЛЬНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

В области надземного строительства при остеклении важную роль играют уплотнительные материалы, применяемые для герметизации деформационных и стыковых швов. При герметизации элементов многослойного безопасного стекла (монолитные стекла) или в системах изолированного стекла (фасады или стеклянные крыши), как правило не происходит непосредственного контакта между кромкой многослойного безопасного стекла и уплотнительным материалом, если только это не является конструктивной необходимостью. При этом применяются как твердые уплотнительные профили, так и затвердевающие уплотнительные материалы. В основном различают 5 классов изделий:

- Бутил (системы 1K)
- Акрилат (системы 1K)
- Полисульфид (системы 1KB или 2K)
- Полиуретан (системы 1K или 2K)
- Силикон (системы 1K или 2K)

Каждый названный класс уплотнительных материалов и каждый герметик отличается своим химическим составом, например, содержанием пластификатора, растворителя, веществ, образующих поперечные связи в соединении и составом наполнителей. В случае контакта плоскости уплотнительного материала с кромкой многослойного безопасного стекла важную роль играет химическая совместимость обоих компонентов (если мы рассчитываем на долговечность системы остекления). При лабораторном моделировании совместимости важную роль играют такие критерии, как химическая стойкость уплотнительного материала, взаимодействие с поливинилбутиралем (ПВБ) при влиянии температуры (изменения), воздействие влажности и временная нагрузка. При этом могут появляться следующие дефекты кромки:

- Пузыри вдоль кромки в триплексе (многочисленность, глубина проникновения)
- Выцветания в области кромки
- Отслаивание ПВБ от стекла или уплотнительного материала от кромки триплекса

Образец многослойного безопасного стекла (типовой формат 300 x 300 мм или меньше), произведенный в серийных условиях, устанавливается с оригинальной /необрезанной кромкой в металлическом швеллерном профиле, который до этого был наполнен незатвердевшим уплотнительным материалом или твердым уплотнительным профилем / лентой. В первом случае образец оставляют затвердевать на несколько дней. Затем образец для испытания, вынимается из швеллерного профиля и подвергается следующим испытаниям под нагрузкой:

- Испытание на длительное воздействие теплоты в шкафу с циркуляцией воздуха при температуре 70°C до 10 недель и / или
- 50°C / относительная влажность воздуха 98% при испытании паром до 10 недель и / или
- Испытание на смену климата, например при 80°C / относительной влажности воздуха 100% , затем при -30° / без контроля влажности, по меньшей мере 3 цикла

Затем подвергнутый испытанию образец визуально исследуется и оценивается на наличие упомянутых выше дефектов. Испытание и последующая оценка могут проводиться по запросу в специализированной технической лаборатории изготовителя уплотнительных материалов. По запросу техническая служба TROSIFOL® представляет список уже испытанных уплотнительных материалов. TROSIFOL® не предоставляет никаких гарантий на комбинации уплотнительных материалов с ПВБ-пленкой, испытанных в других лабораториях, а также на рекомендации изготовителей уплотнительных материалов относительно совместимости с ПВБ-пленкой, на изменения совместимости на основании не объявленных официально изменений состава уплотнительных материалов или нововведенных изделий, которые используются переработчиком без проведения испытаний на совместимость.

ИСПЫТАНИЕ ТРИПЛЕКСА КИПЯЧЕНИЕМ ПО DIN 52308/ DIN EN 12543

Целью испытания является определение устойчивости многослойного безопасного стекла после процесса производства. Особое внимание при этом обращается на полное растворенние воздушной массы в пленке после автоклавного процесса. Большой значение оно также имеет для оценки долговечности изделия при воздействии влаги и тепла, при котором в случае неквалифицированного производства в триплексе могут появиться пузыри. Испытываемый образец с минимальным размером 30 x 30 см погружается на 2 часа в кипящую воду.

Результат: в средней части стекла не должно быть никаких пузырей.

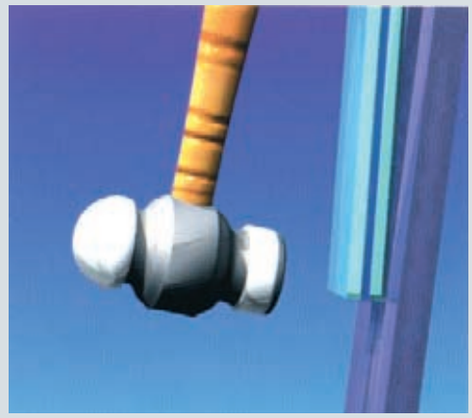
Пузыри допускаются в пределах:

- 15 мм от оригинальной кромки
- 25 мм от обрезной кромки
- 10 мм от трещин

Возможные причины отклонений перечислены в главе 11.

ПУММЕЛЬ-ТЕСТ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНОГО БЕЗОПАСНОГО СТЕКЛА

Целью испытания является определение адгезии ПВБ-пленки к стеклу. Контроль адгезии осуществляется с целью избежать возможного отслаивания стекла из-за слишком низкой адгезии, а также возможные проблемы при испытании падающим шариком (по DIN 52338) вследствие слишком высокой адгезии.



Испытание триплекса

Образец размерами приблизительно 8 x 20 см и из флоат-стекла максимально 2 x 4 мм охладить приблизительно в течение 2 часов или более до температуры минус 18°C и после этого разбивать (автоматическим) молотком как показано на рисунке. Стекло находится под небольшим углом к металлической опоре.

Каждый образец стекла необходимо испытывать с обеих сторон. Для оценки результатов испытания образец необходимо нагреть до комнатной температуры.

Возможные причины отклонений перечислены в главе 11.

Пуммель-уровень адгезии:

- TROSIFOL® MB: приблизительно 6 - 9
- TROSIFOL® PR: приблизительно 4 - 6
- TROSIFOL® MV: приблизительно 3 - 5

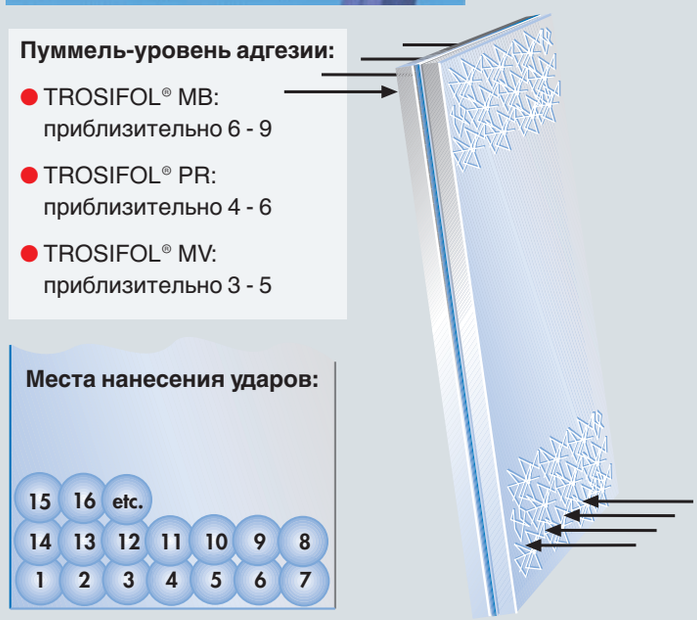
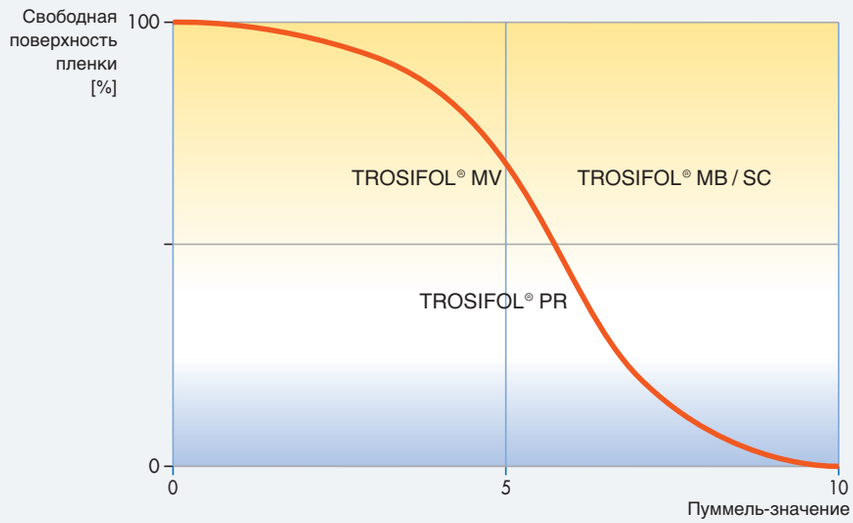


ДИАГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПУММЕЛЬ-ЗНАЧЕНИЙ

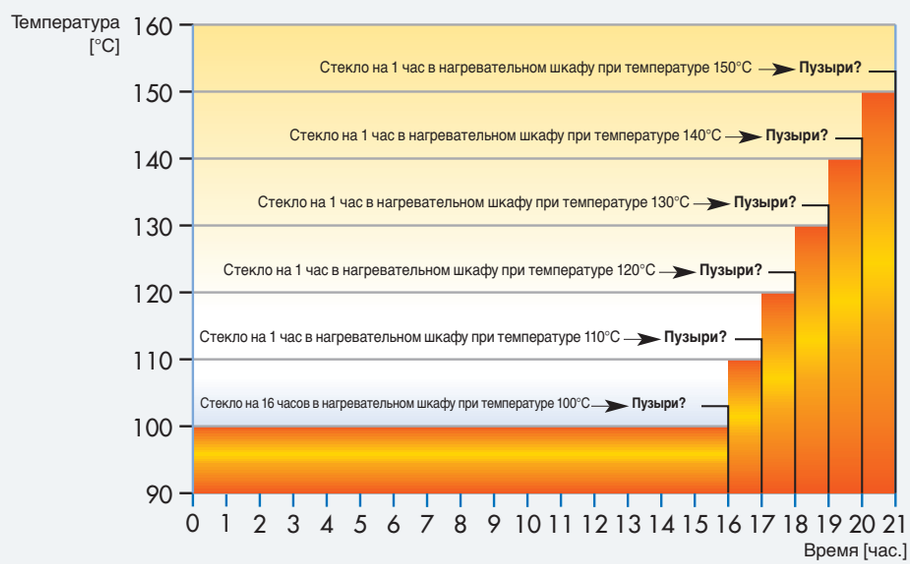


ИСПЫТАНИЕ НА ОБЖИГ

Целью испытания на обжиг является обнаружение дефектов в готовом триплексе вследствие недостаточного удаления воздуха во время вальцевания / каландрирования или вакуумного процесса. Причиной возможного образования пузырей после испытания образца триплекса при повышенной температуре является наличие слишком большого количества воздуха или слишком высокое влагосодержание образца.
При этом содержание воздуха в многослойном материале тем меньше, чем больше температура, при которой образуются пузыри. Температура повышается постепенно начиная от 100°C до 150°C, и образцы проходят визуальный контроль после каждой фазы.

Испытание прерывается, если в центре стекла появляются пузыри.
Образец многослойного безопасного стекла форматом минимум 30 x 30 см маркируется прежде всего в тех местах, где уже видны дефекты (загрязнения, трещины и т.д.). Затем он проверяется в печи с циркулирующим воздухом по следующей схеме:

ПРОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ИСПЫТАНИЯ НА ОБЖИГ



Пузыри допускаются в области кромки (12 мм).
Испытание считается пройденным, если пузыри появились только при температуре 130°C или больше.

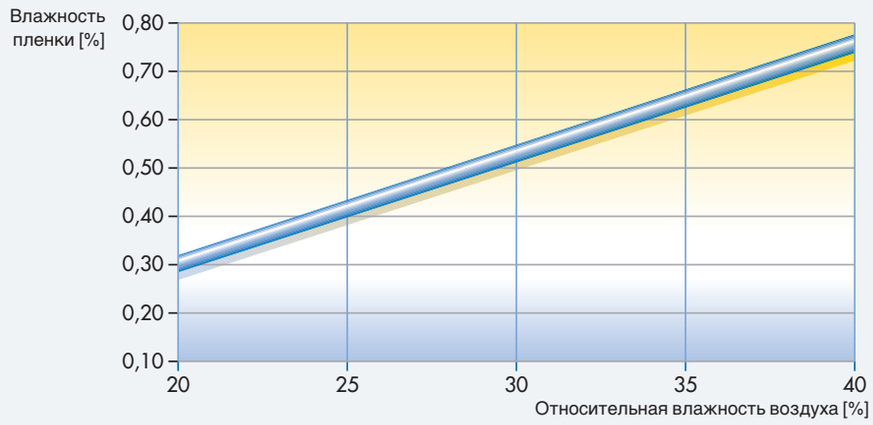
Возможные причины отклонений – в данном случае – появление пузырей или расслаивание - см. в главе 11.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПЛЕНКИ

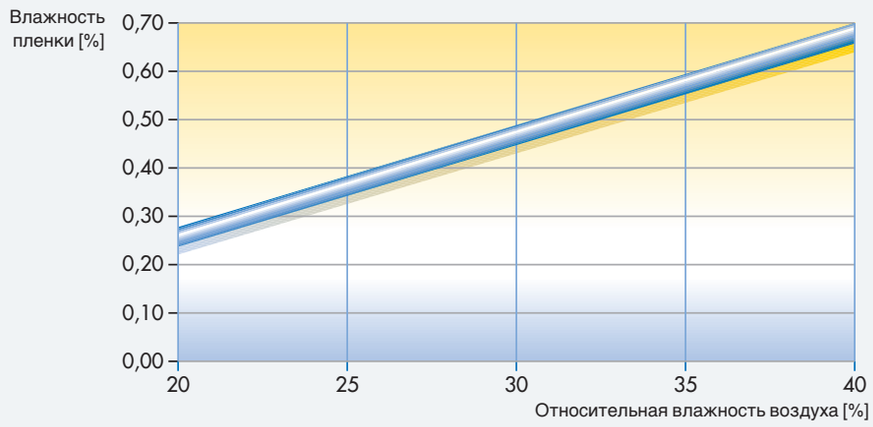
Целью измерения влажности пленки является дополнительный контроль регулировки климатических условий в помещении для укладки / складском помещении. Влагосодержание пленки TROSIFOL® влияет на такие основные свойства, как адгезия ПВБ к стеклу или устойчивость триплекса к проникновению (испытание на удар методом падающего шарика и т.д.). Образцы* формата приблизительно 15 x 15 см измеряются ИК-спектрофотометром (например фирм Pier Electronics, Quadrabeam и т.д., см. главу 13). Для собственных измерений мы предоставим в Ваше распоряжение калиброванный по влажности образец триплекса. Если нет в наличии измерительного прибора, то отправьте нам образец Вашего стекла для измерения в испытательной лаборатории TROSIFOL®.

Снятие показаний влажности пленки происходит с точностью до 0,02 %. Фирма TROSIFOL® настоятельно рекомендует придерживаться параметров влажности пленки, указанных в спецификациях.
Даллее представлены графики климатизации пленок TROSIFOL® MB-FR / PR-FR и MV-FR. Они показывают влажность пленки в зависимости от относительной влажности воздуха в помещении для укладки при ламинировании пленки TROSIFOL® со стеклом.

ПОКАЗАТЕЛЬ ВЛАЖНОСТИ ПЛЕНКИ TROSIFOL® MB-FR/ PR-FR



ПОКАЗАТЕЛЬ ВЛАЖНОСТИ ПЛЕНКИ TROSIFOL® MV-FR



* Только триплекс из прозрачного флоат-стекла без покрытий и прозрачной ПВБ-пленки

Изготовление многослойного безопасного стекла для автомобильной промышленности

- Обзор различных способов изготовления ветровых стекол
- Производство предварительного соединения: способ вальцевания
- Производство предварительного соединения: вакуумный способ
- Дополнительное уплотнение кромок / зажим кромок ветровых стекол
- Штабелирование предварительного соединения при производстве ветровых стекол
- Автоклавный процесс в производстве ветровых стекол
- Дополнительная обработка / контроль
- Триплекс
  Боковые и задние стекла
- Солнцезащитные стекла и лобовые стекла с функцией отображения показаний приборов на лобовом стекле

*Фото: BMW AG

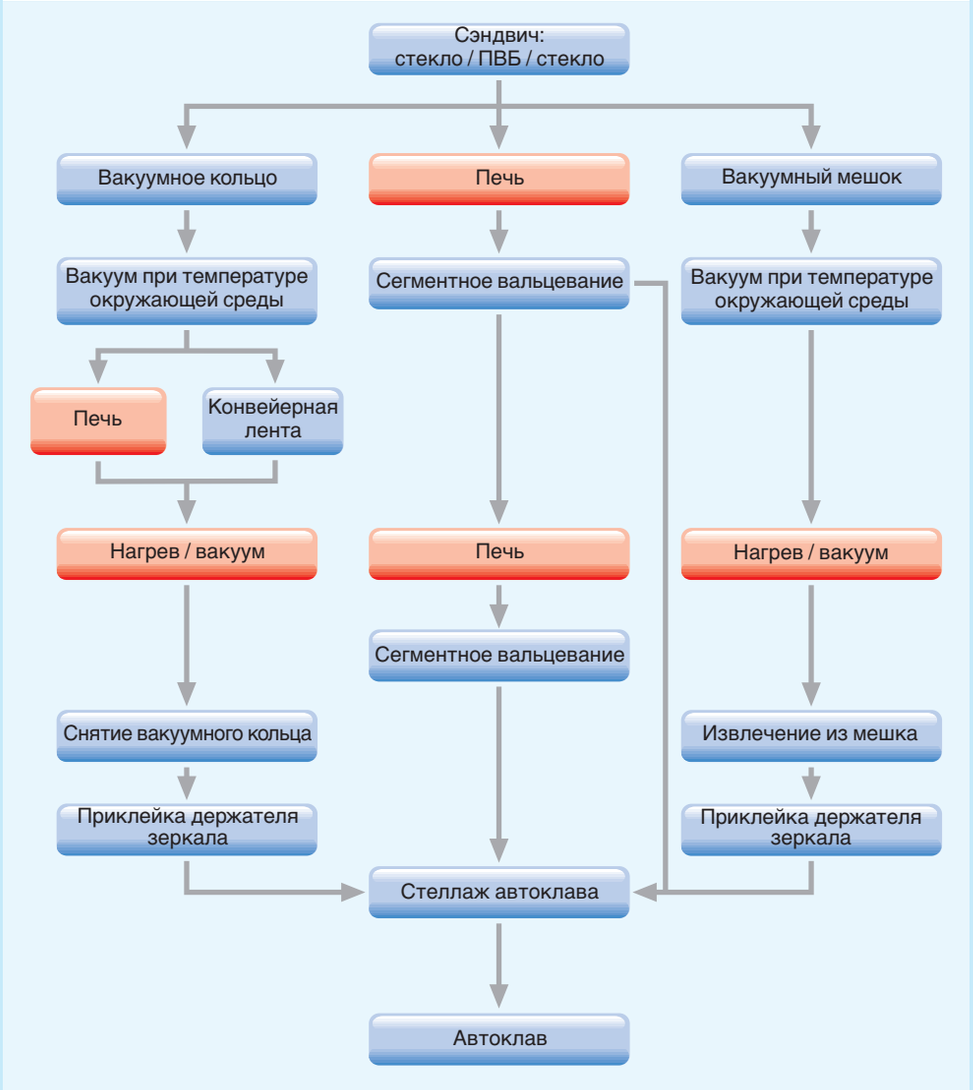
ОБЗОР РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЕТРОВЫХ СТЕКОЛ

Следующая иллюстрация схематически показывает различные стадии технологического процесса отдельных видов производства ветровых стекол.

Также как и для плоского многослойного стекла (см. главу 5) – непосредственное прессование свободно уложенных слоёв стекло/ пленка/ стекло при производстве гнутых ветровых стекол – не является подходящим способом изготовления триплекса без воздушных пузырей.

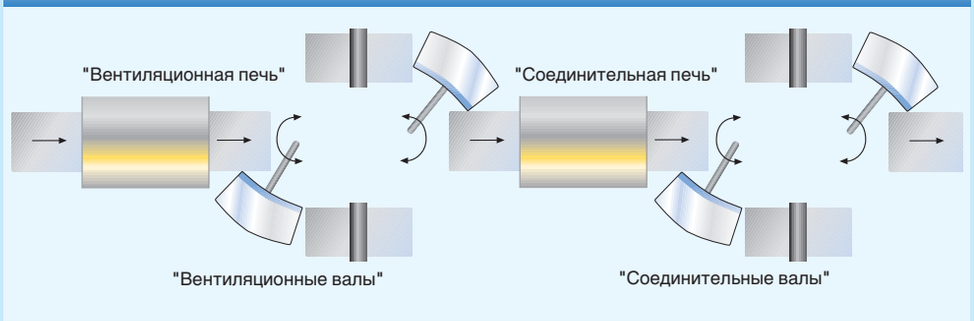
По этой причине до автоклавного процесса производится так называемое предварительное соединение, от доброкачественности которого существенно зависит качество многослойного стекла. При производстве предварительного соединения различают различные методы изготовления: способ вальцевания валками / рулонным прессом и вакуумный способ. Последний подразделяться на вакуумный способ с использованием мешка и вакуумный способ с использованием кольца.

СХЕМА СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЕТРОВЫХ СТЕКОЛ



ПРОИЗВОДСТВО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ: СПОСОБ ВАЛЬЦЕВАНИЯ

СХЕМА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВАЛЬЦОВАННОГО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ



Способ вальцевания позволяет достичь высоких скоростей изготовления и длительных циклов обработки (при редкой смене типов стекол) и является очень эффективым благодаря высокой степени автоматизации.
Как правило, предварительное соединение стеклопакета осуществляется в 2 этапа, а именно в вентиляционной печи / 1-ой парой валков при температуре 50-70°C и в соединительной печи / второй парой валков при температуре около 100-120°C согласно приведенной выше схеме.

Сочлененные или сегментированные роликовые валки расположены горизонтально парами в каждой печи, причем каждый валик находится на отдельной оси на пружинной или гидровлической подвеске, между которыми пропускается пара гнутых стекол. Скорость процесса/ подачу можно автоматически программировать в зависимости от сложности стекол.
В единичных случаях возможно изготовление предварительного соединения при использовании только одной пары сочлененных валов; температура в нагревательном туннеле инфракрасного излучения – 70-90°C при максимальной скорости подачи 4-5 м/мин.

В двухступенчатом процессе температура поверхностей стекол устанавливается благодаря меняющейся скорости. Обычно в вентиляционной печи температура стекла достигает 50-70°C и 90-110°C во второй (соединительной) печи, причем зазор между валками на 1 мм меньше, чем толщина триплекса при давлении прижима 5-7 бар. При менее сложном моллировании стекол производительность можно увеличить. Производительность снижается при большей степени сложности и опасности образования пузырей в сильно согнутых частях и в зоне выхода воздуха / задней кромки стекла.

Альтернативой к системе горизонтально расположенных валков является система наполненных воздухом вертикальных резиновых валов ("Lamino", "Sack" или "Artama"). Здесь подпрессовываются только просто гнутые стекла при давлении прижима 3 бар. Это достаточно трудоемкий и медленный процесс, который предназначен для изготовления меньшего количества стекла – к примеру, для вторичного рынка ветровых стекол.

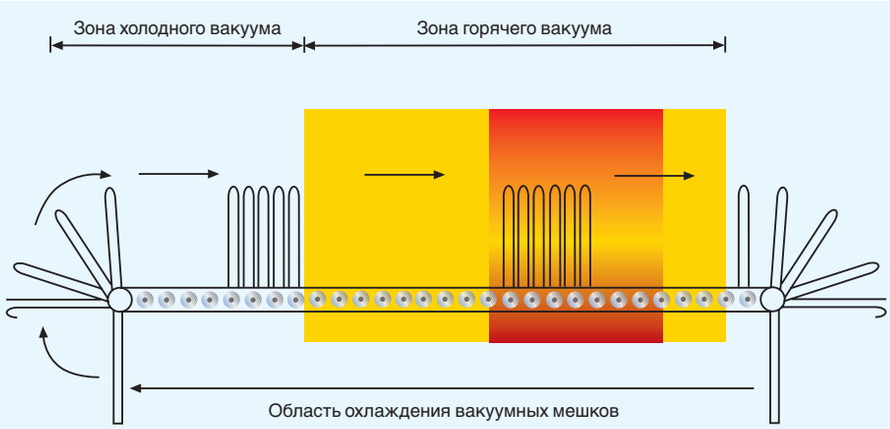
ПРОИЗВОДСТВО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ: ВАКУУМНЫЙ СПОСОБ

Изготовление предварительного соединения стекол вакуумным способом служит преимущественно для тщательного удаления воздуха из сильно гнутых (сложных) ветровых стекол, так как даже с помощью специального вальцевания предварительного соединения безупречное удаление воздуха из таких стекол невозможно, следствием этого был бы частый бой стекла. Помимо этого, рабочая ширина сочлененных валков для обработки предварительного соединения меньше, чем ширина очень больших ветровых стекол, например, для автобусов или микроавтобусов. Процесс вакуумной обработки осуществляется либо в резиновом мешке (Asahi-процесс), в соответствующих термостойких мешках из склеиваемой пленки, либо с помощью резиновых профилей. Вакуумированные таким способом стекла нагреваются в печи с воздушным нагревом с полной рециркуляцией воздуха. В зависимости от величины мешки могут вмещать разное количество стекол для предварительного соединения. Так как резиновые мешки загружать достаточно просто, то этот способ подходит для конвейерной печи, а также для большого серийного производства при температуре циркуляционного воздуха около 100-120°C.

Производство предварительного соединения для автобусных стекол больших размеров вакуумным способом осуществляется также в специальных тонких пленочных вакуумных мешках в нагревательном шкафе. Этот способ особенно пригоден для штучного производства. Так как резиновые вакуумные мешки достаточно дорогие, часто используют следующий способ изготовления предварительного соединения: для создания вакуума используется кольцо из профильной резины, которое устанавливается вокруг края стекла. Для стекол различных габаритов используются кольца из профильной резины различных размеров. Данный вакуумный способ подходит также для большого серийного производства, так как нагревание вакуумированного сэндвича происходит при постоянном создании вакуума в нагревательном конвейерном туннеле с воздушным или инфракрасным обогревом с полной рециркуляцией воздуха.

При всех способах вакуумной обработки предварительного соединения необходимо обращать внимание то, что эвакуация воздуха из стекол, подвергающихся обработке, заканчивается до нагрева (около 10 мин., лучше немного больше). Только вследствие этого можно избежать быстрого слипания края и вместе с тем неполного удаления воздуха. Вакуум необходимо поддерживать в течение всей процедуры нагрева (около 20 мин.) и он должен достигать по меньшей мере 0,1-0,2 бар (-0,8 до -0,9 бар/около 80-150 гПа). При температуре циркулирующего воздуха около 100-120°C в нагревательном тоннеле или в термошкафе достигается необходимая температура 95-105°C на поверхности стекла. Предварительное соединение, произведенное вакуумным способом, является обычно более прозрачным, чем предварительное соединение, произведенное способом вальцевания. Оптимальные условия обработки, а именно температура и время выдержки в нагревательном тоннеле, подбираются экспериментально. Они зависят от имеющегося конкретного оборудования.

СХЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ВАКУУМНОГО СПОСОБА



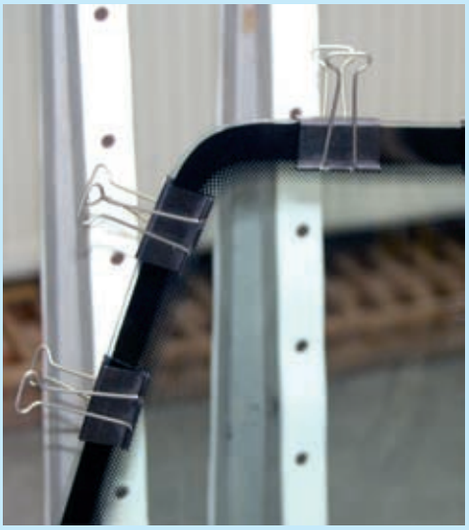
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ УПЛОТНЕНИЕ КРОМОК / ЗАЖИМЫ ВЕТРОВЫХ СТЕКОЛ

Согласно схеме на странице 42, описывающей способ изготовления предварительного соединения, перед установкой ветровых стекол в автоклав можно провести дополнительную обработку недостаточно склеившихся краев стекла.

Такое неполноценное предварительное соединение получается например вследствие ошибок при моллировании двух стекол, технологических отклонений и так далее. Некачественность проявляется в области кромок выделением пузырьков.

Дополнительное уплотнение кромок является крайней мерой и в принципе не рекомендуется! При этом под влиянием пластификатора ПВБ-пленка разбухает. Преимущественно используется DOWANOL TPM (= трипропилен-гликоль-метил-эфир), который при осторожном дозировании наносится валиком / кистью. При передозировке существует опасность возгорания автоклава. Целесообразно наносить небольшое количество жидкости на еще горячую кромку стекла.

Внимание: Если стекло согнуто правильно, необходимо принципиально отказаться от применения таких средств! Другая возможность – применение зажимов в местах с недостаточным слипанием кромок. Применять этот способ также не рекомендуется, несмотря на возможность дополнительной корректировки склеенных кромок, т.к. после автоклавного процесса существует опасность последующего расслаивания на местах с зажимами.

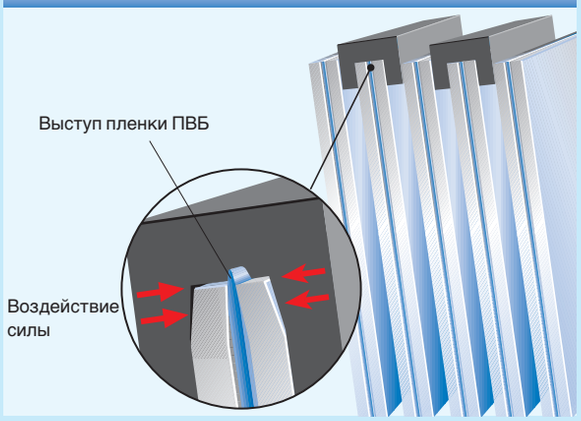


ШТАБЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЕТРОВЫХ СТЕКОЛ

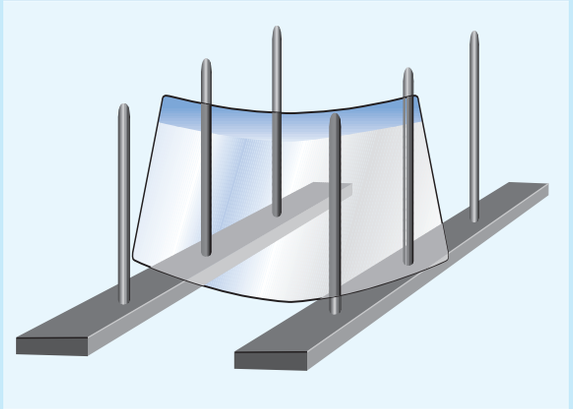
Чаще всего используются изготовленные под размер разделительные блоки для штабелирования предварительного соединения для последующего изготовления ветровых стекол.
В качестве материалов используются такие пластики, как как нейлон или тефлон. Не рекомендуется применение деревянных колодок из-за их легкой воспламеняемости (исключение: специальная древесина твердой породы).

Распространены также так называемые разделительные пластины, т.е. металлические пластины с покрытием на жестком соединительном стержне, которые держат ветровые стекла в вертикальном положении или разделительные стержни (с силиконовым покрытием) - как изображено на рисунке.
Последние однако могут ограничивать распределение тепла воздушного потока в автоклаве, что, в свою очередь, может привести к оптическим искажениям в стеклах. В любом случае необходимо избегать непосредственного контакта между стеклом и металлом, так как это может привести к различным температурам на поверхности стекол и таким образом к бою стекла. Как правило, расстояние между стеклами должно приблизительно равняться толщине стекол. Слишком сильное закрепление стекол с целью предовращения боя стекла при воздействии турбулентных потоков воздуха может привести к уменьшению толщины пленки в местах контакта и к оптическим ошибкам.

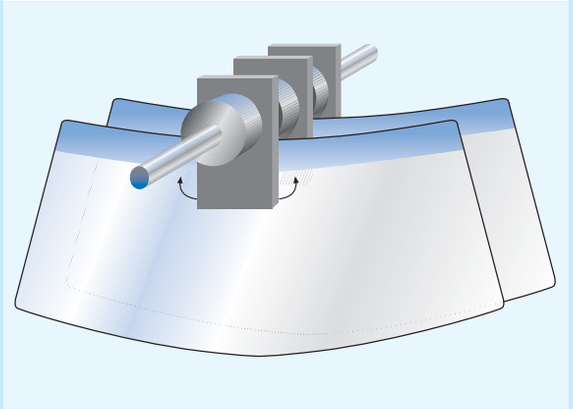
РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ



РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СТЕРЖНИ



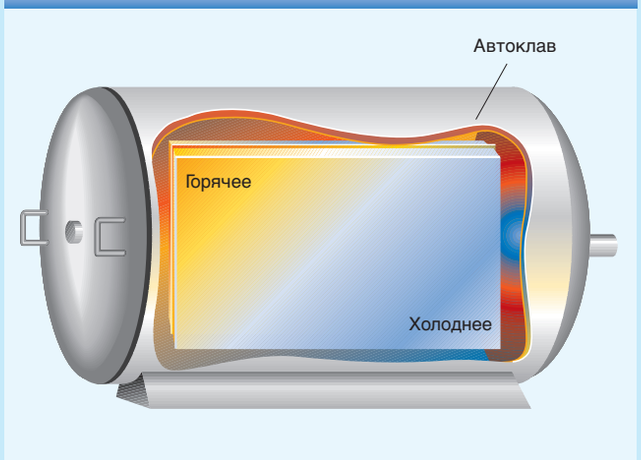
РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ПЛАСТИНЫ



АВТОКЛАВНЫЙ ПРОЦЕСС В ПРОИЗВОДСТВЕ ВЕТРОВЫХ СТЕКОЛ

Изготовление окончательного соединения происходит в автоклавах, где давление распределяется равномерно по всей площади стекла. Стекла, предназначенные для автоклавирования, стоят на стойке, готовые для дальнейшей обработки – как описано на предыдущей странице. Различают автоклавы с электрическим нагревом воздуха и с нагревом через теплообменник. Подача сжатого воздуха может происходить по желанию непосредственно через воздушный ресивер или от компрессора. Стальной корпус автоклава как правило изолирован изнутри. Есть, однако, модели с внешней изоляцией. Задачей процесса автоклавирования является полное растворение остаточного воздуха и остаточной влаги в размягченной ПВБ-пленке. Причем при соблюдении технологической температуры воздух легко растворяется в ПВБ. Скорость распространения воздуха увеличивается в линейной зависимости относительно давления и экспоненциально относительно температуры. Адгезия ПВБ к стеклу достигается благодаря интенсивному контакту, причем оптимальная температура имеет большее влияние на адгезию, чем давление.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В АВТОКЛАВЕ



Автоклавный процесс состоит из 3 фаз:

1. Нагрев

Давление и температура повышаются параллельно.

2. Выдержка

Под этим понимают время, в течение которого максимальное давление и максимальная температура воздействуют на стекла. При установке времени выдержки необходимо учитывать количество стекол в автоклаве. При очень тонких стеклах время выдержки должно составлять минимум 20 минут, для того, чтобы обеспечить достаточно долгое время прессования стекол при максимальном давлении и максимальной температуре.

Необходимо принимать во внимание, что несмотря на хорошую вентиляцию, температура наверху у двери самая высокая и самая низкая внизу на задней стороне автоклава. Давление во время выдержки и следующей фазы охлаждения должно составлять около 12 бар, температура во время выдержки – от 135 до 145°C. Рекомендуется приблизительно каждые полгода проверять температуру автоклава в различных местах при помощи температурных индикаторных полос. Таким образом легко установить расхождения между стационарным индикаторныим прибором и фактически достигнутой температурой внутри.

Необходимо избегать температуры 160°C и более, так как при такой высокой температуре возможно вытекание ПВБ-пленки и пожелтение.

Качество соединения зависит в том числе от давления, температуры и выдержки автоклавного процесса. Если автоклав не допущен для работы под давлением в 12 бар, то автоклавный процесс может проходить при более низком давлении. В этом случае необходимо всё же увеличить время выдержки. Необходимая температура от 135 до 145°C должна обязательно соблюдаться, так как при слишком низкой температуре автоклава риск изготовления бракованных стекол резко увеличивается.

АВТОКЛАВНЫЙ ПРОЦЕСС

3. Охлаждение

Во время фазы охлаждения при сохранении полного давления содержимое автоклава охлаждается до температуры на поверхности стекла 40°C. Важно только после охлаждения выпустить давление из автоклава. Слишком раннее открытие автоклава при слишком высокой температуре может привести к небольшим воздушным пузырькам вдоль кромки стекла.

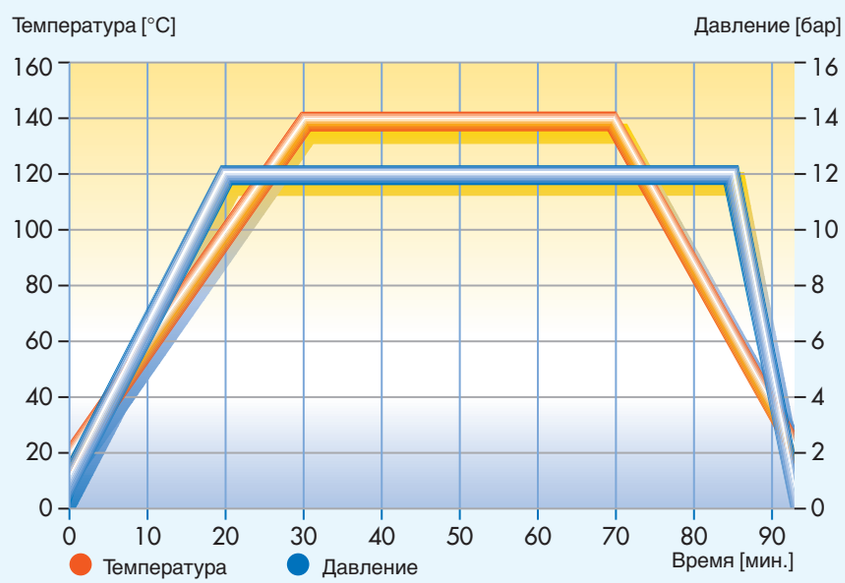
Рекомендуется проверять температуру стекла сразу после открытия автоклава в различных местах внутри автоклава.

Для обеспечения продолжительного и надежного технологического автоклавного процесса рекомендуется ряд мероприятий по обслуживанию и мер предосторожности, таких, как:

ОБСЛУЖИВАНИЕ АВТОКЛАВА

- Избегать оседания пластификаторов внутри автоклава / на внутренней изоляции / распорках между стеклами
- Регулярно чистить автоклав изнутри посредством вытопки согласно указаниям изготовителя, например:
  1) Нагреть до 150°C при давлении ≥ 5 бар
  2) Выдержать 30 мин
  3) В течение 20 мин. снизить давление до нулевой отметки
  4) Снизить температуру
- Избегать скопления легковоспламеняющихся жидкостей (например, из смазочных и других вспомогательных складских материалов и т.д.)
- Не оставлять никаких вспомогательных средств или других воспламеняющихся материалов в автоклаве (древесина, бумага, пластмасса, тряпки для чистки, перчатки и т.д.)
- Регулярно проводить техобслуживание системы фильтров компрессора.

90-МИНУТНЫЙ АВТОКЛАВНЫЙ ПРОЦЕСС ДЛЯ ВЕТРОВЫХ СТЕКОЛ



Рекомендуемые параметры процесса:

- Температура: 135-145°C
- Давление: 10-14 бар
- Выдержка / температура: 20-30 мин. / приблизительно 140°C

ПОСЛЕДУЮЩАЯ ОБРАБОТКА, КОНТРОЛЬ

После выемки готовых автоклавированных стекол иногда может потребоваться дополнительная обработка. Возможно дополнительное удаление выступившей из кромки стекла ПВБ-пленки. Выступившая пленка срезается предназначенным для этого режущим инструментом.
Другой дополнительной технологической операцией может быть отлитие с целью изоляции полиуретановой закраины вокруг кромки ветрового стекла при помощи шприца-распылителя.

Ветровые стекла с дефектами кромки (пузыри по краям) повышают долю недопрессовки, т.е. данные стекла должны пройти следующий автоклавный цикл вплоть до достижения полной прозрачности (см. также страницу 73 и главу 11: поиск ошибок).

При следующем визуальном контроле можно установить дефекты как в стекле (царапины, щербление кромок, посторонние включения и так далее), так и в промежуточном слое (посторонние включения, грязь, помутнения, оптические искажения).

Лабораторные испытания стекол согласно нормам ЕЭК R43 или ANSI Z 26.1, а также спецификации полученного продукта описаны более подробно в главе 8.

ТРИПЛЕКС БОКОВЫЕ И ЗАДНИЕ СТЕКЛА

Со второй половины 90-х годов значительно возросло производство триплексного стекла для серийного остекления боковыми и задними стеклами. Здесь также имеют значение упомянутые вначале условия изготовления.

При производстве задних стекол предпочтение отдается вакуумному способу изготовления предварительного соединения по причине более сложной геометрии стекла и ввода некоторых функций (как например, обогревательные проволоки, антенны и так далее).

При производстве боковых стекол из триплекса предпочтение также отдается вакуумному способу изготовления предварительного соединения (Asahi-процесс) из-за, по сравнению с ветровым стеклом, довольно малой площади бокового стекла и таких особенностей, как просверленные отверстия для подвижных дверных стекол. Из-за большего разнообразия форматов и менее сложной геометрии моллирования стекла предпочтение отдается вакуумному способу с использованием резинового мешка. Автоклавный процесс производства боковых стекол похож на автоклавный процесс производства ветровых стекол подобной конструкции.

Испытание триплексных боковых и задних стекол на надежность от взлома осуществляется согласно нормам BS AU 209 или E DIN 52230 (см. список в главе 8).

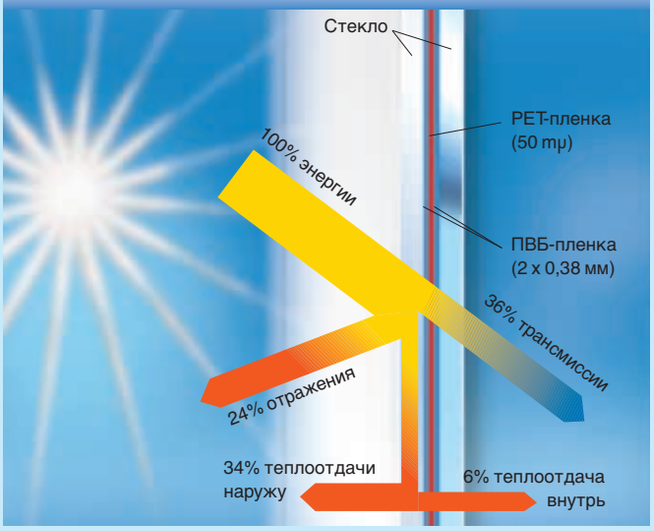
Преимущества триплексных боковых стекол с пленкой TROSIFOL® VG по сравнению с обычными однослойными стеклами:

- уменьшение риска выбрасывания пассажиров при авариях
- затруднение проникновения воров в транспортное средство через боковое стекло
- уменьшение ультрафиолетового излучения и предотвращение выцветания внутренней отделки транспортного средства
- повышение акустического комфорта в транспортном средстве
- возможность интеграции дополнительных функций (SOLARCONTROL – солнцезащитная функция / тепловое отражение инфракрасного света)

Фото: Секьюрит Сейнт-Гобейн

СОЛНЦЕЗАЩИТНЫЕ СТЕКЛА И ЛОБОВЫЕ СТЕКЛА С ФУНКЦИЕЙ ОТОБРАЖЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ НА ЛОБОВОМ СТЕКЛЕ

ПРИНЦИП СОЛНЦЕЗАЩИТНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ



Особый случай теплоизоляционного остекления представляет собой так называемый триплекс SOLAR-CONTROL (солнцезащитный триплекс). Для этого берется специальная PET-пленка с ионно-плазменным покрытием, толщиной 45-50 mμ (поставщик Southwall / США), и предварительно ламинируется между двумя ПВБ-пленками толщиной 0,38 мм в результате чего получается трехслойная пленка.

Наряду с нанесенной посредством ионно-плазменного покрытия солнцезащитной пленкой существует не имеющая металлические включения специальная пленка подобной толщины на основе полиэфира (поставщик: фирма 3 M, тип пленки SRF = Solar Reflecting Film – солнце-отражающая пленка), которая благодаря своей специальной многослойной структуре способна отражать значительную часть инфракрасного солнечного света.

Здесь в обоих случаях используется тип пленки TROSIFOL® PG с односторонней гладкой поверхностью к PET-пленке. После капсуляции PET-пленки двухслойная плёнка как гомогенная ПВБ-пленка укладывается в качестве выкройки между стеклом и соединяется с моллированными стеклами преимущественно посредством вакуумного способа изготовления предварительного соединения (с использованием резинового мешка или резинового кольца). Процесс обработки валками не рассматривается из-за чувствительности PET-пленки.

Автоклавный процесс необходимо модифицировать из-за различного поведения при усадке PET-пленки по отношению к ПВБ.

Максимальная температура не должна существенно превышать 125°C. Для обеспечения унифицированной оптики триплекса уместно продление выдержки при данной температуре в зависимости от геометрии и сложности стекла. Последующая обработка краев стекла – например при использовании такого средства, как DOWANOL, запрещена из-за возможного повреждения пленочного материала.

Для ветровых стекол с так называемой функцией отображения показаний приборов на лобовом стекле (позволяющей не отрывать взгляда от дороги) компанией TROSIFOL® была разработана специальная ПВБ-пленка с измененной толщиной. При этом ПВБ-пленка изменяется в зависимости от устанавливаемого угла отклонения картины на фоновой подсветке на ветровом стекле – начиная от стандартной толщины пленки 0,76 мм и заканчивая максимальной толщиной 1,25 мм. В наличии имеется как бесцветная пленка, так и пленка с цветной полосой. Эта пленка обуславливает – в комбинации с комплексным гнутым парным стеклом – необходимость модифицированного технологического процесса при изготовлении предварительного соединения и во время автоклавного процесса. Здесь также отдается предпочтение вакуумному способу изготовления предварительного соединения, в отличие от обработки сочлененными валками, с целью избегания досрочного боя ветровых стекол.

Дальнейшую информацию по данному продукту можно получить в технических консультационных пунктах TROSIFOL®.

Технические данные Автомобильная продукция

- Стандартизация автомобильного триплекса
- Испытание триплекса в ветровых стеклах
- Измерение влажности в триплексе
- Тест падающего шара по ECE R43
- Определение адгезии / Пуммель-тест
- Определение адгезии / Испытание на срез
- Испытание кипячением / испытание на обжиг / испытание высокой влажностью
- Технические данные
- Энергетические и светотехнические данные
- Сравнительный обзор мировых стандартов для автомобильного многослойного безопасного стекла

*Фото: BMW AG

СТАНДАРТИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРИПЛЕКСА

Автомобильный триплекс подлежит стандартизации согласно действующим мировым и государственным нормам. Далее приведены самые важные стандарты. Указанные испытания частично относятся к данным нормам, частично к распространенным испытаниям автомобильного триплекса в стекольной промышленности.

Испытания проводятся преимущественно на опытных образцах, вырезанных из ветровых стекол. Все больше испытаний также проводится на боковых и задних автомобильных стеклах, а также на функциональных специальных остеклениях.

СТАНДАРТЫ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРИПЛЕКСА

Стандарт	Описание
ANSI/SAE Z26.1-1996	Американский Национальный Стандарт безопасности материалов для остекления автомобилей и оборудования наземного автомобильного транспорта – стандарт безопасности (дополнение к ANSI Z26.1a-1980)
FMVSS 205	Материалы для остекления (США, Канада)
Постановление ЕЭК 43 Европейский Стандарт	Единые условия утверждения безопасности остеклений и материалов для остекления (также норма ООН)
JIS R 3211:1998	Промышленный стандарт Японии Безопасные материалы для остекления транспортных средств
JIS R 3212:1998	Промышленный стандарт Японии Испытание безопасности материалов для остекления транспортных средств
AS/NZS 2080:1995	Безопасное стекло для наземных транспортных средств (Австралия)
ISO 3536:1999	Транспортные средства - материалы для безопасного остекления - Номенклатура
ISO 3537:1999	Транспортные средства - материалы для безопасного остекления - Механические испытания
ISO 3538:1997	Транспортные средства - материалы для безопасного остекления - Испытание оптических свойств
ISO 3917:1999	Транспортные средства - материалы для безопасного остекления - методы испытания на сопротивление радиации, высокой температуре, повышенной влажности и смоделированным погодным воздействиям
BS AU 209, Часть 4a:1995	Безопасность транспортного средства, спецификация для безопасного остекления легковых автомобилей и транспортных средств на базе легковых автомобилей, Британский институт стандартов
E DIN 52230: 2003	Определение степени защиты от взлома безопасных стекол транспортных средств (проект)
DIN 52310 часть 2: 1991	Основное испытание на удар безопасных материалов для остекления транспортных средств с замером тормозного пути

ИСПЫТАНИЕ ТРИПЛЕКСА В ВЕТРОВЫХ СТЕКЛАХ

Следующие испытания многослойного безопасного стекла, на практике проводятся регулярно при соблюдении вышеуказанных норм и общепризнанных методов испытания, специфических для многослойного стекла:

ИСПЫТАНИЕ ТРИПЛЕКСА

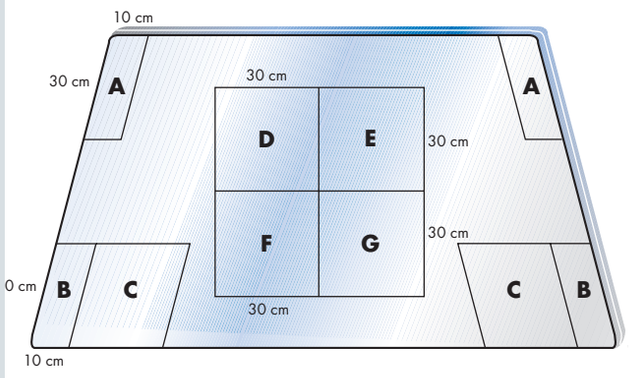
- Измерение влажности пленки в триплексе
- Испытание на удар методом падающего шарика по ЕЭК R43
- Измерение адгезии (пуммель-тест, испытание на срез)
- Измерение степени удаления воздуха из триплекса (испытание кипячением, испытание на обжиг)
- Измерение стабильности кромок при смене климата
- Испытание паром по ЕЭК R43 / стабильность кромок триплекса
- Измерение светотехнических свойств
- Измерение оптики, искажений

Отдельные испытания и частичная зависимость параметров испытаний друг от друга описываются далее.

Подготовка образцов для испытания

Оценка качества готовых ветровых стекол происходит на образцах для испытаний, которые могут быть вырезаны из серийных стекол следующим способом:

СХЕМА РЕЗКИ ИЗ ВЕТРОВОГО СТЕКЛА ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ



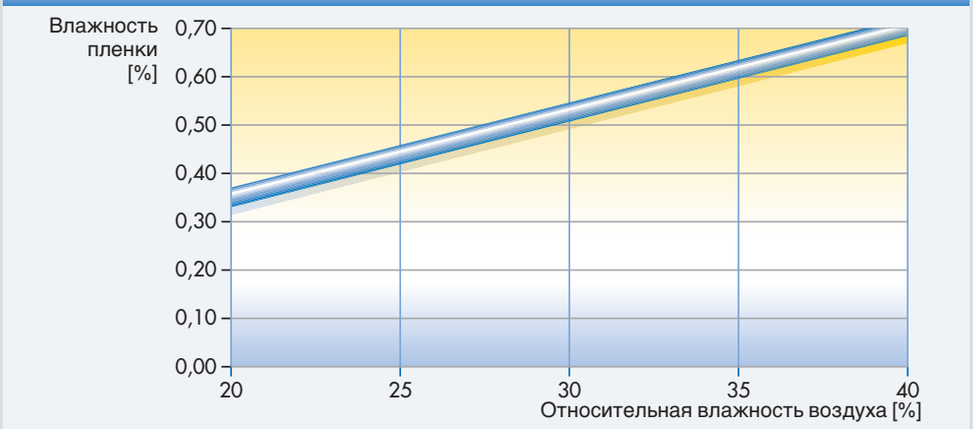
Стекла для испытаний формата 30 x 30 см, обозначеннные на иллюстрации D-G, используются, например, при испытании на удар методом падающего шарика по ЕЭК R43. Остальные образцы A-C используются при других, упомянутых выше и описанных далее, испытаниях. Дополнительно у всех тестируемых стеклах необходимо определять ориентацию стекла к пленке, т.е. способ укладки, и отмечать его на образцах для испытаний. Его можно определить с помощью ультрафиолетовой лампы в затемненном помещении:
Сторона ванны или оловянная сторона (Sn) имеет синевато-белое мерцание, в то время как воздушная или огненная сторона стекла (F) не имеет такого мерцания.
При отдельно ламинированных и образцах триплекса, взятых соответственно не из ветровых стекол, маркировка стеклянной стороны необходима. Ориентация к стеклу особенно важна при испытаниях на разрушение (испытание на удар методом падающего шарика и т.д.) для определения стороны нанесения удара и / или отклонений, выявленных при испытании, которые были вызваны различной адгезией ПВБ-пленки к соответствующей стороне стекла.

ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ В ТРИПЛЕКСЕ

Измерение влажности многослойного стекла, произведенного из пленки TROSIFOL® VG - здесь стекол для испытаний A-C из ветровых стекол – происходит методом инфракрасной дефектоскопии как описано в главе 6 на странице 68. Для измерения должны использоваться преимущественно образцы из прозрачного флоат-стекла и бесцветной ПВБ-пленки. При применении тонированного флоат-стекла нужно использовать соответственно калиброванные образцы триплекса. Измеренные показатели влажности должны оставаться в пределах заданных показателей по спецификации для пленки TROSIFOL® VG (см. главу 2). Следующая иллюстрация показывает зависимость влажности пленки в триплексе от влажности в помещении для укладки.

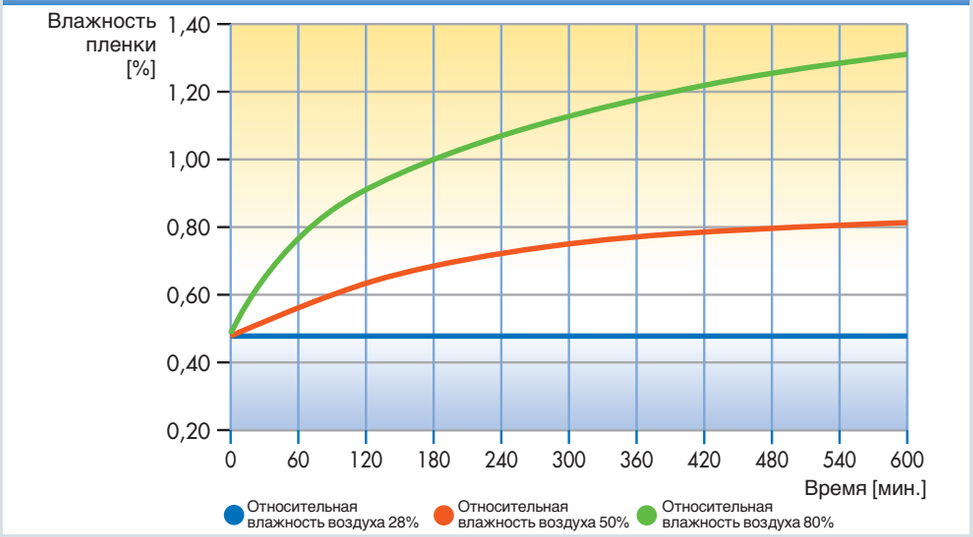
В случае, когда пленка предварительно нарезается и укладывается в стопу, насыщение влагой наружних слоев происходит быстрее, чем внутренних. Толщина пленки будет меньше, если пленка (пленка с цветной полосой) уже растянута. Современные инфракрасные измерительные приборы наряду с показателем влажности дополнительно показывают толщину пленки.

ПОКАЗАТЕЛЬ ВЛАЖНОСТИ ПЛЕНКИ TROSIFOL® VG



Следующая иллюстрация показывает влагопоглощение пленки TROSIFOL® VG - измеренное в свободно висящем отрезке пленки – в зависимости от окружающей влажности.

ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЕ ПЛЕНКИ TROSIFOL® VG



ТЕСТ ПАДАЮЩЕГО ШАРА ПО ECE R43

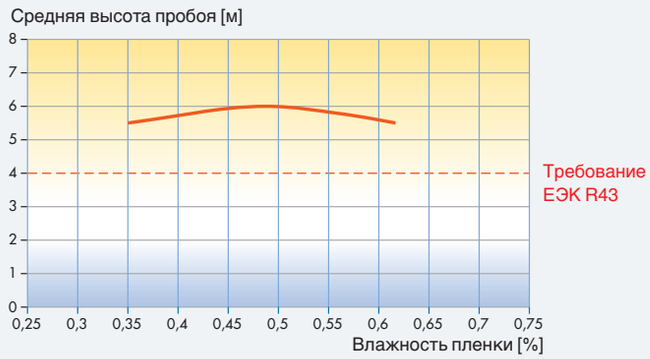
Самым важным испытанием многослойного стекла для остекления транспортного средства является испытание на удар методом падающего шара по ЕЭК R43 / ANSI Z26.1. Данное испытание определяет прочность на пробой образцов многослойного стекла габаритами 30 x 30 см в ходе динамического испытания падающим стальным шаром весом в 2,26 кг (5 фунтов) при температуре 20 ± 5°C. Образцы стекла должны выдерживать испытание на падение груза с минимальной высоты 4 м без сквозного проникновения шара. При этом образцы стекла фиксируются с помощью опорной рамки.
Как правило, из соображений безопасности, испытание проходит при большей (более надежной) высоте падения (TROSIFOL®: ≥4,75 м). Наряду с абсолютной высотой падения груза принято определять среднюю высоту пробоя (МВН). Средняя высота пробоя – это высота падения груза, при которой 50% испытываемых стекол выдерживают падение шара, а остальные 50% – имеют пробой.

ИСПЫТАНИЕ НА УДАР МЕТОДОМ ПАДАЮЩЕГО ШАРА ПО ЕЭК R43

A. ЗАВИСИМОСТЬ ВЫСОТЫ ПАДЕНИЯ ГРУЗА ОТ ВЛАЖНОСТИ ПЛЕНКИ

Условия:

- Триплекс: 2 x 2,1 мм флоат-стекло с пленкой TROSIFOL® VG 0,76 мм
- Стальной шар: 2260 г (5 фунтов)
- Температура испытания: 23°C
- Метод: средняя высота пробоя (МВН).

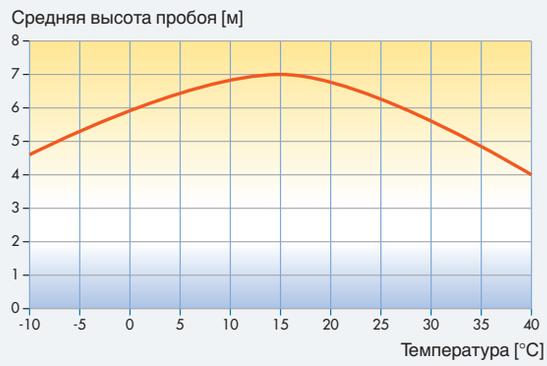


Наряду с влажностью пленки важной величиной является также температура испытания, которая влияет на устойчивость на пробой многослойного стекла. Следующая иллюстрация показывает зависимость от температуры:

B. ЗАВИСИМОСТЬ ВЫСОТЫ СБРАСЫВАНИЯ ГРУЗА ОТ КОНТРОЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Условия:

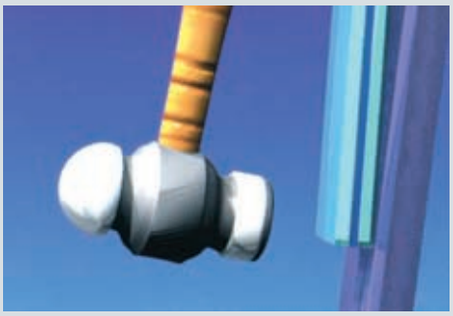
- Триплекс: 2 x 2,1 мм флоат-стекло с пленкой TROSIFOL® VG 0,76 мм
- Стальной шар: 2260 г (5 фунтов)
- Влажность триплекса: около 45%
- Метод: средняя высота пробоя (МВН).



При более низких и более высоких температурах испытания величина средней высоты пробоя снижается. При температурах от -20°C проводится испытание в соответствии с нормами ЕЭК R43 (или аналогичному стандарту) с 227 граммовым стальным шаром и с высоты падения груза (8,5 - 12,0 м), зависящей от толщины ветрового стекла.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИИ / ПУММЕЛЬ-ТЕСТ

Процедура проведения пуммель-теста на образцах стекла A + B (например, формата 8 x 30 см) описывается в главе 6 на странице 66. Параметры пленки TROSIFOL® VG при данном испытании находятся согласно спецификации в диапазоне 3-6. Зависимость адгезии при пуммель-тесте от влажности пленки можно увидеть на следующей иллюстрации:

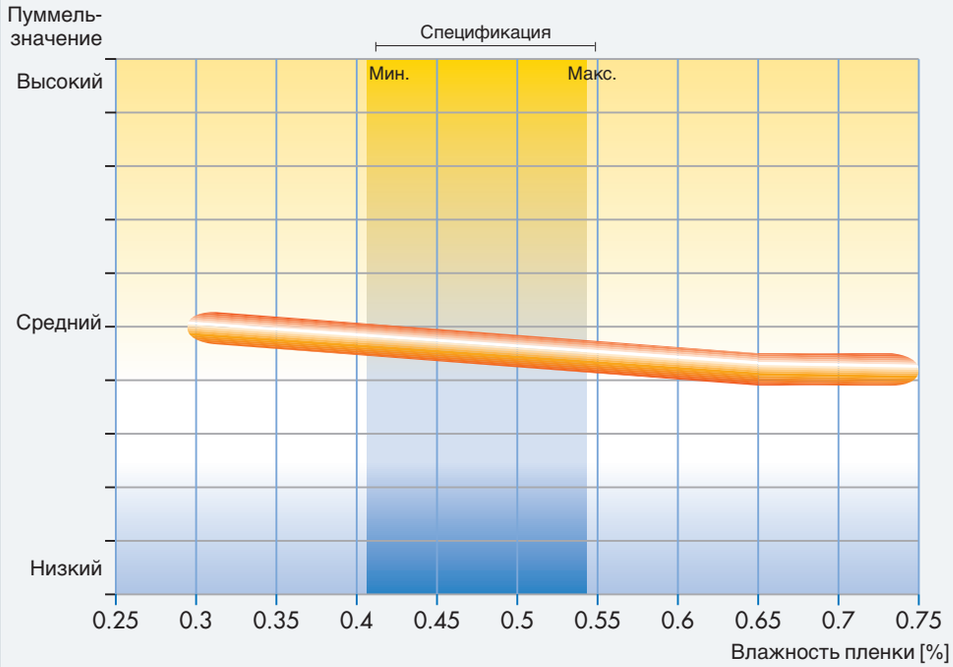


ПУММЕЛЬ-ТЕСТ

Зависимость адгезии от влажности пленки при пуммель-тесте

Условия:

- Триплекс: 2 x 2,1 мм флоат-стекло с пленкой TROSIFOL® VG 0,76 мм
- Температура испытания: -18°C (0° F)
- Метод: удар, производимый вручную / автоматически, визуальное наблюдение



ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИИ / ИСПЫТАНИЕ НА СРЕЗ

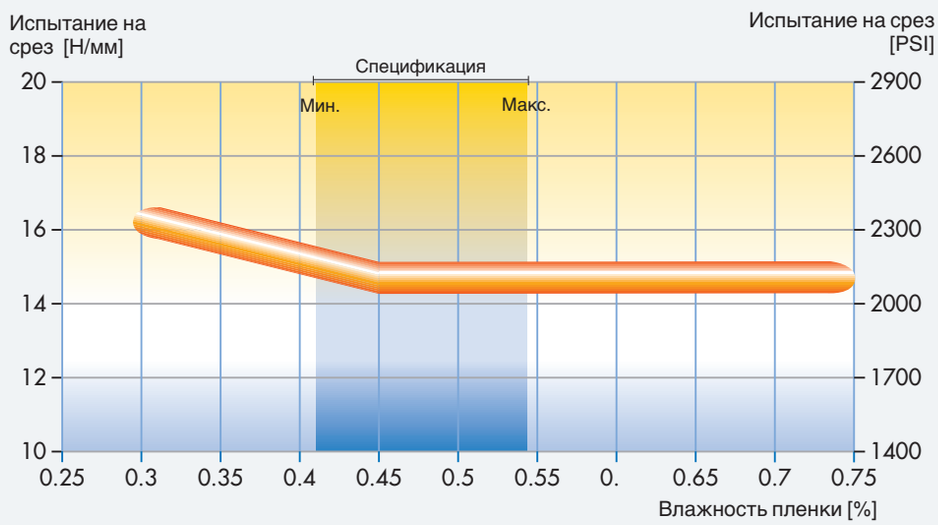
Измерение адгезии стекла к ПВБ при проведении испытания на срез не нормировано – как и при пуммель-тесте. При данном испытании многие образцы стекол величиной 25 x 25 мм подвергаются нагрузке на срез под давлением при 23°C в испытательной машине на растяжение. Максимальная срезающее усилие до разлома образца стекла является степенью адгезии пленки TROSIFOL® к стеклу. Определение размеров образцов для испытания, а также толщина и механическая деформация являются определяющими также – как и при пуммель-тесте – для определения адгезии к стеклу. В стекольной промышленности для испытаний используются также (высверленные) круглые образцы стекла.

ИСПЫТАНИЕ НА СРЕЗ

Зависимость адгезии во время испытания при испытании на срез от влажности пленки

Условия:

- Триплекс: 2 x 2,1 мм флоат-стекло с пленкой TROSIFOL® VG 0,76 мм
- Температура испытания: 23°C
- Метод: размер образцов 25 x 25 мм, метод испытания пленки TROSIFOL®



ИСПЫТАНИЕ КИПЯЧЕНИЕМ ПО ECE R43

Испытание кипячением по норме ECE R43 производится таким же образом, как описано в главе 6 на странице 65. Целью данного испытания является также определение устойчивости многослойного стекла к воздействию жары и влажности и возможного образования пузырей, вызванного этим воздействием.

Вырезанные из ветрового стекла образцы 30 x 30 см (C или из D-G) находятся 2 часа в кипящей воде и затем оцениваются визуально. Возможные отклонения перечислены в главе 11 «поиск ошибки». Похожее испытание содержит также норма EN DIN 12543 для строительного триплекса (см. главу 6).

ИСПЫТАНИЕ НА ОБЖИГ

Испытание на обжиг образцов стекла минимального формата 30 x 30 см производится таким же образом, как описано в главе 6 на странице 67. Как и при испытании кипячением здесь определяется устойчивость многослойного стекла к воздействию тепла, но без дополнительного воздействия влажности.

Пробные образцы оцениваются визуально после проведенного испытания. Разновидность пузырей и их количество позволяют сделать вывод о степени удаления воздуха и влажности пленки в процессе производства триплекса. Возможные отклонения перечислены в главе 11 “поиск ошибки”.

ИСПЫТАНИЕ ВЫСОКОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ ПО ECE R43 / СТАБИЛЬНОСТЬ КРОМОК ТРИПЛЕКСА

При испытании высокой влажностью по ECE R43 - называемом также испытанием испарением - образцы стекла для испытания формата 30 x 30 см (образцы D-F из ветрового стекла) помещаются на 14 дней в климатическую камеру с температурой 50°C и относительной влажностью воздуха 98% и затем в течение последующих 14 дней высушиваются при комнатной температуре. Испытание считается пройденным, если не видно никаких отчетливых изменений за пределами области 10 мм необрезанной кромки и соответственно 15 мм обрезанной кромки триплекса. Многослойное стекло с пленкой TROSIFOL® VG полностью соответствует требованиям: по окончании испытания у кромки не наблюдается никакого изменения окраски в белый цвет. Повторение испытания с минимум двумя дальнейшими испытательными циклами подтверждает превосходную стабильность кромки пленки TROSIFOL® VG. Наряду с испытанием высокой влажностью имеется ряд дальнейших испытаний на изменения климата как при имитации долговременного периода в лабораторных условиях (ускоренные тесты на старение), так и при условиях воздействия реальной среды. После этого теста дополнительно производятся испытания на адгезию в области кромки и в центре образца стекла и при необходимости производится измерение выцветания образцов. Многослойное стекло с пленкой TROSIFOL® VG показывает во всех упомянутых испытаниях высокую устойчивость к старению и стабильность кромок (результаты испытаний по запросу).

ВЫЯВЛЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ КРОМОК ТРИПЛЕКСА В УСКОРЕННЫХ ТЕСТАХ НА СТАРЕНИЕ

- Испытание на смену климатических условий в течение 16 часов, +80°C / относительная влажность воздуха 95%, затем 8 часов / -30°C – несколько циклов, в заключение 12 часов – сушка при комнатной температуре
- Испытания в атмосферных условиях Аризоны, минимум 2 года
- Испытания в атмосферных условиях Флориды, минимум 2 года
- Ускоренные испытания в атмосферных условиях Аризоны около 9 месяцев с дополнительным дождеванием (испытание EMMAQUA)

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

TROSIFOL® VG

Изделие	Толщина [мм]	Влажность [%]	Шероховатость* R_Z (µm)
TROSIFOL® VG-FR	0,76	0,48	40
TROSIFOL® VG-FA	0,76	0,48	55

TROSIFOL® PG

Изделие	Толщина [мм]	Влажность [%]	Шероховатость* R_Z (µm)
TROSIFOL® PG	0,38	0,48	40 (сторона A); 15 (сторона B)

Во всех значениях указан типичный средний показатель

*Замеры произведены в соответствии с нормами DIN EN ISO 4287

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Автомобильный триплекс с пленкой TROSIFOL® VG обладает превосходными светотехническими качествами и соответствует требованиям стандартов ЕЭК R43 и ANSI Z26.1. Последний требует коэффициент светопропускания ≥ 75% для остекления ветровыми стеклами и ≥ 70% для остекления боковыми и задними автомобильными стеклами. Испытания на светостойкость согласно ЕЭК R43 (солнечный спектр 1400 вт/м², ≥ 100 часов при максимальной температуре 50°C, изменение светопроницаемости ≤ 5% от исходного значения) полностью выдержаны.

TROSIFOL® VG: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО EN 410*

Толщина [мм]	Цвет	Цветовой код	Пропускание света T_L [380 - 780 нм]	Отражение света**	Пропускание энергии [300 - 2500 нм]	Пропускание всей энергии [g-значение]	Коэффициент затенения	УФ-трансмиссия
0,38	Бесцветный	–	89,0	13,8	77,4	80,5	101,0	1,2
0,76	Бесцветный	–	88,8	13,6	76,1	79,4	99,3	0,2
0,76	Светло-зеленый	9.20.80	83,9	12,7	73,4	77,6	97,0	0,4
0,76	Японский голубой	7.50.78	79,6	12,0	72,5	77,0	96,2	0,5
0,76	Светло-бронзовый	3.75.77	78,0	11,2	68,8	74,4	93,0	0,4
0,76	Светлый голубо-зеленый	8.45.75	80,0	10,2	70,6	75,9	94,9	0,4
0,76	Светло-голубой	7.45.75	78,2	11,5	70,2	75,4	94,2	0,3

* многослойное безопасное стекло с флоат-стеклом 2x2 мм
** измерено при угле падения луча 8°

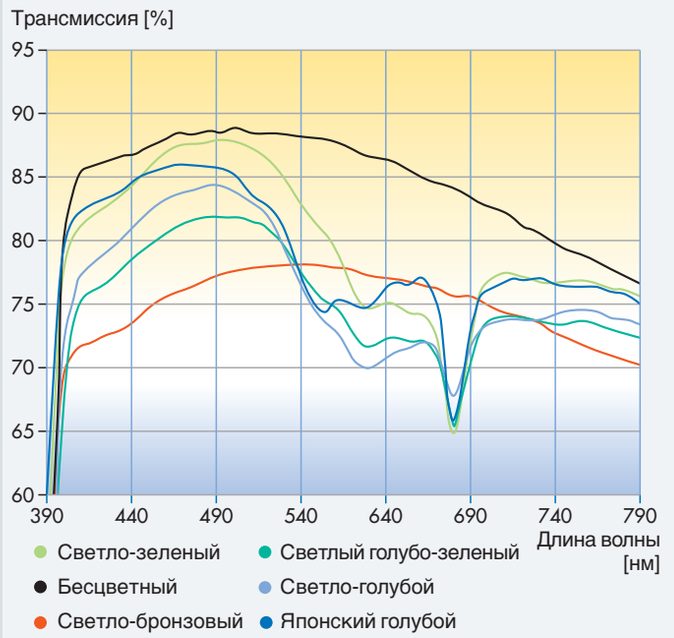
Все данные в %

TROSIFOL® VG С ЦВЕТНОЙ ПОЛОСОЙ: СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Пленка TROSIFOL® VG 0,76 мм с цветной полосой	Затемнение (диапазон светопроницаемости от 40 до 70%)	Тёмная поверхность, % (светопроницаемость в соответствии с ECE R43)
Зеленая/прозрачная	45	32
Голубая/прозрачная	10	5
Серая/прозрачная	60	35

Во всех значениях указан типичный средний показатель

ТРАНСМИССИЯ ЦВЕТНОЙ ПЛЕНКИ TROSIFOL® VG



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР МИРОВЫХ СТАНДАРТОВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО МНОГОСЛОЙНОГО БЕЗОПАСНОГО СТЕКЛА

ТРИПЛЕКС ДЛЯ ВЕТРОВЫХ СТЕКОЛ

Испытание	Европа ЕЭК R43	Япония - требования техники безопасности для транспортных средств, статья 29	США FMVSS205 ANSI Z26.1-1977 ANSI Z26.1a-1980	Проект мирового стандарта
Ветровые стекла Оптические испытания	Испытание ветровых стекол • Используя определенные зоны обзора • Под определенным углом • Стандарт на метод испытаний ISO 3538	Испытание ветровых стекол • Используя определенные зоны обзора • Под определенным углом • Стандарт на метод испытаний ISO 3538	Испытание стекол 30 x 30 см – вырезанных из наиболее гнутой части ветрового стекла • Нет определенной зоны обзора • Нет испытания при установленном угле • Не по норме ISO 3538	Как норма ЕЭК R43
Светопропускание	TL ≥ 75% Стандарт на метод испытаний ISO 3538	TL ≥ 70% Стандарт на метод испытаний ISO 3538	TL ≥ 70% Стандарт на метод испытаний ISO 3538	TL ≥ 70% Например, как для США, Японии и директивы 77 / 649 / EEC Для передней зоны обзора
Светостойкость Стойкость к высоким температурам и влагостойкость	Проведение и описание испытания по ISO 3917	Как ЕЭК R43	Проведение испытания по ISO 3917 Определение устойчивости к высоким температурам и влажности не по ISO 3917	Как ЕЭК R43
Огнестойкость	250 мм / мин.	89 мм / мин.	88 мм / мин.	90 мм / мин.
Испытание на удар методом падающего шара весом 227 г	Проведение испытания по ISO 3537 Испытание при +40°C и -20°C Различные высоты падения в зависимости от толщины стекла	Как ЕЭК R43	Проведение испытания по ISO 3537 Испытание при +25°C Стандартная высота падения	Как ЕЭК R43 Температура при испытании одинаковая, тем не менее 2 стандартные высоты падения согласно температуре при испытании
Ударное испытание стрелой весом 198 г	Нет испытания	Нет испытания	Испытание при +25°C Нет испытания по ISO	Нет испытания
Испытание на удар методом падающего шара весом 2,26 кг	Проведение испытания по ISO 3537 Минимальная высота падения 4,0 м	Проведение испытания по ISO 3537 Минимальная высота падения 4,0 м	Проведение испытания по ISO 3537 Минимальная высота падения 3,66 м	Как ЕЭК R43
Износостойкость	Проведение испытания по ISO 3537	Как ЕЭК R43	Как ЕЭК R43	Как ЕЭК R43
Испытание манекеном	Проведение испытания по ISO 3537 • Определение прочности на пробой • Характеристика разлома / изображение	Проведение испытания по ISO 3537 Определение высоты падения как ЕЭК R43	Нет испытания	Как ЕЭК R43 Испытание в плоском формате 1100 x 500 мм не включено. Все испытания проводятся на образцах оригинальных ветровых стекол.
Определение цвета	• Испытание на возможность различить цвета светофора • Нет испытания по ISO	Как ЕЭК R43	Нет испытания	Нет испытания

Звукоизолирующие остекления

- Что такое шум?
- Причины и последствия шума
- Определение звука и звукоизоляции / шумоизоляции
- Звукоизолирующие остекления для строительной индустрии
- Триплекс с пленкой TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ
- Возможности оптимизации звукоизоляции
- Защитные качества пленки TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ
- Технические данные

ЧТО ТАКОЕ ШУМ?

Шумом является любая разновидность звука, который воспринимается как мешающий, надоедливый или как болезненный. Окружающие шумы состоят из множества тонов различной частоты и интенсивности.

При определении интенсивности шума учитывается специфическое восприятие его человеческим ухом. При этом звонкие звуки воспринимаются субъективно как более громкие чем глухие звуки. Самый громкий звук, который человек может слышать безболезненно, в десять триллионов раз более интенсивен чем самый слабый.

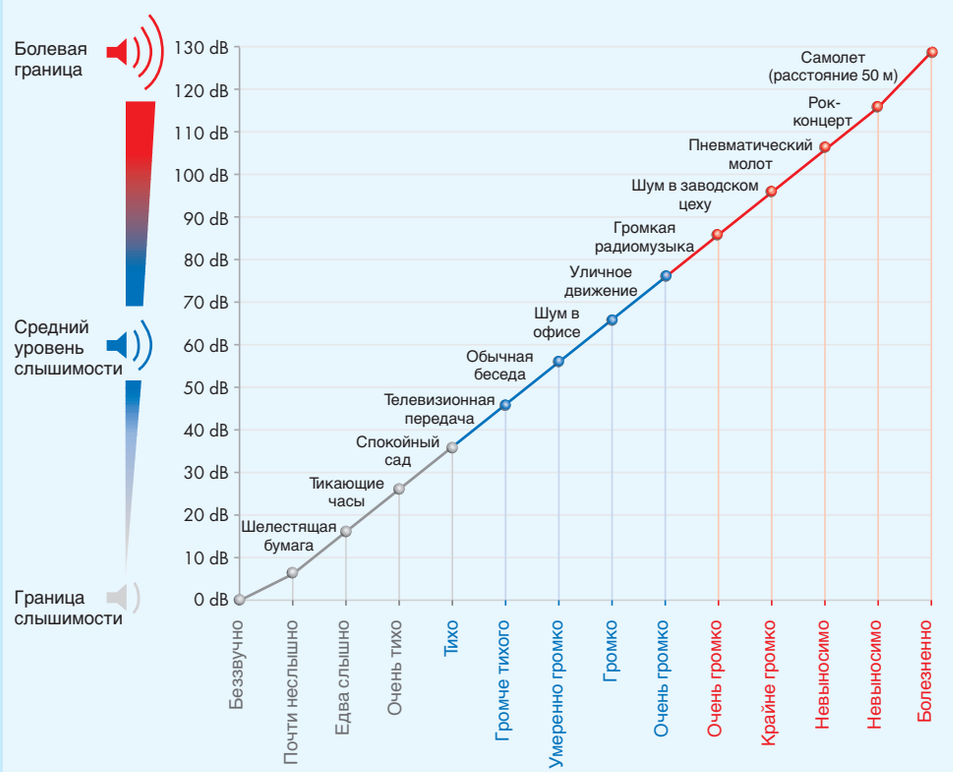
Слух воспринимает удесятерение интенсивности звука примерно так же, как удвоение громкости.

Для акустического измерения восприятия уровня громкости человеческим слухом был выбран логорифмический масштаб. Единицей измерения его является децибел (dB).

Границей слышимости по определению является значение 0 dB, десятикратной интенсивностью звука – значение 10 dB, 100 кратной интенсивностью звука – 20 dB и т.д. вплоть до болевой границы, которая имеет значение приблизительно 130 dB.

На следующей иллюстрации представлены несколько типичных разновидностей шума, их громкость и субъективное восприятие.

ИСТОЧНИКИ ШУМА И ВОСПРИЯТИЕ

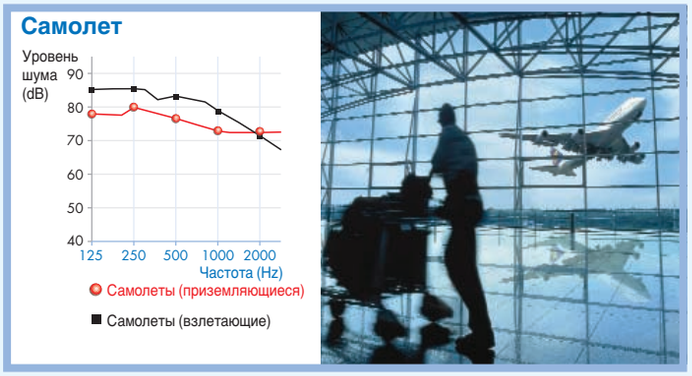


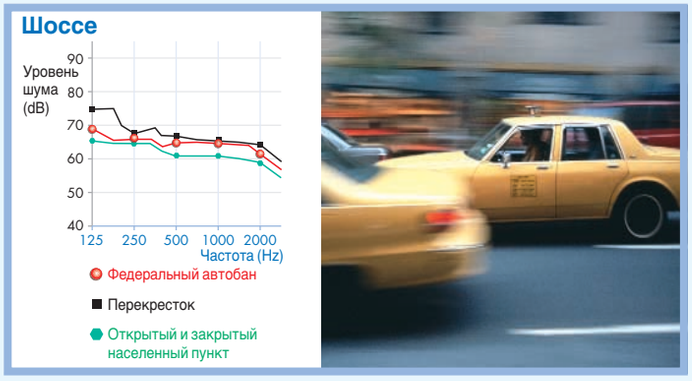
ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ШУМА

В последние два десятилетия в промышленно развитых государствах количество транспорта на улицах, а также воздушного и железнодорожного транспорта почти удвоилось. Одновременно шумовое воздействие на население сильно повысилось в связи с двумя решающими факторами: возросла плотность населения и вследствие этого возросла степень разработки и использования территории застройки.

Вместе с тем растут требования к шумоизоляции зданий в зонах вредного шумового воздействия, таких как входные коридоры аэропортов, автобаны и железная дорога. Научно доказано, что шум способствует росту различных заболеваний: люди, которые постоянно подвержены нежелательному, непрерывному шумовому воздействию, страдают от стрессов, нервозности, нарушений сна и концентрации, а также заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Чтобы ограничить эти вредные воздействия, проектировщики и архитекторы должны принимать во внимание при проектировании зданий звукоизоляционные характеристики. Существенную роль играет при этом правильный расчет площади остекления в корпусе здания в зонах вредного шумового воздействия.

ЗАВИСИМЫЕ ОТ ЧАСТОТЫ УРОВНИ ШУМА РАЗЛИЧНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ





ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗВУКА И ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ / ШУМОИЗОЛЯЦИИ

В зависимости от источников шума различают воздушный шум (например, внешний и внутренний шум в зданиях, собственные шумы внутри помещений), ударный шум (внутренний шум) и корпусный (механический) шум, шумы работающих установок, домашней техники).
Эффективная шумоизоляция – это защита от всех внешних шумов внутренннего интерьера здания.
Чтобы ограничить существующее громкое шумовое воздействие, можно использовать два физических эффекта распространения волн:

- **Звукоизоляция отражением** (Звукоизоляция)
- **Подавление шума поглощением** (Поглощение звука)

Понятия "звукоизоляция" и "поглощение звука" необходимо четко разделять.
В первом случае энергия звука не превращается в другой вид энергии, а изменяется направление ее распространения посредством отражения.

При заглушении энергия звука превращается по существу в тепло (рассеивание). Последний процесс представлен на иллюстрации сбоку на примере безопасного многослойного стекла.

ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ / ШУМОИЗОЛЯЦИЯ ПОСРЕДСТВОМ ТРИПЛЕКСА

Принцип: направленная механическая энергия превращается в ненаправленную энергию (тепло).

ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИЕ ОСТЕКЛЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Так же как и при защите от солнца, теплоизоляции и защите от взлома для минимизации воздействия шума между внутренним и внешним пространством здания применяется изоляция окон. При этом сама площадь стекла, а также рамочная конструкция стекол и встройка окна в фасад здания играют решающую роль для обеспечения эффективной звукоизоляции.

Для применения в зданиях в ассортименте имеется множество стандартных стекол и нестандартной стекольной продукции.

ФЛОАТ-СТЕКЛО (МОНОЛИТНОЕ)

Флоат-стеклом называют обычное листовое стекло, которое производится путем выработки на расплаве металла (см. главу 3), как, например, оконное стекло. Оно служит исходным материалом для специального стекла. Звукоизоляционные характеристики монолитного стекла достаточно посредственные: удвоение толщины стекла приведет к заглушению звука на 5 dB. Однако, существуют определенные ограничения по толщине стекла, так как с этим связано увеличение веса. Дополнительно из-за появления низкочастотных резонансов звукоизоляция повышается не линейно.

МНОГОСЛОЙНОЕ ИЗОЛЯЦИОННОЕ СТЕКЛО (МИС)

Благодаря применению комбинации из двух отдельных стекол равной толщины как правило достигается только незначительное улучшение звукоизоляционных свойств. Причиной этому – комплексное взаимодействие между двумя слоями стекла и промежуточным пространством между стекол – как в физической системе масса / прослойка / масса.
Для минимизации этого эффекта разница толщины пары стекол должна составлять как минимум 30%.
Улучшение звукоизоляционных свойств достигается увеличением промежуточного пространства между стеклами (ППС).
Известный как газ, создающий парниковый эффект – серо-гексафторид (SF_6) также значительно улучшает звукоизоляцию. Это, однако, ведет к потеплению климата*. При применении специального многослойного безопасного стекла можно получить также звукоизоляционное стекло без SF_6 с отличными звукоизоляционными свойствами.

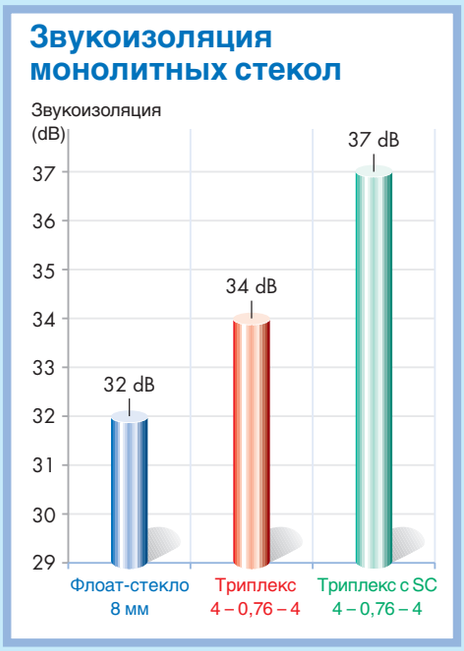
* Добровольно отказавшись от применения SF_6 в качестве газа для наполнения в МИС - специально с целью охраны окружающей среды, Швейцария много лет занимает в этом лидирующую позицию. Также в таких государствах ЕС, как например, Германия и Австрия, все больше применяется подобная технология.

ТРИПЛЕКС С ПЛЕНКОЙ TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ

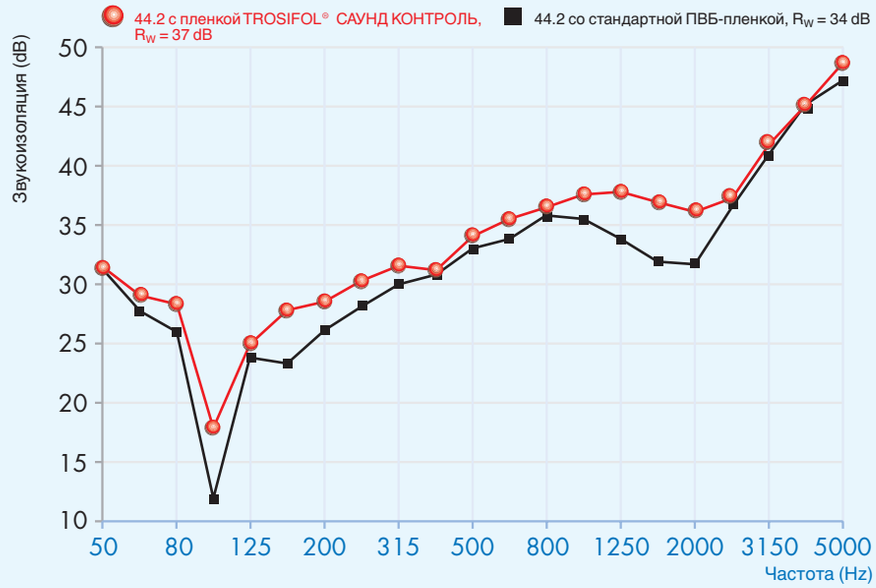
С созданием новой ПВБ-пленки TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ (TROSIFOL® SC), пленки с отличными звукоизоляционными свойствами, компания TROSIFOL® осуществила прорыв в области звукоизоляционнных остеклений высшего уровня. Этот продукт сочетает отличные свойства в области зукоизоляции и все преимущества обычной ПВБ-пленки TROSIFOL®. Уже в монолитных многослойных безопасных стеклах ПВБ-пленка TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ проявляет отличные звукоизоляционные свойства.

Фото: Kevin DeGroff

По сравнению со стандартным прозрачным стеклом одинаковой толщины ПВБ-пленка TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ обеспечивает улучшение звукоизоляции на 5 dB.



АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕКЛА С ПЛЕНКОЙ TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ



СТРАВНЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ СТЕКОЛ СО СТАНДАРТНОЙ ПВБ-ПЛЕНКОЙ TROSIFOL® И С ПЛЕНКОЙ TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ

Триплексная конструкция [стекло/ПВБ/стекло]	Стандартная ПВБ-пленка TROSIFOL®	Пленка TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ	
		R_W [dB]*	C ; C_{tr} [dB]
4/0,76 мм/4	34 dB	**37 dB**	**-1 ; -3**
5/0,76 мм/5	35 dB	**38 dB**	**0 ; -2**
6/0,76 мм/6	37 dB	**39 dB**	**0 ; -2**
8/0,76 мм/8	38 dB	**41 dB**	**-1 ; -3**
10/0,76 мм/10	39 dB	**42 dB**	**0 ; -3**
12/0,76 мм/12	40 dB	**43 dB**	**0 ; -3**

* Измерения в институте Техники, г. Розенхайм, согласно DIN EN 20140-3/ DIN EN ISO 140, сертификат испытаний предоставляется по запросу.

Благодаря оптимизации состава пленки удалось получить улучшенный продукт, который в составе изоляционного остекления, состоящего из одного или двух элементов многослойного безопасного стекла существенно повышает звукоизоляционные свойства. Многослойное безопасное стекло с ПВБ-пленкой TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ разрешено строительными надзорными органами согласно «Техническим правилам для безопасных остеклений» и предписанию «Технические правила для линейно складируемых остеклений» Немецкого института строительной техники» (сертификат номер Z-70.3-89).

Продукт соответствует всем требованиям для стандартного многослойного безопасного стекла – а также остеклений для высотных зданий и остеклений с защитой от падающих предметов.

ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ

Ступени звукоизоляции

СТАНДАРТНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ

Если учесть все сказанное выше о возможностях оптимизации звукоизоляционных остеклений, то получается:

АСИММЕТРИЧНАЯ КОНСТРУКЦИЯ

- Применение асимметричного стеклопакета в изолирующем стекле для улучшения вибрационных свойств (более сильное расцепление системы)

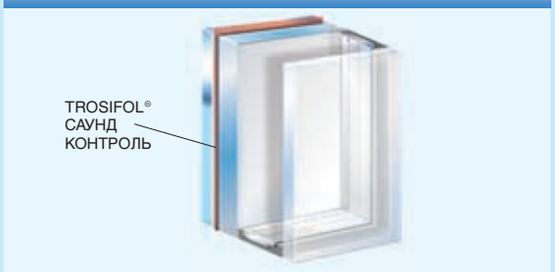
УВЕЛИЧЕНИЕ ППС

- Увеличение промежуточного пространства между стеклами (ППС)

ПРИМЕНЕНИЕ ТРИПЛЕКСА СО СТАНДАРТНОЙ ПВБ-ПЛЕНКОЙ TROSIFOL®

- Применение триплекса со стандартной ПВБ-пленкой TROSIFOL®

ПРИМЕНЕНИЕ ТРИПЛЕКСА С ПВБ-ПЛЕНКОЙ TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ



- Доказано, что триплекс с ПВБ-пленкой TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ достигает высших звукоизоляционных характеристик Rw до приблизительно 45 dB с одним многослойным безопасным стеклом и 50 dB или больше с двумя многослойными безопасными стеклами.

Для тендеров в области остеклений зданий в Германии применяются известные таблицы предписания 2719 Союза немецких инженеров, дополненные нормой DIN 4109 "Звукоизоляция в надземном строительстве".

КЛАССЫ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ СОГЛАСНО ПРЕДПИСАНИЮ 2719 СОЮЗА НЕМЕЦКИХ ИНЖЕНЕРОВ

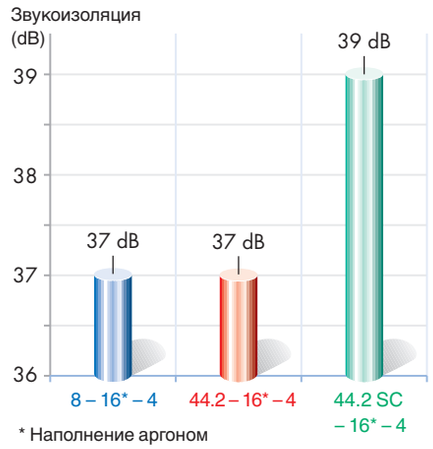
Класс звукоизоляции [1]	Величина R_W	Необходимая величина R_W Значение окна	Необходимая величина R_W Значение остекления
	(dB) измерен-ное в здании	(dB) измеренное на испытательном стенде	(dB) измеренное на испытательном стенде
1	25 – 29	≥ 27	≥ 27
2	30 – 34	≥ 32	≥ 32
3	35 – 39	≥ 37	≥ 37
4	40 – 44	≥ 42	≥ 45
5	45 – 49	≥ 47	[2]
6	≥ 50	≥ 52	[3]

[1] Для стандартного окна с изоляционным остеклением согласно предписанию 2719 Союза немецких инженеров таблицы 2+3.
[2] Стандартные окна с изоляционным стеклом для класса 5 должны быть подвергнуты типовому испытанию на испытательном стенде по DIN 52210.
[3] Класс звукоизоляции 6 до сих пор имеют только окна с проверенным двойным переплётом.

Важное влияние на общую звукоизоляцию окна оказывают такие параметры, как:

- Качество звукоизоляции наружной оконной коробки и створки окна
- Уплотнение наружной оконной коробки к оконной створке и
- Уплотнение наружной оконной коробки к каменной стене, т.е. место примыкания окон к строительным элементам.

Звукоизоляция многослойных стеклопакетов



Чтобы учесть различные спектры частоты шумов, производимых в помещении, а также транспортных шумов, согласно DIN EN 717-1 ввели так называемые согласующие параметры спектра C и Ctr в соответствии со следующей таблицей:

ТИПИЧНАЯ ШУМОВАЯ СИТУАЦИЯ

Величина коррекции C [dB]	Величина коррекции C_{tr} [dB]
Автотранспорт	Городской уличный транспорт
Железнодорожный транспорт со средней / высокой скоростью	Железнодорожный транспорт с незначительной скоростью
Реактивные самолеты на небольшом расстоянии	Реактивные самолеты на большом расстоянии
	Музыка дискотеки
Предприятия, распространяющие преимущественно среднечастотный и высокочастотный шум	Предприятия, распространяющие преимущественно низкочастотный и среднечастотный шум

КОНТРОЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ШУМА СТЕКЛОПАКЕТОВ МНОГОСЛОЙНОГО ИЗОЛЯЦИОННОГО СТЕКЛА С ТРИПЛЕКСОМ ИЗ ПВБ-ПЛЕНКИ TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ

Стеклопакет [мм]			Общая толщина [мм]	Общий вес [кг/ м²]	R_{W_P} [dB]	$C;C_{tr}$ [dB]
Стекло 1	ППС*	Стекло 2				
4	16	44.2 SC	29	30	**39**	**-1; -5**
6	16	44.2 SC	31	35	**41**	**-2; -6**
8	16	44.2 SC	33	40	**42**	**-3; -8**
8	16	66.2 SC	37	50	**43**	**-2; -6**
10	16	44.2 SC	35	45	**44**	**-2; -6**
10	16	66.3 SC	39	56	**45**	**-1; -4**
66.2 SC	16	44.2 SC	38	50	**47**	**-2; -6**
66.3 SC	16	44.2 SC	38	50	**48**	**-3; -8**
66.4 SC	16	44.3 SC	38	51	**48**	**-2; -7**
66.3 SC	16	44.3 SC	38	51	**49**	**-3; -7**
66.2 SC	20	44.2 SC	41	50	**49**	**-2; -7**
66.3 SC	20	44.3 SC	42	53	**50**	**-2; -7**

В таблице для выбранных звукоизоляционных стеклопакетов из МИС представлены установленные параметры R_{W_p} согласно DIN EN 20140-3 и DIN EN ISO 140**.

Они относятся к стандартному контрольному формату 123 x 148 см.

* Все параметры с газом аргон в качестве наполнителя.

** Измерения института строительной физики Фрауенхофер/ Штутгарт, сертификат по запросу.

ЗАЩИТНЫЕ КАЧЕСТВА ПЛЕНКИ TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ

АКТИВНАЯ И ПАССИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПЛЕНКИ TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ

Триплексный стеклопакет	Испытание на удар методом падающего шарика по DIN 52338	Испытание треугольником по EN 356, класс	Испытание маятником по EN 12600, класс
33.2	соответствует	–	1B*
33.3	соответствует	–	1B
44.2	соответствует	P1A*	1B*
44.3	соответствует	P2A	1B
44.4	соответствует	P2A*	1B

* Результат испытания MPA Дортмунд по запросу

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ

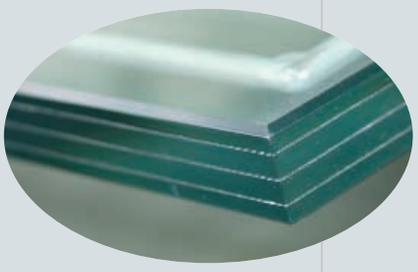
Продукт	Толщина [мм]	Влажность [%]	Пробой [визуально]	Глубина шероховатости* R_Z [µm]
TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ	0,76	0,45	≥ 7	45
TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ	1,14	0,45	≥ 4	45
TROSIFOL® САУНД КОНТРОЛЬ	1,52	0,45	≥ 7	45

При всех случаях указаны средние значения.

* Параметры определены по DIN EN ISO 4287

Альтернативное производство безопасного стекла

- Производство безопасного стекла без автоклава
- Технические данные пленки TROSIFOL® для изготовления безопасного стекла без автоклава



TROSIFOL®

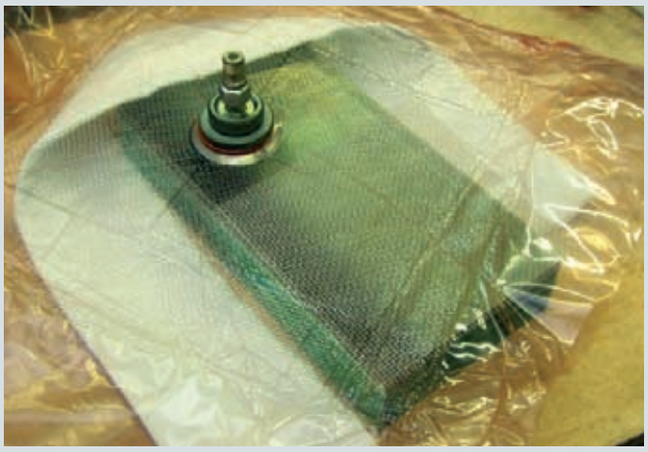
ПРОИЗВОДСТВО БЕЗОПАСНОГО СТЕКЛА БЕЗ АВТОКЛАВА

Методы изготовления

Стекла чистят и моют на последней стадии мойки по возможности дистиллированной водой. Затем сушат.

Для переработки пленки без автоклава рекомендуется сушить ее в свободном подвешенном состоянии минимум 12 часов при относительной влажности воздуха 10% (с автоклавом: 25 - 30%) и температуре менее +30°C.

Для того, чтобы пленка оставалась сухой, ее необходимо быстро укладывать в кондиционированном (относительная влажность воздуха < 30%) и чистом помещении. Если кондиционирование воздуха в помещении для укладки пленки не предусмотрено, то ПВБ-пленку необходимо сразу же перерабатывать (при этом существует риск насыщения пленки влагой).



ОБРАБОТКА В ПЛАСТИКОВОМ ВАКУУМНОМ МЕШКЕ

- Жароупорную (> 135°C) вакуумную пленку (двойной размер предварительного соединения плюс припуск) раскладывают на столе и накладывают первое стекло (при необходимости больший припуск для повторного использования мешка.)
- На просушенный отрез пленки наложить второе стекло.
- Данный стеклопакет обкладывают со всех сторон “волокнистой тканью” (пропускающей воздух и жидкость: волокнистой тканью многократного использования – лучше всего усиленной металлической решеткой – вшитой в тканевый мешок), закрепить волокнистую ткань термостойкой клейкой лентой на стеклопакете. Поперек стеклопакета положить полоску волокнистой ткани – чтобы та наложилась на волокнистую массу по кромке. Сделать небольшой крестообразный надрез для вакуумного вентиля поверх “поперечной волокнистой ткани”, вентиль вставить и завинтить.
- Стеклопакет покрыть жароупорной вакуумной пленкой и загерметизировать с трех оставшихся открытых сторон.
  2 способа герметизации:
  a) 'двухсторонней толстой клейкой лентой '
  b) герметизация сварочными клещами.

ОБРАБОТКА В РЕЗИНОВОМ ВАКУУМНОМ МЕШКЕ

- Подготовленный стеклопакет поместить в резиновый мешок. Мешок загерметизировать.
- Следить за герметичностью мешков! Как правило резиновые мешки имеют меньшую герметичность чем другие системы.

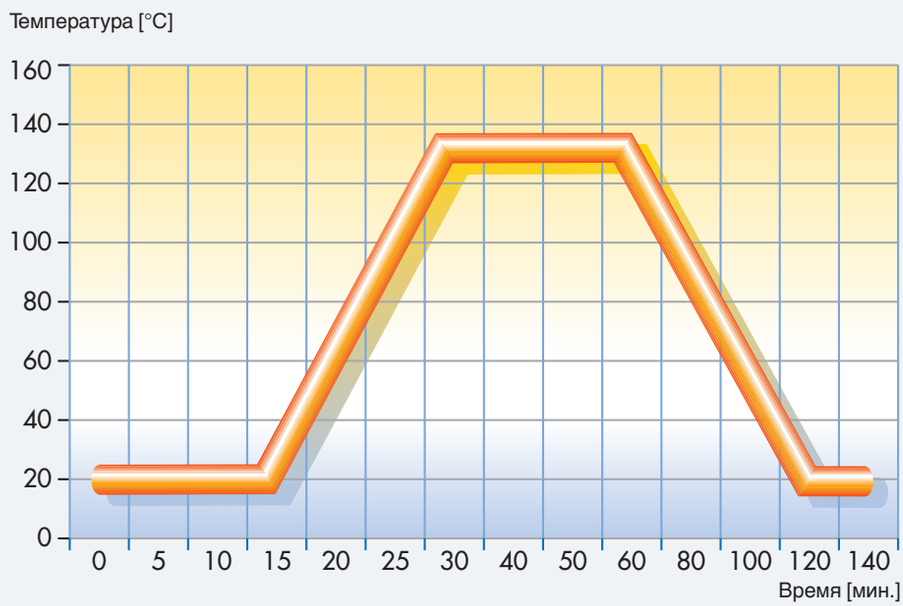
ОБРАБОТКА ВАКУУМНЫМ КОЛЬЦОМ

- Вакуумное кольцо (резиновую рамку) закрепить на подготовленном стеклопакете. При использовании вакуумных колец рекомендуется всегда придерживаться одинаковых габаритов, так как они предусмотрены для многократного использования.

ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ

- Создать вакуум (-0,9 бар или лучше) (достаточно маленького вакуумного насоса)
- Подождать, пока воздух заключенный в стеклопакете будет значительно вакуумирован.
- Проверка вакуума: подводящий шланг надломить рукой и подождать несколько секунд – вновь открыть шланг прислонив его к уху – шипящий шум свидетельствует о вытекающем воздухе и вместе с тем о негерметичности в системе. Негерметичность устранить!
- Вытягивать ‘холодный’ вакуум; минимум 15 минут.
- Нагреть сушильную печь с циркуляцией воздуха (при равномерном распределении температуры) под нормальным давлением при постоянном вакууме до 135°C
- Время выдержки для тонкого стеклопакета после (!) достижения температуры 135°C составляет около 30 минут – для более толстого стеклопакета соответственно дольше.
- Охлаждение при вакууме (температура стеклопакета < 50°C)
- Вынуть многослойное стекло

ПРИМЕР 140-МИНУТНОГО ПРОЦЕССА БЕЗ АВТОКЛАВА



ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПЛЕНКИ TROSIFOL® ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО СТЕКЛА БЕЗ АВТОКЛАВА

TROSIFOL® AF

Продукт	Толщина [мм]	Влажность [%]	Тест пуммеля [визуально]	Высота микро-неровностей R_Z [µm]
TROSIFOL® AF	0,38	≤ 0,40	≥ 7	40
TROSIFOL® AF	0,76	≤ 0,40	≥ 7	40

TROSIFOL® PB-HR

Продукт	Толщина [мм]	Влажность [%]	Высота микро-неровностей R_Z [µm]
TROSIFOL® PB-HR	0,76	0,43	100

При всех данных речь идет о типичных средних величинах.

* Параметры измеряются по DIN EN ISO 4287

TROSIFOL® ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРИПЛЕКСА БЕЗ АВТОКЛАВА

TROSIFOL® AF*	TROSIFOL® PB-HR
Для плоских многослойных безопасных стекол	Специально для гнутых (и закаленных) стекол
Для стекол с покрытием (если покрытие снижает прилипаемость ПВБ)	Для проложенных функциональных слоев (например, декоративная пленка и т.д.) с неоптимальной ровностью
Для функциональных элементов, проложенных между двумя слоями ПВБ	При не оптимально регулируемом вакууме
Для (частично) закаленных стекол для ламинирования (ПВБ минимум 0,76 мм или толще)	Если температура поверхностей стекол или температура окружающей среды, обусловленная процессом, более высокая (например, > чем 30°C)

* В данных случаях можно использовать также пленку TROSIFOL® MB (обращаться в консультативную службу TROSIFOL®).

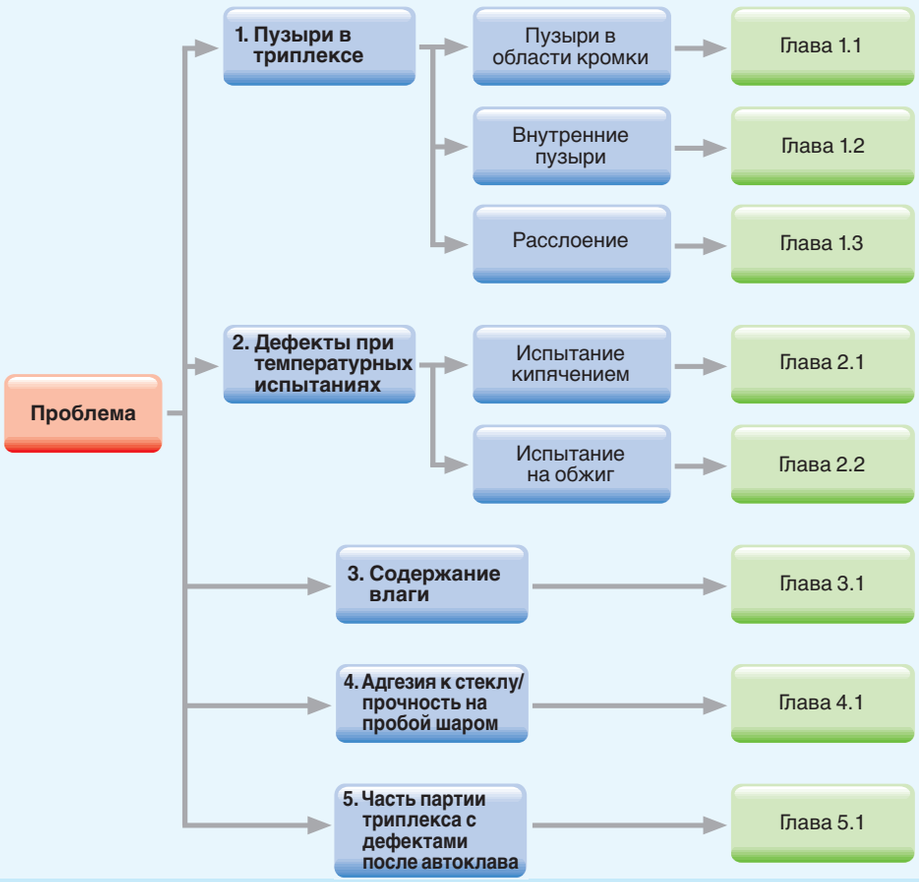
Поиск причин дефектов / критерии качества триплекса

- Пузыри в триплексе
- Дефекты при температурных испытаниях
- Содержание влаги
- Адгезия к стеклу / прочность на пробой шаром
- Часть партии триплекса с дефектами после автоклава

* Фото: Lenhard Maschinenbau GmbH

TROSIFOL® – ПОИСК ПРИЧИН ДЕФЕКТОВ

ОБЗОР



ОБЩИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ

1. ПУЗЫРИ В ТРИПЛЕКСЕ

1.1 ПУЗЫРИ В ОБЛАСТИ КРОМКИ

Дефект	Причина	Мероприятие
Мелкие пузыри в области кромки после автоклава	Температура триплекса/пленки после снижения давления слишком высокая	Продлить фазу охлаждения в автоклавном процессе до тех пор, пока температура стекла не достигнет отметки 40°C, затем сбросить давление и после немедленного открытия двери измерить температуру стекла измерительным прибором, при необходимости калибровать датчик измерительного прибора /автоклав.
Более крупные пузыри в области кромки/локальные пузыри	Плохая герметизация кромки предварительного соединения.	Улучшение посредством повышения температуры при изготовлении предварительного соединения.
	Обе продольные кромки пленки слишком влажные.	Хранить открытые рулоны при относительной влажности воздуха 25-30%. Проверить настройку климатехники в помещении для укладки.
	Складки на поверхности пленки из-за неправильной укладки.	Помещение для укладки / обучение персонала.
	Пленка растянута при обрезке (слишком тонкая или вообще отсутствует).	Помещение для укладки / обучение персонала.
	Стекла уложены не точно относительно друг друга, или плохо моллированы.	Обратить внимание на точность укладки стекол. Проверить допуски на моллирование.
	Уложенные материалы имеют слишком большую толщину/непригодны для укладки.	Проверить материалы. Увеличить толщину ПВБ-пленки.
	Процесс автоклавирования не оптимален (слишком незначительное /резкое повышение давления по сравнению с температурой, снижение давления при слишком высокой температуре).	Оптимизировать процесс согласно рекомендациям (страница 49).
	Слишком мягкие опорные материалы.	Использовать более прочные опорные материалы как, например, тефлоновые полосы.

1. ПУЗЫРИ В ТРИПЛЕКСЕ

1.2 ВНУТРЕННИЕ ПУЗЫРИ

Дефект	Причина	Мероприятие
Пузыри везде	Неправильные условия изготовления предварительного соединения (слишком высокая/низкая температура при подпрессовке).	Изменить настройки оборудования, такие как температура нагревательных элементов, подача стекла и так далее. Снизить скорость при сохранении температуры.
	Слишком быстрая герметизация кромок.	Температура процесса должна быть ниже. Снизить температуру, увеличить скорость.
	Процесс автоклавирования не оптимальный.	См. п. 1.1 и рекомендации на стр. 49.
	Складки на поверхности ПВБ-пленки.	См. пункт 1.1.
	Отклонения по толщине стекла или неровное ОБС/ЧЗС.	Перепроверить допуски (измерительным щупом или шаблоном).

1.3 РАССЛОЕНИЕ

Дефект	Причина	Мероприятие
Расслоение плоскостное/локальное	Слишком низкая адгезия	Проверить качество промывочной воды, проводимость ≤ 20 µs
		Слишком маленькое/большое содержание синтетических моющих веществ в промывочной воде (грязь/смазочно-охлаждающие масла в виде осадка на стекле).
		Проверить степень сухости вымытых стекол.
		Проверить настройку моющих щеток, при необходимости заменить щетки.
		Проверить влажность пленки/климатические условия в помещении для укладки. Проверить ровность ОБС / ЧЗС с помощью шаблона.
		Проверить допуски изгибов стекла.
		Проверить совместимость покровных слоев стекла / ПВБ.
		Проверить условия изготовления предварительного соединения / параметры автоклава см. пункт 1.1.
		При трафаретной печати на стекле: проверить совместимость / качество нанесения печатного рисунка.

2. ДЕФЕКТЫ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЯХ

2.1 ИСПЫТАНИЕ КИПЯЧЕНИЕМ 2 ЧАСА / 100°C

Дефект	Причина	Мероприятие
Пузыри в триплексе	Складки на поверхности ПВБ-пленки.	Изменить условия укладки пленки, см. пункт 1.1.
	Неправильное выравнивание стекла / допуски изгибов стекла слишком высокие.	Проверить допуски. Оптимизировать выравнивание стекол.
	Температура стекла при укладке слишком высокая.	Проверить условия мойки, см. пункт 1.3.
	Неправильные условия изготовления предварительного соединения / слишком ранняя герметизация кромок / зазор между валками слишком большой.	См. пункты 1.1 и 1.2.
	Уложенные материалы имеют слишком большую толщину / непригодны для укладки.	Проверить материалы. см. пункт 1.1.
	Покрытие стекла несовместимо с ПВБ-пленкой.	Проверить совместимость.
	Слишком высокое влагосодержание ПВБ-пленки.	Проверить условия климатизации / помещение для укладки.

2.2 ИСПЫТАНИЕ НА ОБЖИГ

Если при температуре до 130°C появляются пузыри, то причиной этому может быть, например, слишком высокое содержание влаги в триплексе, или недостаточное удаление воздуха при предварительном соединении. Дальнейшие возможные причины данного явления перечислены в главе 3.1.

3. СОДЕРЖАНИЕ ВЛАГИ

3.1 СОДЕРЖАНИЕ ВЛАГИ

Дефект	Причина	Мероприятие
Влажность в триплексе слишком высокая/ слишком низкая.	Пленка хранилась в слишком влажном / слишком сухом помещении.	Проверить условия хранения / упаковку.
	Условия климатизации в помещении для укладки.	Проверить условия климатизации (необходимая относительная влажность воздуха: около 25-30%).
	Вымытое стекло не высохло.	Проверить моечную машину (температуру промывочной воды, сушильного аппарата, скорости линии).
	Слишком долгое складирование предварительного соединения.	Сократить время хранения.
	Пленка растянута неправильно (ветровое стекло).	Проверить условия растяжения. Использовать ПВБ-пленку с более высокой исходной влажностью.
	Прибор измерения влажности не калиброван.	Проверить калибровку / образец влажности.

4. АДГЕЗИЯ К СТЕКЛУ/ ПРОЧНОСТЬ НА ПРОБОЙ ШАРОМ

4.1 АДГЕЗИЯ К СТЕКЛУ/ ПРОЧНОСЬ НА ПРОБОЙ ШАРОМ

Измерения производятся, как правило, с помощью пуммель-теста или теста на срез (см. главы 6 и 8).

Дефект	Причина	Мероприятие
Слишком высокая/ слишком низкая адгезия	Содержание влаги	Проверить условия хранения ПВБ-пленки. Проверить условия климатизации помещения – относительная влажность воздуха около 25 - 30%.
	Качество стекла	Проверить происхождение стекла / покрытие / обработку стекла. Проверить условия хранения / с помощью УФ-лампы направление укладки – огненная сторона / оловянная сторона.
	Качество мойки стекла	Проверить условия мойки / степень сухости стекол. Электропроводность промывочной воды ≤ 20 µs, синтетические моющие вещества?
	Процесс автоклавирования неправильный	Проверить параметры, контрольно-измерительные приборы.
	Определение адгезии (например, температура при пуммель-тесте ≥ -8°C)	Выполнить согласно инструкции / обучение персонала (пуммель-тест: -18°C).
	Загрязнение стекла / ПВБ-пленка	Чистота помещения для укладки. Чистота стекла / ПВБ-пленки.
	Качество ПВБ-пленки	Изменить тип пленки. Проверить совместно со службой технического сервиса TROSIFOL®.
Испытание на удар методом падающего шара / удар манекеном не пройдены	Высота падения слишком низка / адгезия слишком высокая	Провести испытания согласно инструкции / стандарту. Количество, толщина образцов для испытания. Проверить толщину ПВБ-пленки / после растяжения. Температура образцов стекла для испытания (должна быть: 23°C).

5. ЧАСТЬ ПАРТИИ ТРИПЛЕКСА С ДЕФЕКТАМИ ПОСЛЕ АВТОКЛАВА

5.1 ЧАСТЬ ПАРТИИ ТРИПЛЕКСА С ДЕФЕКТАМИ ПОСЛЕ АВТОКЛАВА

Дефект	Причина	Мероприятие
Только часть партии триплекса не имеет дефектов после автоклавного процесса.	Неравномерное распределение температуры в автоклаве	Проверить работу автоклава (вентиляторов, индикаторов и так далее).
	Триплекс автоклавирован слишком толстыми слоями (внутренние слои слишком холодные)	Увеличить время выдержки.
	Утончение пленки в местах зажима и / или выцветание пленки (цветной пленки) из-за слишком сильного зажима стекол в автоклаве	Изменить плотность упаковки. Проверить степень зажима.

Вторичная переработка пленки TROSIFOL® / прочие технические данные

- Обрезки ПВБ
- Физические данные пленки TROSIFOL®
- Остаточная длина рулонов с промежуточной полиэтиленовой пленкой
- Остаточная длина рулонов пленки в охлажденном виде
- Перевод различных единиц измерения

ОБРЕЗКИ ПОЛИВИНИЛБУТИРАЛЬНОЙ ПЛЕНКИ

Как собирать обрезки?

Обрезки собираются в бесцветные п/э мешки, которые предоставляются Вам бесплатно. В качестве альтернативы обрезки сначала можно также складывать в чистые пластиковые или металлические контейнеры. Впоследствии их нужно будет переложить в выше упомянутые п/э мешки. Пожалуйста, не кладите обрезки в картонную тару, предварительно не упаковав их в п/э мешок. Изображение содержит некоторые особенности, которые необходимо учитывать при сборе в п/э мешки.

ОСОБЕННО ВАЖНО:

- в мешке не должно содержаться пленки других поставщиков
- в мешке должны содержаться обрезки только одного типа (разделение по сортам)
- в мешке не должно содержаться промежуточной п/э пленки и прочих изделий из пластика
- в мешке не должно содержаться бумаги, этикеток и прочих чужеродных материалов

Максимальный вес одного мешка не должен превышать 20 кг

Чего не должно быть в упаковке с обрезками?

Никакой тары из-под напитков

Никаких пищевых остатков и отходов, а также сигаретного пепла

Никаких канцелярских скрепок и кнопок.

Никаких бритвенных лезвий, режущих инструментов и осколков стекла

Никаких столовых приборов, тарелок и стаканов как из пластика, так и картона.

На этикетке указывается адрес клиента, тип пленки (обрезков), а также количество.

РАЗМЕРЫ ОКТАБИНА

Одноразовый:
Д 110 см x Ш 110 см x В 90 см

Многоразовый:
Д 120 см x Ш 100 см x В 100 см

Что происходит с наполненными п/э мешками?

Компания «ТРОСИФОЛЬ» предоставит Вам многоразовые пластиковые или одноразовые картонные октабины (см. вспомогательные средства). Октабин одноразового использования собирается из заготовок днища, боковой части и крышки и устанавливается на одноразовый поддон размером примерно 115 x 115 см. В октабины можно укладывать макс. до 20 п/э мешков по 20 кг. Чтобы не создавать лишних трудностей при разгрузке доставленных октабинов, они должны содержать пленку только одного типа (разделение по сортам).
Чтобы избежать попадания грязи во время транспортировки обрезков, наполненные октабины закрываются крышкой.
Загрязненные обрезки не могут быть использованы в процессе вторичной переработки. Пожалуйста, наклейте этикетку (см. сопроводительные документы) на предусмотренное для этого место на стенке октабина.

Как хранить наполненные октабины?

Друг на друга можно укладывать только 2 октабина, наполненные макс. 20 п/э мешками. В случае применения одноразовых октабинов важно использовать оригинальные поддоны TROSIFOL® или деревянные паллеты с такой же устойчивостью. В противном случае существует вероятность повреждения октабинов. Хранить октабины нужно в сухом, но не слишком теплом помещении. Хранение в охлаждаемом помещении не требуется.

Какими вспомогательными средствами для сбора обрезков Вас обеспечит компания «Тросифоль»?

Для обеспечения бесперебойного процесса сбора обрезков компания «ТРОСИФОЛЬ» бесплатно предоставит Вам вспомогательные средства

п/э мешки

одноразовые октабины

многоразовые октабины

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

- картонные заготовки для октабинов одноразового использования (2 крышки и боковая часть)
- пластмассовые многоразовые октабины
- п/э мешки (в зависимости от типа обрезков с соответствующей надписью; оранжевая = MB, синяя = MV, серая=SC, синяя=VG)
- этикетки
- транспортные накладные
- подставки для мешков (могут поставляться по желанию)
- деревянные поддоны

ФИЗИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ TROSIFOL®

ФИЗИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ*

Свойства	Стандарт	Единица	Типичные значения		
			MB/ PR/ MV	VG	SC
Плотность	DIN 53479	г/см³	1,070	1,070	1,058
Показатель преломления	DIN 53491	–	1,481	1,481	1,478
Теплопроводность	DIN EN 12939	Вт/мК	0,20	0,20	0,14
Коэффициент теплового расширения	–	1/K x 10(-4)	2,20	2,20	4,14
Удельная теплота	DIN 52616	Дж/грК	1,84	1,84	–
Поверхностное сопротивление	DIN 53482	Ω x 10(11)	2,0	2,0	2,0
Прочность на разрыв	ISO 527	Н/мм²	> 23	> 23	> 14
Удлинение при разрыве	ISO 527	%	> 280	> 300	> 300

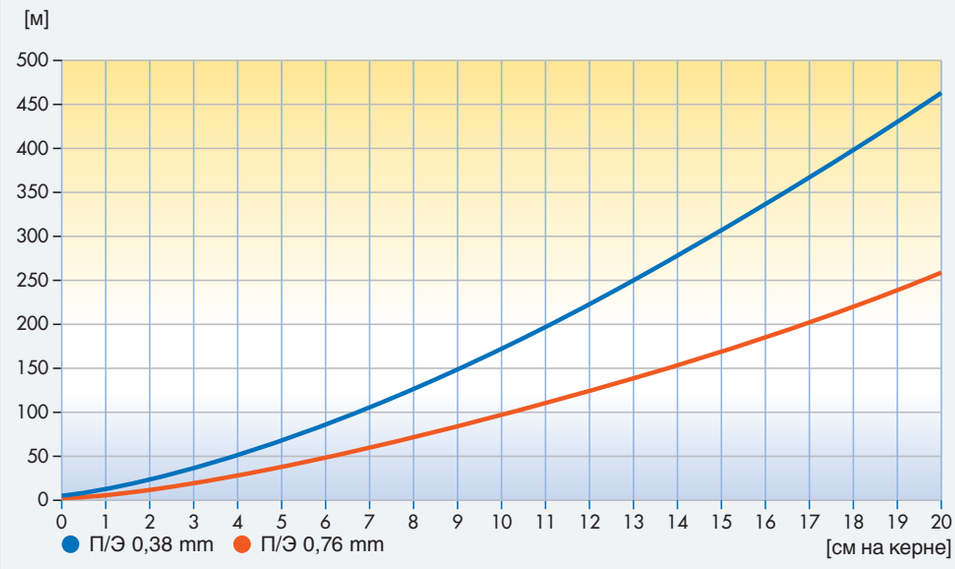
*Все значения не зависят от толщины пленки.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА

Внутренний диаметр намоточного керна	154 – 0 / + 2 мм
Смещение слоев пленки в рулонах	≤ 5 мм

ОСТАТОЧНАЯ ДЛИНА РУЛОНА С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ П/Э ПЛЕНКОЙ

TROSIFOL® С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ П/Э ПЛЕНКОЙ



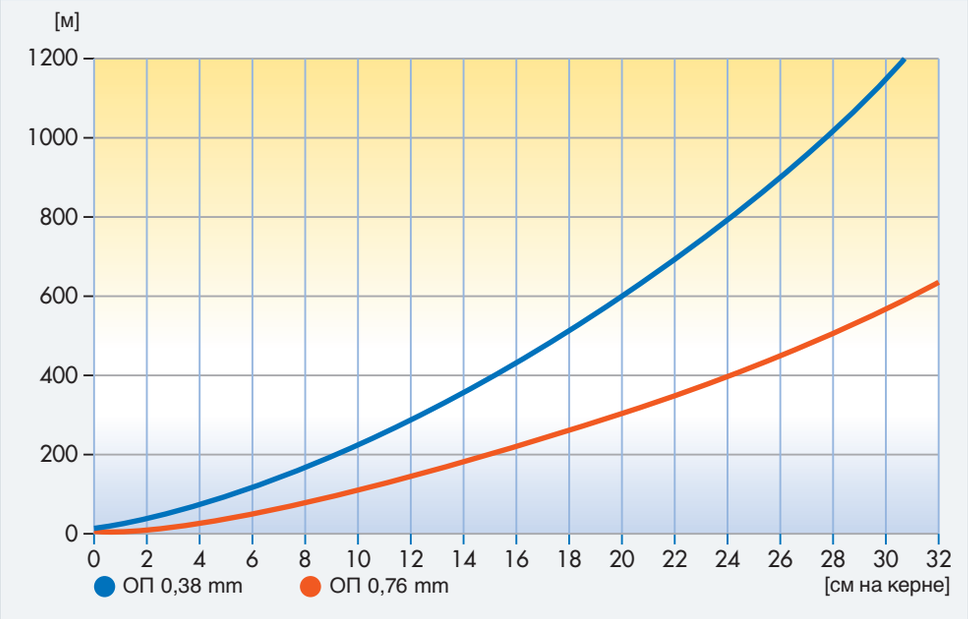
ОСТАТОЧНАЯ ДЛИНА РУЛОНОВ TROSIFOL С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКОЙ

см на керне	П/Э 0,38 мм	П/Э 0,76 мм
0	0	0
1	11	6
2	23	13
3	37	21
4	52	29
5	68	38
6	86	48
7	105	59
8	125	70
9	146	82
10	169	95
11	193	108
12	218	123
13	244	138
14	272	153
15	301	170
16	331	187
17	363	204
18	396	223
19	430	242
20	465	262

Данные для приблизительной оценки

ОСТАТОЧНАЯ ДЛИНА РУЛОНА ОХЛАЖДЕННОЙ ПЛЕНКИ

ОХЛАЖДЕННАЯ ПЛЕНКА TROSIFOL® (ОП)



ОСТАТОЧНАЯ ДЛИНА РУЛОНА ОХЛАЖДЕННОЙ ПЛЕНКИ TROSIFOL® (ОП)

см на керне	ОП 0,38 мм	ОП 0,76 мм	см на керне	ОП 0,38 мм	ОП 0,76 мм
0	0	0	15	388	194
1	14	7	16	427	214
2	30	15	17	468	234
3	48	24	18	510	255
4	67	34	19	554	277
5	88	44	20	600	300
6	111	55	21	648	324
7	135	67	22	697	348
8	161	80	23	747	374
9	188	94	24	800	400
10	217	109	25	854	427
11	248	124	26	909	455
12	281	140	27	967	483
13	315	157	28	1025	513
14	351	175			

Данные для приблизительной оценки.

ПЕРЕВОД РАЗЛИЧНЫХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ

ДЛИНА

1 фут (фт) = 12 дюймов = 0,3048 метра (м)

1 дюйм (д) = 2,54 сантиметра (см)

ДАВЛЕНИЕ

1 бар = 14,5 PSI = 105 Па

1 Н/мм² = 10 бар = 145 PSI

1 Н/мм² = 10^6 Па = 1 МПА

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ

C (Siemens) = 1/Ω

1 μS = 10^{-6}/Ω

ТЕМПЕРАТУРА

°C → °F = перевод градусов Цельсия в Фаренгейт:
Умножить градус Цельсия на 1,8 и прибавить 32.

°F → °C = перевод Фаренгейтов в градусы Цельсия:
Вычесть 32 из значения и разделить на 1,8.

ЖЁСТКОСТЬ ВОДЫ

Единица	Градус жесткости [мМоль/л]	Градус жесткости [мг-экв/л]	Немецкий градус [°d]	$CaCO_3$ мг/л	Английский градус [°e]	Французский градус [°f]
1 градус жесткости (мМоль/л)	1,00	2,00	5,60	100,00	7,02	10,00
1 градус жесткости (мг-экв/л)	0,5	1,00	2,80	50,00	3,51	5,00
1 немецкий градус (°d)	0,18	0,357	1,00	17,80	1,25	1,78
1 мг/л $CaCO_3$	0,01	0,020	0,056	1,00	0,0702	0,10
1 английский градус (°e)	0,14	0,285	0,798	14,30	1,00	1,43
1 французский градус (°f)	0,10	0,200	0,560	10,00	0,702	1,00

Перечень производителей

*

*Фото: Kloepper Maschinentechnik GmbH & Co. KG

TROSIFOL®

Перечень производителей

Комплексные установки для изготовления безопасных стекол

Armatec GmbH
Industriestraße 19
D-91710 Gunzenhausen
Telefon: (+49) 98 31 5002-0
Telefax: (+49) 98 31 5002-20
E-Mail: armatec@armatec.de
www.armatec.de

Benteler Maschinenbau GmbH & Co. KG
Werk Bielefeld
Postfach 100613
Frachtstraße 10-16
D-33602 Bielefeld
Telefon: (+49) 521 542-0
Telefax: (+49) 521 177910
E-Mail: glastechnik@benteler.de
www.benteler.de

Bottero S.p.A.
Via Genova 82
I-12010 Cuneo
Telefon: (+39) 0 171 310611
Telefax: (+39) 0 171 401611
E-Mail: bottero@bottero.com
www.bottero.com

Bovone S.r.L.
Elettromeccanica
Via Molare
I-15076 Ovada
Telefon: (+39) 0 143 837511
Fax: (+39) 0 143 823278
E-Mail: sales@bovone.com
www.bovone.com

Glassrobots Oy
Lasikaari 1
FIN-33960 Pirkkala
Telefon: (+358) 31 3230-00
Telefax: (+358) 31 3233-50
E-Mail: glasrobots@glassrobots.fi
www.glassrobots.fi

Ianua S.p.A.
Via Caldevijo 23
I-35042 Este (PD)
Telefon: (+39) 0 429 602577
Telefax: (+39) 0 429 602333
E-Mail: ianua@finind.com
www.ianua.net

Klöpper Maschinentechnik GmbH & Co. KG
Postfach 10 22 63
Niedersachsenweg 10
D-44143 Dortmund
Telefon: (+49) 231 5175-0
Telefax: (+49) 231 5175-195
E-Mail:
maschinentechnik@kloepper.de
www.kloepper.de

Tamglass Ltd. Oy
P.O. Box 25
Vehmaistenkatu 5
FIN-33731 Tampere
Telefon: (+358) 3 3723-111
Telefax: (+358) 3 3723-190
E-Mail: tamglass@tamglass.com
www.tamglass.com

Установки для мойки стекла

Benteler Maschinenbau GmbH & Co. KG
Werk Bielefeld
Postfach 100613
Frachtstraße 10-16
D-33602 Bielefeld
Telefon: (+49) 521 542-0
Telefax: (+49) 521 542-229
E-Mail: glastechnik@benteler.de
www.benteler.de

Bovone S.r.L.
Elettromeccanica
Via Molare
I-15076 Ovada
Telefon: (+39) 0 143 837511
Fax: (+39) 0 143 823278
E-Mail: sales@bovone.com
www.bovone.com

GTA
Dinkelfeld 7
D-45739 Oer-Erkenschwick
Telefon: (+49) 2368 55494
Telefax: (+49) 2368 52258

HEGLA Fahrzeug- u. Maschinenbau GmbH & Co. KG
Industriestrale 21
Postfach 12 53
D-37676 Beverungen
Telefon: (+49) 5273 905-0
Telefax: (+49) 5273 905-255
www.hegla.de

Klöpper Maschinentechnik GmbH & Co. KG
Postfach 10 22 63
Niedersachsenweg 10
D-44143 Dortmund
Telefon: (+49) 231 5175-0
Telefax: (+49) 231 5175-195
E-Mail: maschinentechnik@kloepper.de
www.kloepper.de

Tamglass Ltd. Oy
P.O. Box 25
Vehmaistenkatu 5
FIN-33731 Tampere
Telefon: (+358) 3 3723-111
Telefax: (+358) 3 3723-190
E-Mail: tamglass@tamglass.com
www.tamglass.com

Triulzi Cesare Glas Processing Machines
Corso Como, 36/b
I-20051 Limbiate (Milano)
Telefon: (+39) 0 2 996 3991
Telefax: (+39) 0 2 996 1207
E-Mail: triulzi@triulzi.com
www.triulzi.com

Опреснители

Eurowater Wasseraufbereitung GmbH
Fischbeker Weg 42
D-21149 Hamburg
Telefon: (+49) 40 702062-0
Telefax: (+49) 40 702062-20
E-Mail: info@eurowater.de
www.eurowater.com

FALK Prozesswasser-Technik GmbH
Gutenbergstrale 7
D-56457 Westerburg
Telefon: (+49) 2663 9908-0
Telefax: (+49) 2663 9908-50
E-Mail: info@falk-gmbh.com
www.falk-gmbh.com

Перечень производителей

Техника кондиционирования воздуха

KKT –
Kraus Kälte- und Klimatechnik GmbH
Industriestraße 239
D-91207 Lauf a.d. Pegnitz
Telefon: (+49) 9123 17401
Telefax: (+49) 9123 82441
E-Mail: kkt@kkt-kraus.com
www.kkt-kraus.com

Munters Trocknungs-Service GmbH
Zentrale Deutschland
Hans Duncker Straße 14
D-21035 Hamburg
Telefon: (+49) 40 73416-03
Telefax: (+49) 40 73416-439
E-Mail: mts@munters-mail.de
www.munters-trocknungs-service.de

PK-Kältetechnik GmbH
Brand 40
D-91729 Haundorf
Telefon: (+49) 9837 97695-0
Telefax: (+49) 9837 97695-50
E-Mail: info@pk-kaelte.de
www.pk-kaelte.de

Weiss Umwelttechnik GmbH
Greizer Straße 41-49
D-35447 Reiskirchen-Lindenstruth
Telefon: (+49) 6408 84-0
Telefax: (+49) 6408 84-8710
E-Mail: info@wut.com
www.wut.com

Wolf GmbH
Postfach 1380
D-84048 Mainburg
Telefon: (+49) 8751 74-0
Telefax: (+49) 8751 74-16 00
E-Mail: webmaster@wolf-heiztechnik.de
www.wolf-klimatechnik.de

Вакуумные резиновые мешки

Simtech
Z.I. Tournai Ouest
Rue de la Grande Couture 14
B-7503 Froyennes
Telefon: (+32) 69 8896-70
Telefax: (+32) 69 8896-77
E-Mail: info@simtech.be
www.simtech.be

Pronal S.A.
Z.I. Roubaix Est
B.P. 18 б F-59115 Leers
Telefon: (+33) 320 9975-00
Telefax: (+33) 320 9975-20
E-Mail: pronal@pronal.com
www.pronal.com

Вакуумные пластиковые мешки и оснастка

Aero Consultants Ltd. AG
Grabenstraße 8
P.O. Box 35
CH-8606 Nänikon/Uster
Telefon: (+41) 1 90528-00
Telefax: (+41) 1 94131-37
E-Mail: info@aero-consultants.ch
www.aero-consultants.ch

Вакуумные резиновые кольца

Jamak Fabrication Europe Ltd.
Europa Trading Estate
Stoneclough Road
Radcliffe
GB-Manchester M26.1GG
Telefon: (+44) 1 204 794554
Telefax: (+44) 1 204 574521
E-Mail:
john.blundall@jamak.co.uk
www.jamak.co.uk

Schwalenberg & Co. GmbH
Postfach 10 18 53
Weseler Straße 35
D-45418 MЯlheim/Ruhr
Telefon: (+49) 208 9991-0
Telefax: (+49) 208 50901
E-Mail:
mail@schwalenberg-muelheim.de

NET
MarjamKentie 1
FIN-01820 Klaukkala
Telefon: (+ 358) 9 2769-7200
Telefax: (+ 358) 9 879-6266
Mobil: (+ 358) 400 594 205
E-Mail: matti.malin@kolumbus.fi

Оборудование для резки стекла

Armatec GmbH
Industriestraße 19
D-91710 Gunzenhausen
Telefon: (+49) 9831 5002-0
Telefax: (+49) 9831 5002-20
E-Mail: armatec@armatec.de
www.armatec.de

Bottero S.p.A.
Via Genova 82
I-12010 Cuneo
Telefon: (+39) 0 171 310611
Telefax: (+39) 0 171 401611
E-Mail: bottero@bottero.com
www.bottero.com

Bystronic Maschinen AG
Industriestraße 5
CH-4922 Bützberg
Telefon: (+41) 62 95877-77
Telefax: (+41) 62 95876-76
E-Mail: sales.glass@bystronic.ch
www.bystronic.com

HEGLA
Fahrzeug- u. Maschinenbau GmbH & Co. KG
Industriestraße 21
Postfach 12 53
D-37676 Beverungen
Telefon: (+49) 5273 905-0
Telefax: (+49) 5273 905-255
www.hegla.de

Ianua S.p.A.
Via Caldevijo 23
I-35042 Este (PD)
Telefon: (+39) 0 429 602577
Telefax: (+39) 0 429 602333
E-Mail: ianua@finind.com
www.ianua.net

Klöpper Maschinentechnik GmbH & Co. KG
Postfach 10 22 63
Niedersachsenweg 10
D-44143 Dortmund
Telefon: (+49) 231 5175-0
Telefax: (+49) 231 5175-195
E-Mail: maschinentechnik@kloepper.de
www.kloepper.de

Перечень производителей

Pannkoke Flachglastechnik GmbH
Händelweg 5
Postfach 26 54
D-23514 Lübeck
Telefon: (+49) 451 47008-0
Telefax: (+49) 451 47008-37
E-Mail: info@pannkoke.de
www.pannkoke.de

Tamglass Ltd. Oy
P.O. Box 25
Vehmaistenkatu 5
FIN-33731 Tampere
Telefon: (+358) 3 3723-111
Telefax: (+358) 3 3723-190
E-Mail: tamglass@tamglass.com
www.tamglass.com

Автоклавы

Arlec Engineering Works
101/7 Forth Street, Booysens Reserve
Johannesburg, South Africa
Telefon: (+27) 11 835 3111
Telefax: (+27) 11 835 1813
www.arlec.co.za

Glassrobots Oy
Lasikaari 1
FIN-33960 Pirkkala
Telefon: (+358) 31 3230-00
Telefax: (+358) 31 3233-50
E-Mail: glassrobots@glassrobots.fi
www.glassrobots.fi

Ianua S.p.A.
Via Caldevijo 23 б I-35042 Este (PD)
Telefon: (+39) 0 429 602577
Telefax: (+39) 0 429 602333
E-Mail: ianua@finind.com
www.ianua.net

Italmatic
V. del Blocco 61
I-55014 Capannori (Lucca)
Telefon: (+39) 0 583 981 166
Telefax: (+39) 0 583 981 080
italmatic@tin.it

Maschinenbau Scholz GmbH & Co. KG
Heinrichstraße 1-4
Postfach 17 45
D-48637 Coesfeld/Westf.
Telefon: (+49) 2541 745-0
Telefax: (+49) 2541 82741
E-Mail: korr@scholz-mb.de
www.maschinenbau-scholz.de

Tamglass Ltd. Oy
P.O. Box 25 б Vehmaistenkatu 5
FIN-33731 Tampere
Telefon: (+3 58) 3 3723-111
Telefax: (+3 58) 3 3723-190
E-Mail: tamglass@tamglass.com
www.tamglass.com

Terruzzi Costruzioni Meccaniche Cristoforo
Via Ernesto Breda 176
I-20126 Milano (Italien)
Telefon: (+39) 0 257 2391
Telefax: (+39) 0 257 5389

Industrial Olmar
Sociedad Anónima
Lealtad, 13 б 33212 Gijón
Apartado 314 б 33280 Gijón
España
Telefon: (+34) 985 32 17 00
Telefax: (+34) 985 32 38 31
www.olmar.com

Проволока

Johnson Matthey & Noble Metals
Orchard Road
GB-Royston
herts SG8 5HE
Telefon: (+44) 17 6325-3740
Telefax: (+44) 17 6325-3313
E-Mail: sweetj@matthey.com
www.noble.matthey.com

Leonische Drahtwerke AG
Marienstraße 7
D-90402 Nürnberg
Telefon: (+49) 911 2023-0
Telefax: (+49) 911 2023-231
E-Mail:
susanne.kertz@leoni.com
www.leoni.com

Osram GmbH
Abt. Industriezulieferungen
Hellabrunner Straße 1
D-81536 München
Telefon: (+49) 89 621-2697
Telefon: (+49) 89 621-2696
Telefax: (+49) 89 621-2013
E-Mail: webmaster@osram.de
www.osram.de

Измерительные приборы для определения влажности пленки

Pier Electronic GmbH
Nassaustraße 35
D-65719 Hofheim-Wallau
Telefon: (+49) 6122 2054
Telefax. (+49) 6122 16533
E-Mail: mail@pier-electronic.de
www.pierelectronic.de

Quadrabeam
Rütter Co. b.v. · Twekkeler Es 2
NL-7504 RC Enschede
Telefon: (+31) 534 323032
Telefax: (+31) 534 301497

Пленка-PU для PC / стеклопакетов

Polymar
Herr B.A. LeMonte
Donksesteenweg 13
B-2930 Braschaat
Telefon: (+32) 3650 1690
Telefax: (+32) 3650 1699
E-Mail: balemonte@polymar.com
www.polymar.com

Ионизаторы для устранения статического заряда

Eltex-Elektrostatik GmbH
Blumenstraße 67 · Postfach 12 29
D-79576 Weil am Rhein
Telefon: (+49) 7621 7905-0
Telefax: (+49) 7621 7905-310
E-Mail: info@eltex.de
www.eltex.de

Haug GmbH & Co. KG
Postfach 20 03 33
Friedrich-List-Straße 18
D-70771 Leinfelden-Echterdingen
Telefon: (+49) 711 9498-0
Telefax: (+49) 711 9498-298
E-Mail: info@haug.de
www.haug.de

Simco (Nederland) B.V.
Aalsvoort 5 · NL-Lochem
telefon: (+31) 5730 88333
Telefax: (+31) 5730 57319
E-Mail: info@simco.nl
www.simco.nl

Перечень производителей

Инфракрасные излучатели/ электрические нагревательные элементы

Heraeus W.C. GmbH & Co. KG
Heraeusstrale 12 - 14
D-63450 Hanau
Telefon: (+49) 6181 35-4550
Telefax: (+49) 6181 35-8620
E-Mail:
edelmetall-technologie@heraeus.com
www.wc-heraeus.com

Измерительные приборы проводимости воды

Hanna Instruments
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6
D-77694 Kehl am Rhein
Telefon: (+49) 7851 9129-0
Telefax: (+49) 7851 9129-99
www.wtb.com

Полосы для измерения температуры, самоклеющиеся

IBV Ing.-Büro Vanbelle GmbH
Postfach 2
D-83671 Benediktbeuern
Telefon: (+49) 8857 495
Telefax: (+49) 8857 1437
напр. тип 2/S · 71-110 °C
(ветровые стекла предварительное соединение)
напр. тип 3/S · 116-154 °C (автоклав)

Бесконтактные термометры

Raytek Sensorik GmbH
Blankenburger Straße 135
D-13127 Berlin
Telefon: (+49) 30 478008-0
Telefax: (+49) 30 4710251
E-Mail: raytek@raytek.de
www.raytek.de

Bartec
Logistic Management GmbH
Schulstraße 30
Postfach 63
D-94239 Gotteszell
Telefon: (+49) 9929 301-0
Telefax: (+49) 9929 301-112
E-Mail: info@bartec.de
www.bartec.de

Термометры / гигрометры, электронные

Novasina AG
Talstrale 35-37
CH-8808 Pfäffikon
Telefon: (+41) 55 4166660
Telefax: (+41) 55 4166262
E-Mail: info@novasina.ch
www.novasina.ch

Vaisala GmbH
Schnackenburgallee 41
D-22525 Hamburg
Telefon: (+49) 40 83903-0
Telefax: (+49) 40 83903-110
E-Mail:
info.schesonka@vaisala.com
www.vaisala.com

Testo AG
Testo-Straße 1
D-79853 Lenzkirch
Telefon: (+49) 7653 681-700
Telefax: (+49) 7653 681-701
E-Mail: info@testo.de
www.testo.de

Термометры / гигрометры, классические

Wilh. Lamprecht GmbH
Friedländer Weg 65-67
D-37085 Göttingen
Telefon: (+49) 551 4958-0
Telefax: (+49) 551 4958-312
E-Mail: info@lamprecht.net
www.lamprecht.de

Установки для растяжения пленки

Ayrox
Avenue de Fre 263
bte 2 б B-1180 Brüssel
Telefon: (+32) 2 3756198
Telefax: (+32) 2 3720351
E-Mail: deals@ayrox.com
www.ayrox.com

Klöpper Maschinentechnik GmbH & Co. KG
Postfach 10 22 63
Niedersachsenweg 10
D-44143 Dortmund
Telefon: (+49) 231 5175-0
Telefax: (+49) 231 5175-195
E-Mail:
maschinentechnik@kloepper.de
www.kloepper.de

Установки для резки ПВБ-пленки

R+S Stanztechnik GmbH
Postfach 16 02 50
Carl-Legin-Straße 16
D-63073 Offenbach
Telefon: (+49) 69 8900020
Telefax: (+49) 69 898116

Лезвия для резки

Lutz Industria Stahlwarenfabrik
Postfach 180 108
Wuppertaler Straße 251
D-42626 Solingen-Gräfrath
Telefon: (+49) 212 5966-0
Telefax: (+49) 212 5966-26
E-Mail: Lutz-blades@t-online.de
www.lutz-blades.com

Mure & Peyrot
25, Rue Roger Toutou
Cidex 28
F-33083 Bordeaux Cedex
Telefon: (+33) 5669 3200
Telefax: (+33) 5669 3202
E-Mail: mail@mure-peyrot.com
www.mure-peyrot.com

Держатели зеркала ветрового стекла

GKN Sinter metals GmbH
Galileistraße 236
D-53177 Bonn
Telefon: (+49) 228 841-282
Telefax: (+49) 228 841-457
www.gknsintermetals.com

Перечень производителей

Клейкие ленты для держателя зеркала ветрового стекла

3M Deutschland GmbH
Postfach 100 422
Carl-Schurz-Straße 1
D-41460 Neuss
Telefon: (+49) 2131 14-2683
Telefax: (+49) 2131 14-3134
E-Mail: m.reul@mmm.com
www.3m.com

Sika Deutschland GmbH
Kornwestheimer Straße 103-107
D-70439 Stuttgart
Telefon: (+49) 711 800-90
Telefax: (+49) 711 800-9321
E-Mail: info@de.sika.com
www.sika.de

Teroson GmbH
Henkel Tereson Straße 57
D-69123 Heidelberg
Telefon: (+49) 6221 704-0
Telefax: (+49) 6221 704-698
E-Mail: info@teroson.de
www.teroson.de

Краска горячей сушки для ветровых стекол

Ferro GmbH
Ceramic Colours
Gutleutstraße 215
Postfach 110 403
D-60287 Frankfurt/Main
Telefon: (+49) 69 27116-110
Telefax: (+49) 69 27116-333
www.ferro.com

Пластификаторы

DOW Deutschland GmbH & Co. oHG
Am Kronberger Hang 4
D-65727 Eschborn
Telefon: (+49) 6196 566-220
Telefax: (+49) 6196 566-406
E-Mail: rggeipel@dow.com
www.dow.com
z.B. Downanol Typ TPM

Подъёмные транспортные средства

Aerofilm Systems b.v.
AD. Mulderweg 16
NL-5657 Eindhoven
Telefon: (+31) 40 255-0303
Telefax: (+31) 40 255-0377
E-Mail: info@aerofilmsystems.com
www.aerofilmsystems.com

Delu GmbH
Gerbertstraße 7
D-90411 Nürnberg
Telefon: (+49) 911 524015-19
Telefax: (+49) 911 523507
E-Mail: info@delu-gmbh.de
www.delu-gmbh.de

Hovair Systems Ltd.
Unit 3, Kingston Industrial Estate
Eastern Road
Aldershot, Haust
GB-Hampshire GU 124 TD
Telefon: (+44) 1252 319922
Telefax: (+44) 1252 341872
E-Mail: info@hovair.co.uk
www.hovair.co.uk

Ультрафиолетовые лампы
(напр. для определения оловянной стороны на флоат-стекле)

W.C. Heraeus GmbH & Co. KG
Heraueus Straße 12-14
D-63450 Hanau
Telefon: (+49) 6181 35-0
Telefax: (+49) 6181 35-3131
E-Mail: wc-heraeus@heraeus.com
www.wc-heraeus.com

Пуммель-тест, автоматический

S.A. Cardelli
Rue de Soleilmont 14
B-6200 Chatelineau
Telefon: (+32) 71 413143
Telefax: (+32) 71 423126

PROMA
Herr Morawiec
Konstitucji 61
P-41905 Bytom
Telefon/Fax: (+48) 32 3971564

Средства для чистки стекла

Aachener Chemische Werke
Adenauer Straße 20 · Europapark C3
D-52146 Würselen
Telefon: (+49) 2405 4497-0
Telefax: (+49) 2405 4497-30
E-Mail: acw@chemetall.com
www.acw-info.com
напр. тип AC 5509 нейтральное / мягкое / обычное загрязнение
напр. тип AC 4652
щелочное / сильное / приклеившееся загрязнение

Средства для определения жесткости воды

Merck KgaA
Frankfurter Straße 250 · D-64293 Darmstadt
Telefon: (+49) 6151 72-0
Telefax: (+49) 6151 72-2000
E-Mail: service@merck.de
напр. комлект для испытаний 1.08047 или 1.08039

Масла для резки стекла

Aachener Chemische Werke
Adenauer Straße 20 · Europapark C3
D-52146 Würselen
Telefon: (+49) 2405 4497-0
Telefax: (+49) 2405 4497-30
E-Mail: acw@chemetall.com
www.acw-info.com

Институт испытаний многослойных безопасных стекол – общие испытания

INV
Boulevard Defontaine, 10
B-6000 Charleroi/Belgium
Telefon: (+32) 71 272911
Telefax: (+32) 71 334480
E-Mail: inv@inv.be
www.inv.be

Управление контроля материалов земли Северный Рейн Вестфалия (MPA)
Marsbruchstraße 186
D-44287 Dortmund (Applerbeck)
Telefon: (+49) 231 4502-0
Telefax: (+49) 231 4585-49
E-Mail: info@mpanrw.de

Перечень производителей

Испытание на прострел

Beschussamt Mellrichstadt
Lohstraße 5
D-97638 Mellrichstadt
Telefon: (+49) 9776 9889
Telefax: (+49) 9776 5457
E-Mail: beschussamt@t-online.de
www.lmg.bayern.de

Beschussamt Ulm
Albstraße 74
D-89081 Ulm
Telefon: (+49) 731 65070
Telefax: (+49) 731 618754
E-Mail: beschussamt@lgabw.de
www.lgabw.de

Испытание на взрыв

Ernst Mach Institut
Am Klingelberg 1
D-79588 Efringen-Kirchen
Telefon: (+49) 7628 9050-0
Telefax: (+49) 7628 9050-77
E-Mail: info@emi.fhg.de
www.emi.fhg.de

Испытание топором

Institut für Fenstertechnik e.V.
Theodor-Gietl-Strale 7-9
D-83026 Rosenheim
Telefon: (+49) 8031 261-0
Telefax: (+49) 8031 261-290
E-Mail: info@ift-rosenheim.de
www.ift-rosenheim.de

Этот перечень неполный! Если мы забыли кого-либо, или назвали по ошибке, просим сообщить нам.

КОНТАКТ

По всем вопросам, связанным с применением пленки TROSIFOL® просим обращаться на:

ООО ТРОСИФОЛЬ
ул. Кольцова 24
606450 г. Бор
Нижегородская область
Россия
Тел.: +7 83159 6-77-28
Факс: +7 83159 6-77-87
trosifol.russia@kuraray-kse.com

Kuraray Specialities Europe GmbH
Division TROSIFOL®
Mülheimer Straße 26
53840 Troisdorf
Germany
Tel.: ++49 (0) 22 41/85 – 32 30
Fax: ++49 (0) 22 41/85 – 34 88
E-Mail: info.trosifol@kuraray-kse.com

TROSIFOL North America
160 Bixby Road
Erin, New York 14838
USA
Tel.: ++1 607 796 9842
Fax: ++1 607 739 4740
Cell: ++1 607 331 3037
E-Mail: trosifol.usa@kuraray-kse.com

TROSIFOL India
B 26, Part III, Lajpat Nagar
New Delhi – 11 00 24
India
Tel.: ++91 11 2983 0646
Fax: ++91 11 2983 0647
E-Mail: trosifol.india@kuraray-kse.com

TROSIFOL South East Asia
No 118, Jalan Semangat
46300 Petaling Jaya
Selangor Darul Ehsan
Malaysia
Tel.: ++60 3 7954 4640
Fax: ++60 3 7954 6046
E-Mail: trosifol.sea@kuraray-kse.com

TOW TROSIFOL
Tschistjakovskaja 23, Office 3
03062 Ukraine, Kiev
Tel./Fax: ++38 044 206 10 93
E-Mail: trosifol@ukr.net

KSE
Kuraray Specialities Europe

www.trosifol.ru
www.trosifol.com
www.kuraray-kse.com

TROSIFOL®

Trosifol-Umschlag_R 26.04.2006 11:26 Uhr Seite 2

ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Издатель:

Kuraray Specialities Europe GmbH
отделение TROSIFOL®
53840 Тройсдорф

Оформление:

Катя Диневски-Цаймет
Реклама - события - ПР
Бонн

Издание:

Типография Оскара Берга
26345 Бокхорн

3 издание • июль 2005

ОГРАНИЧЕНИЕ ГАРАНТИЙ

Вся информация в данном справочнике публикуется в наиболее доступной форме. Ее нужно понимать как рекомендации, актуальные для ситуации в настоящий момент.

Пожалуйста, обратите внимание на то, что приводимые в данном справочнике графики и таблицы иллюстрируют выводы и результаты, которые базируются на лабораторных исследованиях и служат для лучшего понимания различных свойств продуктов. Они не являются спецификациями тех или иных свойств изделий, и поэтому не подходят для всех образцов или видов применения продукции.

Перепечатывание, копирование и дальнейшее использование данного справочника может осуществляться только с разрешения издателя.