

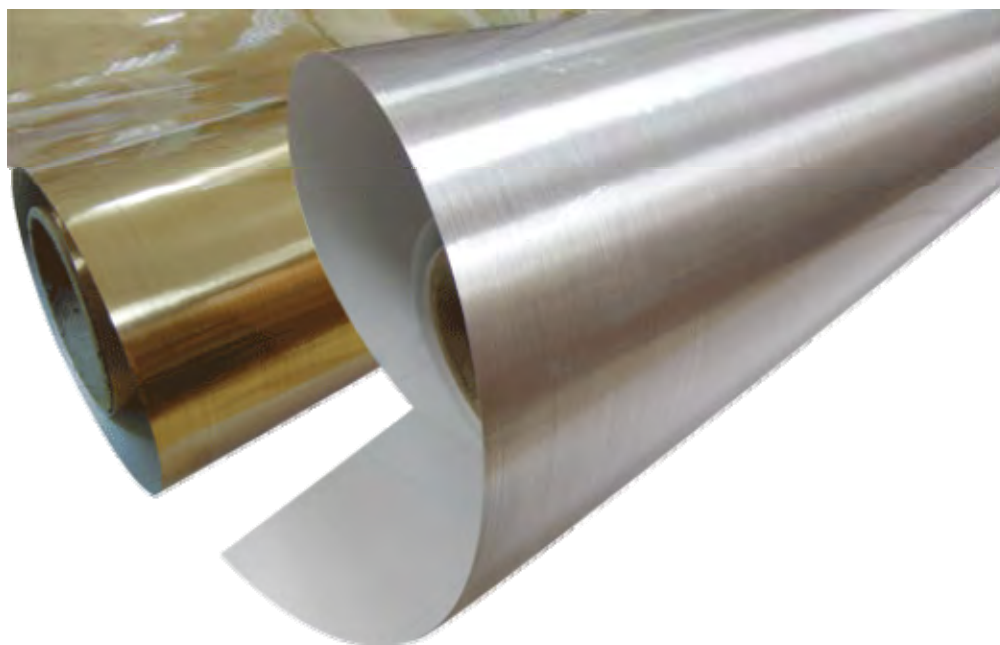


**исследовательская группа**

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,  
металлургии и химической промышленности

---

# Обзор рынка полимерных пленок для ламинирования стекол и пленок для рекламы в России



*Москва  
август, 2011*

## Введение

Солнечное тепло представляет собой электромагнитное излучение. Стекло часть энергии пропускает сквозь себя, какое-то количество поглощает, часть излучает, часть отдает оконной раме за счет теплопроводности, а часть тепловой энергии получают воздушные слои в результате конвекционного теплообмена. Если рассмотреть обычное четырехмиллиметровое стекло без покрытий, то тепловая энергия распределится следующим образом: 89% - проходит сквозь стекло, 6% - отражается, 5% - поглощает стеклянная среда. Таким образом, наглядно видно, что обычное стекло не представляет собой надежную защиту от солнечного тепла. Реальный эффект получают при нанесении на стеклянную поверхность пленочных покрытий или напыления. Если на стекле наклеена защитная пленка, то 68% солнечного излучения отражается наружу и только 32% попадает внутрь помещения.

Идея защиты от солнечных лучей с помощью тонировочных пленок возникла в начале шестидесятых годов прошлого столетия. Первые образцы представляли собой зеркальные полотна, изготовленные с алюминиевыми добавками. Сквозь них не проходило тепло и значительная часть видимого света, хотя возможность видеть внутри помещения все-таки оставалась. Развитие этой идеи привело к использованию пленок в дизайне оконных конструкций и фасадов строений. Добавляя различные металлы, изготовители начали получать пленки с различными оттенками. 70-е годы, с новым витком энергетического кризиса, дали толчок развитию технической мысли в этом направлении и пленки стали использовать, чтобы уменьшить затраты на обогрев и кондиционирование. Несколько позже были разработаны пленки с новыми наборами свойств. Среди них прозрачные пленки с низкой эмиссией. Эти пленки практически невидимы на стекле, хотя отлично задерживают тепловой поток.

Наибольшее распространение получили архитектурные пленки - пленки, предназначенные для оформления световых проемов зданий и создания комфортных и безопасных условий в помещении. Архитектурные пленки применяются при оформлении стеклянных фасадов зданий, зимних садов и стеклянных крыш, изделий из стекла внутри помещений.

Различные типы архитектурных пленок предназначены для повышения ударопрочности и взрывобезопасности стекол, энергосбережения, защиты от УФ излучения, нежелательного внешнего наблюдения, предотвращения несанкционированного доступа в помещения и создания экстерьера зданий.

Все пленки обладают общими качествами:

- при физическом воздействии на стекло оно не рассыпается на мелкие осколки;
- пленки придают зданию респектабельный внешний вид;

- сдерживают до 95% ультрафиолетового излучения;
- создают комфортную освещенность, уменьшают слепящий свет и блики от солнца;
- сокращают потери тепла в зимний период до 30%.

Архитектурные пленки разделяются на следующие виды:

1. Пленки серии R - глубоко и равномерно окрашенные металлизированные, стойкие к механическим воздействиям, разнообразных цветов и различных степеней светопропускания.

2. Пленки серии D - к ламинированной конструкции пленок R-серии добавляется дополнительный глубоко окрашенный слой.

3. Пленки серии N - особые строительные пленки. Для этой серии цвет пленок создается прямым магнетронным напылением различных металлов и сплавов.

4. Пленки серии LE- низко эмиссионные пленки, обеспечивающие повышенную теплоизоляцию в зимнее время.

5. Пленки серии LV- зеркальные пленки с переменным по ширине отражением света для создания специальных световых эффектов.

6. Пленки серии REX- пленки для наружной установки. Специальное покрытие этих пленок защищает от ветровой эрозии и обеспечивает неизменность свойств в течение 7 лет.

Часто бывает необходимо придать архитектурному остеклению те или иные специфические свойства. Тогда в названии пленки указывается основная их функциональная особенность.

Солнцезащитные (тонируемые) пленки используются для остекления фасадов зданий, создавая эффект зеркала различных оттенков, и придания стеклу различных оттенков.

Противоударные (защитные) пленки служат для укрепления стекла. Они бывают прозрачные, зеркальные и тонированные. Такие пленки используются для увеличения прочности витринных и других стекол.

Энергосберегающие пленки имеют прозрачную основу и позволяют отражать инфракрасное излучение до 80 %.

В России в настоящее время производство архитектурных пленок не налажено. Для промышленности полимерных материалов организация такого бизнеса явилась бы примером внедрения импортозамещающих технологий. Дать ответ на вопрос, насколько организация производства архитектурных пленок могла бы стать успешной на территории России, и призвано настоящее исследование. Ввиду того, что в России также отсутствует производство автомобильных пленок и пленок для рекламы, авторами исследования дана краткая информация и об этих сегментах рынка полимерных пленок.

## 1. Виды пленок

### 1.1. Тонировочные пленки

В настоящее время тонирование окон и тонировка стекол еще недостаточно востребованы на российском рынке. Тонировочные пленки часто рассматривают как средство защиты от солнца, хотя производителями в эти пленки закладываются и другие функции, например, защитные.

Спектр электромагнитной солнечной радиации, достигающий земной поверхности разделяют на три диапазона: ближнее ИФК (инфракрасное излучение), видимый свет и ультрафиолет (УФ-лучи).

Волны излучения с длиной от 100 до 400 нанометров - это ультрафиолетовый диапазон, который в основном влияет на выцветание окрашенных предметов. На него приходится около 3% всего солнечного излучения. На кожу человека эти лучи в небольших количествах оказывают положительное влияние, но избыток УФ вызывает старение кожи, ожоги и может привести к возникновению онкологических заболеваний. Волны с длиной от 380 до 780 нанометров воспринимаются человеческим глазом, это видимый свет. Этот диапазон составляет 44% всего излучения. ИФК излучение (волны длиной от 700 до 2400 нанометров) мы не видим, но ощущаем его как тепло. Эта область составляет 53% солнечного спектра.

Типы тонировочных пленок (в том числе и оконные пленки на стекло), в соответствии со спросом подразделяются на следующие категории: защитная пленка (противоударная, антивандальная пленка), солнцезащитная пленка (световозвращающая, светоотражающая пленка), декоративная пленка, а также тонировочная архитектурная пленка (антивандальная и металлизированная пленка тонировочная в комбинации). Существуют также профессиональные тонировочные пленки других видов с комбинацией различных характеристик.

Чаще всего тонировочные пленки позиционируются как солнцезащитные, способные уменьшать, отражать или поглощать солнечную энергию, ультрафиолет (УФ) и инфракрасное излучение.

### Структура тонировочной пленки

Тонировочная пленка представляет собой многослойную конструкцию. То, для чего изготавливается данная разновидность, какие качества в ней должны преобладать, определяют, из скольких конкретно слоев будет состоять конечный продукт, и какие характеристики будет иметь каждый слой.

В любой пленке наружный слой предназначен защищать рабочие слои от механических повреждений, возникающих при чистке стеклянной поверхности и мытье. Если пленка стоит очень дешево, то скорее всего, такого слоя в ее составе нет.

К стеклу оконная пленка прикрепляется клеящим слоем. Такой слой по составу весьма сложен и чувствителен к давлению. Применяют несколько разновидностей клея, которые отличаются друг от друга, в основном, временем окончательного высыхания.

Различные виды пленок имеют разное количество слоев, а слои - различные характеристики. Слои соединены ламинатором и окрашены, в случае необходимости, красящим пигментом. Окраска происходит на стадии изготовления полиэстера. Такая технология изготовления способствует равномерному нанесению окраски более стойкой к выцветанию. Непрофессиональная продукция окрашивается с помощью клея, что не улучшает ее свойства. От красителя и плотности его нанесения зависит оттенок и характеристики светопропускания пленки.

Комбинированные, а следовательно, более дорогие, конструкции представляют из себя металлизированные пленки. В их составе чередуются слои, окрашенные пигментом, со слоями, содержащими металл. Металл добавляется в пленку различными способами. Наиболее передовой - это бомбардировка пленки в вакуумной среде атомами металла (спаттеринг). При таком изготовлении деметаллизация при эксплуатации, практически, никогда не происходит. Применение металлов или их сплавов зависит от требуемого эффекта. Пленки, изготовленные таким методом, называют часто зеркальными пленками из-за отражательного свойства металла, они красивы, прочны и обладают повышенной теплозащитой. Самая долговечная пленка – металлизированная пленка, но без окрашенных слоев. Здесь свойства полностью определяются применяемым металлом. Особо хорошими свойствами обладают пленки с несколькими слоями металлизации. Например, пленки с двойным зеркальным отражением. У таких пленок пониженное отражение внутреннего света, и, соответственно, неискаженный вид наружу.

## **Функциональные свойства тонирующей пленки**

### **1. Цвет.**

Цвета тонирующей пленки могут быть самыми разнообразными. Наиболее востребованными являются: матовая пленка, зеркальная пленка (причем зеркальная тонирующая пленка может иметь различные оттенки), белая тонирующая пленка, серая и зеленая тонирующая пленка, а также тонирующая пленка с рисунком. Тонирующая пленка может обладать и коэффициентом светопропускания аналогичным стеклу самой высокой марки M1. В этом случае речь идет о прозрачной защитной пленке, которая может в зависимости от толщины и количества слоев иметь классы защиты A1, A2 и A3 соответственно.

### **2. Теплозащита.**

Использование тонирующей пленки делает окно надежной защитой от жары. Установка тонирующего слоя на стекло приносит во все внутреннее помещение условия дополнительного комфорта и удобства: можно использовать любое место возле окон, не страдая от большой яркости света

или надоевшей жары от солнца. Применение такой тонирующей пленки с повышенными теплозащитными свойствами помимо основных функций позволяет оптимизировать затраты на кондиционирование воздуха и значительно увеличивает эксплуатационный срок кондиционера.

### 3. Защита от УФ-излучения.

Долговечность красоты внутреннего убранства помещения напрямую зависит от того, есть ли на окнах защитная оконная пленка или нет. Солнечная радиация, проникающая сквозь простые стекла, повреждает предметы интерьера (мебель, драпировка, ковры и картины) и становится причиной выгорания привлекательных красок. Тонирующая оконная пленка становится преградой на пути вредоносного УФ-излучения, изменяя цветовые составляющие света, уменьшая поток тепла, что в комплексе значительно снижает степень выгорания красок.

### 4. Светозащита.

Яркие лучи света не просто досаждают и раздражают. Они часто становятся утомительными и даже опасными для зрения, причиняют неудобства и снижают работоспособность человека. Тонирующая пленка снижает яркость света и прямого, и отраженного до 80%, при этом все детали уличного пейзажа остаются ясными и четкими. После установки на окна тонирующей пленки становится легче работать с экраном монитора, более четким видится изображение на телеэкране, становится комфортней чтение.

### 5. Безопасность.

Дополнительные меры безопасности - это гарантия спокойного существования. Стекло может быть опасным при ненастье, урагане, буре, землетрясении, хулиганском поведении отдельных сограждан. Битые стекла и остроконечные осколки - это неизбежные следствия разбитого окна. Каждая тонирующая пленка несет защитные функции и оберегает от повреждений и травм. Толстая полимерная структура и крепкий клеевой состав удерживают осколки при разбитии стекла.

### 6. Эстетика.

Применение тонирующих оконных пленок – это элегантный и простой способ украсить экстерьер здания. Иногда элементы внешнего декора и части интерьера, просматривающиеся через окна, не сочетаются, не совпадают по стилю. Оконные пленки, закрепленные на стекле, нивелируют эти расхождения, придавая всему сооружению гармоничный и целостный облик.

## 1.2. Защитные (бронированные) пленки

Обострение криминогенной обстановки стало мощным толчком к развитию производства защитных стекол. Нужно было найти надежную, недорогую, внешне привлекательную и удобную в эксплуатации защиту прозрачных конструкций без замены обычных рам на специальные и усложнения технологии установки стекол.

Самый тривиальный способ защитить хрупкое стекло - установить металлические решетки. Однако более эффективный и цивилизованный

прием обеспечения безопасности остекленных проемов - замена обычных стекол на композиции из стекла и защитной полимерной пленки, обеспечивающие необходимый для конкретной категории объекта класс защиты.

Основная цель защитной пленки - повышение ударопрочности.

Защитная пленка укрепляет остекление и предотвращает разлет осколков стекла при ударе в него металлического или брошенного (летающего) предмета. Осколки стекла удерживаются на поверхности пленки, а само стекло остается в раме. Пленки устойчивы к механическим воздействиям, поэтому успешно выполняют свои функции упрочнения стекла во всех случаях разрушающего воздействия на него. Прочность этих пленок на разрыв достигает  $24 \text{ кг/мм}^2$  (сталь - до  $27 \text{ кг/мм}^2$ ), а удлинение при разрыве до 170% (сталь - всего 2-3%). Стекло с защитной пленкой способно задержать вора на 10-15 минут, предоставляя службам охраны возможность отреагировать на сигнал тревоги и предотвратить преступление.

Ударостойкому стеклу присваиваются классы А1, А2 и А3 в зависимости от его характеристик. Защитная пленка класса А 1 имеет толщину в 240 микрон и выдерживает энергию удара в 141 Дж. Защитная пленка класса А 2 имеет толщину 412 микрон и способна выдержать энергию удара до 262 Дж. Защитная пленка класса А3 имеет самую большую толщину в 600 микрон и выдерживает энергию удара в 382 Дж. При установке защитного остекления всех классов металлические решетки, жалюзи, ставни и другие силовые элементы могут не устанавливаться.

Защитные пленки толщиной от 56 до 240 микрон, не могут защитить стекло от разбивания, но при этом они не позволяют разлетаться образующимся осколкам, а, следовательно, предохраняют находящихся поблизости людей от порезов и более серьезных ранений. Поэтому их тоже можно рассматривать как один из вариантов защитной пленки.

Проведенные испытания показывают, что архитектурное стекло толщиной 4 мм с установленной на него пленкой 112 мкм выдерживает удар с энергией 20,4 Дж, что равно прочности триплекса 4-1-4. Для сравнения – удар кирпича весом 1 кг с дистанции 2 м не превышает 21,2 Дж.

1 м<sup>2</sup> триплекса весит 20 кг, стекло толщиной 4 мм с пленкой 112 мкм – около 15 кг, при этом стоимость ламинированного стекла на 28-32% меньше, чем стоимость триплекса. Пленка устанавливается на существующее остекление и не требует модернизации оконного проема.

Устойчивое к удару защитное остекление класса А1, А2 - рекомендуются к установке на объекты, не имеющие значительных материальных ценностей и находящиеся под непосредственной



централизованной или внутренней физической охраной частных охранных предприятий или милиции (коммерческие учреждения, офисы, бары, кафе, продовольственные помещения и т. д.).

Стекло класса А1 защитит от удара тяжелого (металлического) тупого предмета, брошенной палки, камня, от осколков наружного взрыва ненаправленного действия. Оснащенное пленкой стекло выдерживает удары и не разлетается на куски, предотвращая порезы, ранения и более трагичный исход.

Стекло классов А2, А3 устанавливаются:

- на объектах, имеющих материальные ценности высокой потребительской стоимости, исторические и культурные ценности и непосредственно находящиеся под централизованной или внутренней физической охраной;

- в операционных залах банков, помещениях органов управления и власти (если не требуется установка пулеустойчивого остекления), торговых залах ювелирных, оружейных магазинов, аптек (при условии отсутствия в них во внерабочее время драгметаллов, оружия, наркотиков);

- в музеях, картинных галереях.

Стекло классов А2 и А3 защитит от значительных ударов тяжелых (металлических) тупых предметов, брошенного камня, палки, бутылки с зажигательной смесью, а также от осколков "наружного" взрыва ненаправленного действия.

Помимо главной цели защитные пленки решают следующие задачи:

1. По нормам пожарной безопасности на установку металлических решеток на окнах первых этажей существуют ограничения – одна или несколько решеток должны быть распашными или раздвижными (иначе объект не ставят под охрану). Защитная пленка разрешает эту проблему, т. к. заменяет подобную решетку. При пожаре стекло с такой пленкой изнутри выбивается большим предметом (стул, тумбочка). Это дает возможность к эвакуации людей, что устраивает пожарную инспекцию.

Кроме того, во время пожара обыкновенное стекло под воздействием высоких температур лопается и разлетается на множество осколков. Это чревато обильным притоком кислорода в помещение, где произошел пожар. В результате огонь мгновенно распространяется, и площадь возгорания существенно увеличивается. Бронирующая пленка, нанесенная на стекло, образует огнестойкую композицию, которая сдерживает огонь в течение достаточно продолжительного времени (до 45 минут), что соответствует II классу огнестойкости по нормативам ВНИИ противопожарной обороны МВД РФ.

2. Применение защитных металлизированных пленок эффективно для защиты помещения от утечки информации через окна по визуально-оптическому, виброакустическому и электромагнитному каналам. Они делают практически невозможным ведение через такие окна:

- визуально-оптической разведки (использовании так называемых "лазерных микрофонов");



- регистрации электромагнитных излучений из контролируемых помещений;
- перехват информации с экранов мониторов в любое время суток.

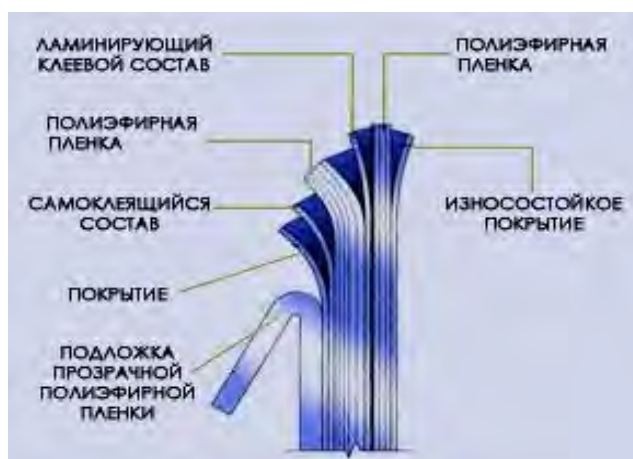
Помимо специфических свойств защитные пленки, выполняют функции, присущие тонирующим и энергосберегающим пленкам.

3. Соотношение мягкой пленки и жесткого стекла создают условия, в которых звуковые колебания с успехом гасятся. По сравнению с обыкновенным стеклом, поверхности, обработанные бронирующей пленкой толщиной 100 мкм, снижают уровень шумности помещения в 2 раза (на 3 Дб).

В настоящее время выбор пленок для укрепления стекол весьма велик. Существуют материалы разной толщины и различной структуры, которые обеспечивают разные уровни упрочнения стекла.

В качестве основы таких пленок обычно служат бесцветные (прозрачные) двухосноориентированные пленки из полиэтилентерефталата.

Окрашенные пленки получают при равномерном диффузном насыщении базового слоя особыми красителями. После насыщения



красителями пленки подвергаются процедуре насыщения

поглотителями ультрафиолетового излучения. Это позволяет закрепить цвет материала и сообщить ему способность поглощать до 99% вредоносных лучей ультрафиолетовой части спектра.

На следующий слой пленки наносится металлическое напыление. Задача этого напыления – обеспечивать низкий уровень теплопередачи. Это помогает

сохранить тепло в помещении зимой и прохладу летом. Нанесение выполняется по технологии теплового вакуумного напыления или с помощью спаттеринга, также называемого прямым магнетронным напылением.

Отдельные слои пленки склеиваются специальным клеем. По наружной поверхности наносится слой, обладающий высокой устойчивостью к абразивным воздействиям. Антиабразивное покрытие защищает готовое изделие от царапин, чем значительно продлевает срок его службы.

### 1.3. Автомобильные пленки

Автомобильные тонирующие пленки получили широкое распространение среди автовладельцев, ценящих в автомобиле не только его мобильность, но и комфортность условий передвижения. Обладая определенными физико-оптическими свойствами, тонирующие пленки

позволяют уменьшить, а где-то полностью исключить неудобства при передвижении на автомобиле.

Преимущества использования автомобильных пленок для тонирования:

1. Внешний вид - высокоэффективные пленки придают автомобилю стиль, который не может быть воспроизведен каким-либо другим способом.

2. Защита от яркого солнечного света и посторонних глаз - тонированные стекла уменьшают напряжение глаз, вызванное солнцем, снегом или фарами других автомобилей, что делает управление машиной более комфортным и приятным. Также комфорт и спокойствие придает защита от назойливых взглядов.

3. Защита от жары. Пленка для тонирования - это многослойный металлизированный барьер между интерьером автомобиля и разрушающим воздействием солнца. Использование пленок задерживает 99% ультрафиолетовых лучей и до 60% солнечного тепла.

4. Защита салона автомобиля от выгорания - использование тонирующих плёнок уменьшает выгорание обивки салона, помогает защитить панель приборов, аудиоаппаратуру, акустику, а также увеличивает срок службы всех резиновых, деревянных и кожаных элементов салона автомобиля. Все это помогает долгое время сохранять его товарный вид.

5. Уменьшает расход топлива - защита от теплового излучения летом позволяет значительно уменьшить нагрузку на кондиционер, что экономит топливо. Зимой же, за счет пленки улучшаются теплоизоляционные свойства стекла, и на обогрев салона автомобиля требуется меньше энергии.

Существуют две технологии нанесения тонировки. Во-первых, это напыление - на внутреннюю поверхность стекла наносится тончайший слой металла или полимера. Второй способ предполагает нанесение на стекло специальных пленок. Второй путь по ряду причин выглядит более предпочтительным.

1. При тонировке напылением необходимо обязательно демонтировать тонируемые стекла. Технология тонировки пленкой позволяет обойтись без съема стекол.

2. Напыление и стекло имеют разные коэффициенты температурного расширения. Поэтому на обогреваемом заднем стекле возможно осыпание тонирующего материала. Пленка этого недостатка лишена.

3. Большинство существующих на сегодняшний день напылений невозможно удалить, не причинив вреда самому стеклу. При растонировке в условиях автосервиса и при соблюдении технологии, автомобильное стекло не страдает.

4. Огромное количество вариантов цветов и оттенков оклеивающей пленки дает возможность подобрать эксклюзивный вариант оформления стекол. Напыление такого разнообразия лишено.

Развитие современных технологий производства автомобильной пленки сделали возможным тонирование не только стекол, но и капота, дверей, и даже всего кузова. Распространение специальных виниловых пленок позволяет нанести на поверхность логотип, художественный рисунок,

без перекрашивания изменить цветное решение отдельных частей или всего кузова машины в целом.

Кроме тонирования, автомобильная пленка выполняет важную защитную функцию:

- Антигравийная пленка служит барьером, препятствующим образованию царапин при случайном контакте с твердыми частицами и предметами. При установке пленок на автомобильные стекла, прочность остекления повышается в несколько раз. В случае чрезвычайных ситуаций за счет высокопрочного клеевого состава и прочности самой пленки при разбивании стекла осколки остаются на пленке. Это защищает присутствующих в автомобиле от порезов.

- Автомобильная пленка защищает машину от несанкционированного вторжения (воров, барсеточников), которые, как правило, для достижения своих целей разбивают боковые стекла (функция бронирования).

При защите автомобильных стекол чаще всего используют пленочное покрытие толщиной от 112 до 300 мкм.

В сегменте автомобильных пленок наибольшую популярность получили пленки *3M*, *Solar Gard*, *Llumar*, *Solartek*, *Sun Gard*, *SunTek* американских производителей, а также пленка английской фирмы *Darts Films*.

В России нормативными документами, регламентирующими тонировку автомобильных стекол, являются ГОСТ 5727-88 и изменения к нему от 1 января 2002 г. Согласно установленным нормам, светопропускание лобового стекла должно составлять 75%, передних боковых стекол - 70%. Исключение составляет верхняя часть лобового стекла, где допускается установка темной светоотражающей полосы шириной до 14 см.

Еще одним элементом, допускающим тонировку без каких-либо ограничений, является люк, установленный на крыше машины. Его можно сделать совсем непрозрачным, т.е. затонированным на 100%. При этом следует иметь в виду то, что зеркальная тонировка любой части автомобиля, будь то стекла, люк или оптические приборы, запрещена.

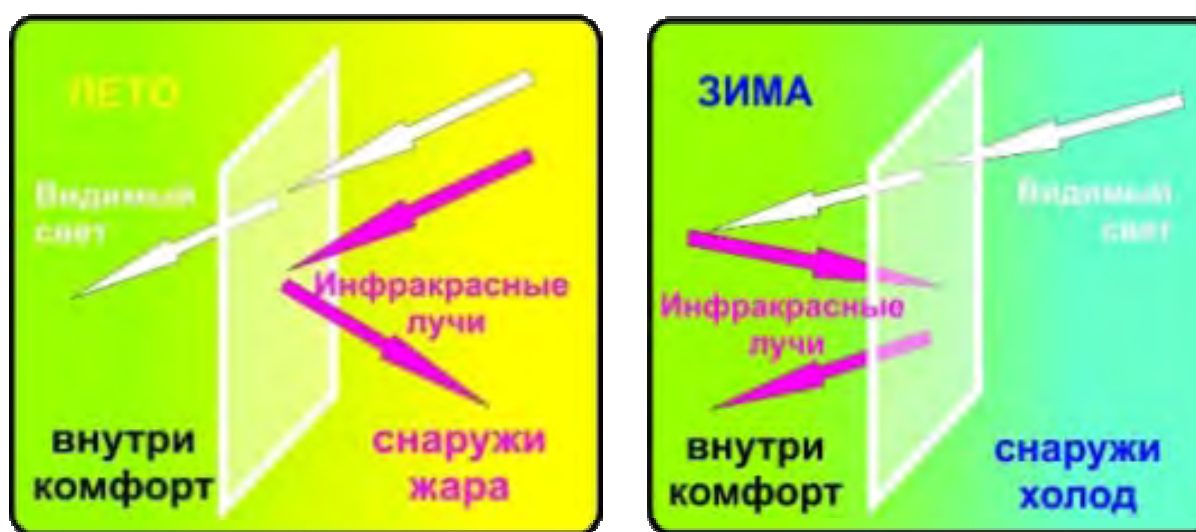
Нанесение тонирующей пленки на задние пассажирские стекла и заднее ветровое стекло допускается любого цвета и интенсивности при наличии у автомобиля правого и левого наружных зеркал заднего обзора. Когда обзор заднего вида может осуществляться только через зеркало в салоне, тонировка заднего ветрового стекла не допускается. Наличие же комплекта наружных зеркал заднего вида делает возможной установку любой тонирующей пленки на площади от середины стекол передних дверей и далее вкруговую на все стекла задней полусферы.

Нарушение правил тонировки автомобильных стекол не только мешает водителю, но и негативно влияет на безопасность дорожного движения.

## 1.4. Энергосберегающие пленки

Стекло придает помещению красивый вид, хорошо пропускает свет, но вместе с этим обладает и рядом существенных недостатков, одним из которых является интенсивный теплообмен с окружающей средой. В результате этого происходит значительное увеличение затрат в холодное время года на обогрев помещения, а летом - на его дополнительное охлаждение.

Принцип действия энергосберегающей пленки заключается в следующем: энергосберегающая пленка отражает тепло в сторону его источника. В летнее время, чтобы предотвратить проникновение тепла в помещение, оно отражает его наружу, а зимой, когда необходимо максимально сохранить тепло, - внутрь помещения.



В основе предложенного решения лежит учет всех особенностей передачи тепловой энергии через светопрозрачные ограждающие конструкции, которая осуществляется тремя основными способами: теплопроводностью, конвекцией и тепловым излучением.

Теплопроводность представляет собой перенос теплоты при непосредственном соприкосновении частиц предметов, имеющих разные температуры. Теплопроводность в чистом виде часто имеет место в обрамляющих элементах окна, например, в деревянных рамах. В остекленных же частях окон перенос энергии за счет диффузии молекул и атомов какого-либо газа, заполняющего межстекольное пространство, всегда сопровождается движением частиц этого газа из области с одной температурой в область с другой. Это явление называют конвекцией.

Потери тепла через остекление путем теплопроводности и конвекции относительно невелики (примерно по 15%) в сравнении с третьей составляющей теплообмена - тепловым излучением. Это процесс передачи теплоты с помощью электромагнитных волн, состоящий в превращении внутренней энергии тела в энергию излучения на поверхности тела,

излучающего тепло, и лучистой энергии в тепловую на поглощающей лучистое тепло поверхности. Таким образом, светопрозрачная часть обычных окон, состоящая из любого числа стекол и воздушных (либо газонаполненных) зазоров, принципиально не может предотвратить радиационные потери тепла.

Поэтому практически единственным путем существенного увеличения теплоизоляционных характеристик окон может быть дополнительное введение в их конструкцию светопрозрачного фильтра с низкоэмиссионными свойствами, отражающего тепловое излучение.

Низко эмиссионное тонирование стекол позволяет не только придать им прочность и красивый внешний вид, но и помогает существенно снизить финансовые издержки на поддержание оптимально комфортного микроклимата в помещении. Тонировка корректирует температурный баланс внутри помещения, уменьшает проницаемость через оконное стекло инфракрасного и ультрафиолетового солнечного излучения.

Эти изделия являются одними из самых дорогих видов тонировочных пленок, но при этом они существенно снижают энергозатраты, что приводит к их быстрой окупаемости. Так, в летнее время низко эмиссионные энергосберегающие пленки уменьшают нагрев помещения проникающими в него лучами солнца, более чем на 70%, а в осенне-зимний период сокращают потери тепла на 25-40%.

Зеркальная тонировочная пленка, помимо энергосберегающих свойств, обеспечивает информационную защиту помещения. Этот вид тонировочной пленки позволяет отражать до 75% тепла.

Подобная тонировка стекол актуальна для жилых и служебных помещений, а также и для автомобилей. Современные виды автомобильных тонировочных пленок поглощают значительное количество солнечного света и тепла, уменьшая расход бензина, идущего на кондиционирование или обогрев салона автомобиля.

### **1.5. Декоративные пленки**

Декоративные пленки устанавливаются на стеклянные перегородки, окна, витрины, витражи, а так же используются для художественного оформления интерьера помещений, создания индивидуальной обстановки рабочих мест, декорирования стеклянной мебели и придают стеклу безопасность в случае его разрушения. Наиболее часто декоративная пленка применяется для отделки помещений развлекательных центров, детских клубов, кафе. Яркая и простая в применении, декоративная пленка помогает быстро и просто менять интерьер.

Технология декорирования стеклянных поверхностей пленкой проста: на всю стеклянную поверхность или ее часть в виде аппликаций наклеивается пленка, которая может быть любого цвета, оттенка или фактуры. Специальные технологии обработки пленки позволяют добиваться эффекта вытравленного, морозного, зеркального, шлифованного и матового стекла. Декоративные пленки имеют прозрачную или матовую основу. Они

могут быть абсолютно прозрачными, слабо пропускающими свет или непрозрачными. Декоративные пленки имеют различные фактуры и оттенки, могут быть легко удалены со стеклянной поверхности и заменены на пленки других видов.

Матовая пленка используется для отделки офисных перегородок, создания локальных рабочих мест, разграничения зон свободного и ограниченного доступа. С помощью пленки можно придать стеклянной перегородке одностороннюю видимость или полную конфиденциальность, при этом сохраняя достаточное светопропускание и делая стекло безопасным.

Зеркальная пленка может быть использована для создания интерьеров кафе и ресторанов, для создания витражей. Зеркальная пленка отражает свет, как настоящее зеркало, и позволяет сделать помещения зрительно более широкими, а декор – более насыщенным. Зеркальная пленка, декоративная пленка по сути, может быть и хорошим помощником в деле создания микроклимата. Дело в том, что зеркальная пленка отражает солнечный свет, и будучи нанесенной на стекла окон позволит в летний зной уменьшить температуру в здании. Кроме этого, зеркальная пленка позволит скрыть от любопытных глаз то, что творится внутри.

Основные функции декоративных пленок:

- создание необходимого стиля помещения, индивидуальный визуальный дизайн стеклянных поверхностей;
- создание ограниченных зон помещения с различными функциональными назначениями;
- обеспечение приватности в коммерческих и жилых помещениях;
- укрепление стекол.

В основе производства декоративной пленки используется пять разновидностей пластика: полиэстер, поливинилхлорид, полиолефин, поликарбонат и полипропилен.

Пленки на основе полиэстера и полипропилена отличаются особой оптической прозрачностью. Декоративная пленка ПВХ имеет глянцевую поверхность, но при этом гарантирует минимальное отражение и обладает множеством достоинств. Это - устойчивость к старению, механическим, химическим и другим повреждениям. А также, декоративная пленка ПВХ хорошо переносит атмосферные воздействия, перепады температур и солнечные лучи.

Использование технологии пленочного покрытия выгоднее технологии нанесения рисунков на стекло и занимает значительно меньше времени.

Декоративная пленка защищает стекло, она влагостойкая, термоустойчивая и сохраняет свои первоначальные свойства при неблагоприятных условиях. Пленки толщиной 112 микрон и более в комплексе со стеклом способны выдерживать ударные нагрузки различной силы. Имея незначительную толщину, пленки позволяют сделать стекло безопасным. Разбитое стекло не рассыпается на осколки, а остается на пленке.