



О применении самоклеящихся пленок в конструкции стеклопакетов

Сегодня клееный стеклопакет нельзя назвать последним достижением в области промышленности, занимающейся изготовлением светопрозрачных конструкций. Его история насчитывает более сотни лет. Уже в 30-х годах в СССР стеклопакеты использовались для остекления оконных проемов зданий различного назначения. (Для справки: в 1978 году были разработаны ТУ-21-23-8-78, а в 1981 году – ГОСТ 24866-81 «Стеклопакеты клееные», в 1983 году увидело свет «Руководство по проектированию, монтажу и эксплуатации светопрозрачных ограждений зданий с применением стеклопакетов» ЦНИИПромзданий Госстроя СССР).

С момента начала производства и до настоящего времени конструкция и композиционный состав стеклопакетов изменений практически не претерпели, однако значительно улучшилось качество и расширился ассортимент герметиков, влагопоглотителей, дистанционных рамок и других комплектующих изделий. Появились поливинилхлоридные, алюминиевые и комбинированные рамы, современная фурнитура, улучшился дизайн, и, самое главное, в конструкции стеклопакетов стали использоваться новые виды стекла: тонированные, ударостойкие, пулестойкие и противовзломные, а так же стекла с тонирующими, ударостойкими, энергосберегающими и другими покрытиями и самоклеющимися пленками. Включение в конструкции стеклопакетов многослойных стекол (пулестойких, противовзломных, ударостойких) особых проблем не вызывает, да и связаны эти проблемы с увеличением весовых нагрузок на раму и с необходимостью установки пулестойких и противовзломных стекол на обращенную к помещению сторону стеклопакета.

Практически не вызывает сложностей установка самоклеящихся пленок на внутреннее стекло стеклопакета на внешнюю его сторону со стороны помещения. Но это не относится к установке пленок внутри стеклопакета. В этом случае следует соблюдать определенные правила, с содержанием и смыслом которых мы и намерены познакомить наших читателей.

Но в начале несколько слов, посвященных собственно пленкам.

Стекла с самоклеющимися защитными и тонирующими пленками можно смело назвать материалами будущего. При установке пленок на стекло образуется композиционный материал, состоящий из стекла с модулем Юнга 750×10^9 , пленки с модулем Юнга $0,02 \times 10^9$ и постоянно липкого клея с модулем Юнга, равным «0». В результате получается прочный композит. Большая адгезия пленки к стеклу делает стекло безосколочным при установке на него пленки любого типа. Это утверждение верно в том случае, когда пленки устанавливаются в строгом соответствии с технологическим регламентом квалифицированными установщиками, а пленки соответствуют техническим требованиям. Кроме безосколочности, различные виды пленок могут придать стеклу уникальные свойства. Вот некоторые из них:

- ударпрочность. Защитное остекление классов защиты А1, А2, А3 по ГОСТ Р 51136-98 и РД 78-148-94 МВД РФ способно противостоять ударам значительной силы и разрешено МВД РФ к использованию вместо решеток;
- взрывоустойчивость. Взрывоустойчивое защитное остекление способно противостоять действию ударной волны при детонации и дефлогационных взрывах различного происхождения, не образуя осколков;
- огнестойкость. Стекло с установленной на него защитной пленкой противостоит огню вдвое дольше обычного до сквозного разрушения;
- энергосбережение. Пленки со специальным низкоэмиссионным покрытием позволяют на 20-30% уменьшить потери тепла из помещения зимой;
- защита от ультрафиолетового излучения. Специальные самоклеящиеся пленки способны снизить уровень УФ-излучения практически до нуля, что крайне важно для сохранения предметов интерьера, выставочных экспонатов, предметов антиквариата и т.д.;
- защита информации. Стекло с некоторыми видами пленок препятствует утечке из помещения информации по радиочастотному, акустическому и оптическому каналам;
- защита от шума.

С помощью пленок может быть достигнут эффект односторонней видимости, создана интимная обстановка и т.д. Главное правильно выбрать вид применяемой пленки и качественно ее приклеить.

Итак, производится установка пленки на стекло-заготовку стеклопакета. При этом следует исходить из того, что конструкция стеклопакета должна гарантировать герметичность воздушных прослоек и отсутствие конденсата на внутренних поверхностях стекол при температуре наружного воздуха – 40 °С или –50 °С в зависимости от условий эксплуатации изделий.

Установка пленок на стекла-заготовки должна производиться в специально подготовленных помещениях, отделенных от производства стеклопакетов, обеспечивающих отсутствие пыли как на ограждающих и иных конструктивных элементах здания, так и в воздухе.

Температура воздуха должна быть в пределах от 10 до 30 °С, влажность воздуха 45 %-85 %. Оптимальным считается температура воздуха 20±2 °С, и влажность 55 % - 65 %.

Перед установкой пленки стекло должно быть тщательно отмыто в соответствии с требованиями общей инструкции по установке пленок. Машинная мойка обессоленной водой не обеспечивает требуемой чистоты поверхности стекла, обязательно применение обезжиривающих составов.

Раскрой пленки должен производиться таким образом, чтобы расстояние от края пленки до края стекла по всему периметру составляло $14 \pm 0,5$ мм. Дистанционная рамка должна устанавливаться на стекло и зазор между рамкой и пленкой должен быть 0,5 - 1 мм.

Понятно, что при установке пленок по классам защиты А1, А2, А3 опорная кромка стеклопакета в раме должна быть не менее 20 мм.

Стекло-заготовка стеклопакета с установленной на него пленкой должно быть подвергнуто сушке в течение нескольких суток. Время сушки зависит от типа пленки и условий сушки:

- для тонирующих пленок всех типов толщиной 56 мкм (2mil) с клеем CD – не менее 7 суток;
- для тонирующих пленок всех типов толщиной 56 мкм с клеем PS – не менее 3 суток;
- для тонирующих ударопрочных пленок толщиной 112 мкм (4mil) с клеем PS – от 3 суток;
- для ударопрочных пленок толщиной 56 мкм и 112 мкм с клеем PS – от 3 суток;
- для ударопрочных пленок толщиной 200, 300, 380 мкм с клеем PS – от 5 суток. При установке пленок для создания остекления классов А2 и А3:
- после установки первого слоя пленки время промежуточной сушки - от 2 суток,

после чего можно устанавливать второй слой пленки;

- окончательная сушка после установки второго слоя пленки – от 5 суток.

При установке пленок всех типов на стекла-заготовки стеклопакетов необходимо

обеспечить наиболее полное удаление («выгонку») установочного раствора и тщательную прикатку краев пленки.

Особо следует отметить следующий факт. Основное отличие установки пленок в стеклопакеты заключается в следующем. При прикатке пленки к стеклу не менее 35 % установочного раствора удалить из-под пленки не удастся. Это вызывается капиллярными силами. Оставшаяся влага постепенно диффундирует к краям пленки. Если клеевой слой пленки типа PS – 70 % оставшейся влаги высыхает за трое суток; если типа CD – за 7 суток. Полное высыхание влаги происходит за 120 - 150 суток.

Эти обстоятельства вызывают важные различия в поведении пленки в стеклопакете и на обычном остеклении. Во-первых, если дистанционная рамка установлена прямо на пленку, а межстекольное пространство по периметру стекол залито герметиком, то влага не высохнет никогда и рано или поздно вода соберется в «линзы», а в собранном стеклопакете такие браки по понятным причинам неустранимы.

Для справки: при установке пленок неудаленными остаются около 35 г воды на 1 м² остекления. После 3-7 дней сушки это количество сокращается до 12 г/м². Это количество влаги должно быть поглощено осушителем, к эффективности которого должны быть предъявлены более высокие требования.

Необходимо отметить, что скорость сушки пленки не должна превышать скорость диффузии влаги. Сушка при комнатной температуре и влажности соответствует этому требованию.

Попытка ускорить сушку за счет повышения температуры воздуха и обдува стекол с пленкой подогретым воздухом может привести к быстрому высыханию кромок пленки. Учитывая, что применяемые клеи водостойки, дальнейшее высыхание находящейся под пленкой воды делается невозможным, а это является неустранимым браком.

Несоблюдение указанных правил приведет к:

- повышению «точки росы» в межстекольном пространстве вплоть до 0 °С;
- появлению неустранимых водяных линз под поверхностью пленки, матовых пятен, краевому отслаиванию пленки, отслаиванию второго слоя пленки;
- сокращению гарантийного срока службы стеклопакета в 3-5 раз.

Никаких дополнительных проблем не возникает при установке в стеклопакеты

бесцветных ударопрочных пленок.

Установка в стеклопакеты окрашенных пленок должна производиться в соответствии с рекомендациями их производителя и требованиями «Руководства по проектированию, монтажу и эксплуатации светопрозрачных ограждений с применением стеклопакетов».

Об этом несколько подробнее.

Герметичный стеклопакет более чувствителен к перепадам температур, чем обычное остекление и неправильная эксплуатация стеклопакета может привести к его разрушению.

Основной причиной разрушения стекол являются растягивающие краевые напряжения, вызываемые разностью температур в разных частях стекла. Так, влияние «холодного мостика» алюминиевой рамы, расположенного по краям стеклопакета, увеличивает разницу температур между краевой и центральной частью стекла. Когда разница температур в стеклянной пластине составляет 20 °С, риск разрушения отсутствует; при 40 °С вероятность разрушения составляет 20 %; при 55 °С вероятность разрушения равна 50 %. В поглощающих солнцезащитных пленках тепловое излучение частично поглощается массой стекла, при этом средняя часть стеклянной пластины нагревается еще сильнее. Кроме того, перепады температур в герметично закрытом стеклопакете вызывают изменение давления во внутренней полости стеклопакета. Расчет показывает, что повышение температуры внутри стеклопакета от 20 °С до 65 °С вызовет повышение давления на 0,153 кг/см² или на 1530 кг на 1 м². Такое давление может привести к разрушению стеклопакета.

Однако отражающие тонирующие пленки имеют существенные преимущества перед окрашенными в массу стеклами. Во-первых, установленная на стекло пленка в несколько раз повышает прочность стекла - так, ударная вязкость стекла с пленкой повышается с 0,2 до 60 кДж на 1 м². Во-вторых, пленка значительно уменьшит разность температур между центром и краями стекла. В-третьих, установка

зеркальных пленок, способных отражать до 90 % солнечного ИК-излучения позволит вообще избежать перегрева стеклопакета.

В общем случае окрашенные самоклеящиеся пленки могут быть отражающими свет, поглощающими свет и комбинированными.

Естественно, при установке пленок в стеклопакет предпочтение должно отдаваться отражающим пленкам. При необходимости могут быть установлены и поглощающие пленки, но поглощение света не должно превышать 25 %. И обязательное условие – окрашенные пленки нужно устанавливать внутри стеклопакета на внешнее (обращенное к улице) стекло. Отвод тепла от которого излучением и конвекцией лучше, чем от внутреннего стекла и риск перегрева стеклопакета минимален.

Если строго следовать рекомендациям изготовителя при выборе пленок и выполнять требования пункта 3.12 «Руководства...» ЦНИИПромзданий» (см. выше), которое предписывает: «Теплопоглощающие стекла предусматривать только в наружном слое стеклопакетов», то никаких опасений, как у изготовителей, так и у потребителей стеклопакетов быть не должно.

В заключение следует отметить, что применение в конструкции стеклопакетов самоклеящихся пленок, ассортимент которых превышает 150 наименований, открывает широчайшие возможности как перед архитекторами и дизайнерами, так и покупателями стеклопакетов.

Авторы: Чесноков А.Г. (ОАО "Институт стекла", Москва), Злотопольский А.И. (ЗАО «Соларекс», Москва). Публикация от 2000 г.