

Новые стандарты СНГ на строительные стекла.

О.А. Емельянова, Е.А. Черемхина, А.Г. Чесноков (АО "ГИС", Москва, Россия)

За 1999-2000 годы в СНГ по предложению Госстроя России утверждены три Межгосударственных стандарта на стекло строительного назначения и изделия из него: ГОСТ 24866-99 "Стеклопакеты клееные строительного назначения. Технические условия", ГОСТ 30698-2000 "Стекло закаленное строительное. Технические условия", ГОСТ 30733-2000 "Стекло с низкоэмиссионным твердым покрытием. Технические условия".

В настоящее время разрабатываются новые стандарты – "Стеклопакеты клееные строительного назначения. Метод определения сопротивления климатическим воздействиям", "Стекло многослойное строительного назначения. Технические условия" и один стандарт пересматривается ГОСТ 111-90 "Стекло листовое. Технические условия". Все эти стандарты имеют существенные особенности по сравнению с Международными стандартами и национальными стандартами других стран.

Необходимость разработки выше перечисленных стандартов диктовалась тем, что в России, как и во всем мире, все больше и больше стали на рынке появляться различные виды строительных стекол и конструкций: стеклопакеты с различными свойствами (ударостойкие, энергосберегающие, солнцезащитные, морозостойкие, шумозащитные), закаленные стекла (сталинит, стемалит), стекла листовые с различными типами покрытий (твердые, мягкие), многослойные стекла. Нормативная же база на представленные виды стекол либо уже устарела, либо отсутствует совсем. А т.к. разрабатываются Государственные стандарты на новые виды строительных стекол, то соответственно возникает необходимость и в разработке стандартов на методы их испытаний.

При разработке новых Государственных стандартов в качестве отправной точки использовались стандарты СЕН и национальные стандарты других стран (Германии, Канады, Финляндии и др.), но при этом учитывались климатические условия и особенности использования определенных видов продукции в России. Разработанные и вновь разрабатываемые стандарты имеют принципиальные отличия от стандартов на аналогичную продукцию. Так можно подробно рассмотреть ГОСТ 24866-99 "Стеклопакеты клееные строительного назначения. Технические условия". В стандарте впервые введена классификация стеклопакетов в зависимости от назначения. Стеклопакеты подразделя-

ются на виды:

- общестроительного назначения;
- стеклопакеты строительного назначения со специальными свойствами:
 - ударостойкие;
 - энергосберегающие;
 - солнцезащитные;
 - морозостойкие;
 - шумозащитные.

Для всех видов стеклопакетов определен круг требований, которым они должны соответствовать, это показатели внешнего вида, предельные отклонения от геометрических размеров, отклонения от плоскостности, от прямолинейности кромок, требования к герметизирующим слоям. Кроме того, для каждого вида стеклопакетов определены только ему присущие характерные свойства. Так для ударостойких стеклопакетов определяется класс защиты, энергосберегающие стеклопакеты характеризуются более высоким сопротивлением теплопередачи, шумозащитные стеклопакеты имеют более высокую степень звукоизоляции, морозостойкие стеклопакеты имеют более низкую температуру точки росы, солнцезащитные стеклопакеты характеризуются коэффициентом общего пропускания солнечной энергии.

В связи с тем, что в ГОСТ 24866-99 введены морозостойкие стеклопакеты, то соответственно возникает необходимость контроля более низкой температуры точки росы – минус 55 °С. Все стеклопакеты, независимо от их вида, должны проходить испытания на долговечность или сопротивления климатическим воздействиям. Государственный стандарт на проведение таких испытаний в России отсутствовал. Существовали методики, различных организаций, занимающихся проведением таких испытаний. Но все они имели свои недостатки. И уже накопив достаточный опыт, проанализировав международный опыт, возникла необходимость в разработке государственного стандарта на определение сопротивления климатическим воздействиям.

При испытаниях на сопротивление климатическим воздействиям задается циклический режим, где температура изменяется от плюс 50 °С до минус 50 °С. При испытаниях морозостойких стеклопакетов циклический режим меняется от минус 60 °С до плюс 50 °С, таких температур испытаний нет ни в одном национальном, ни в Междуна-

родном стандартах.

В ГОСТ 30698-2000 "Стекло закаленное строительное. Технические условия" введены такие требования как механическая прочность закаленного стекла (удар стальным шаром массой 227 г. с различных высот в зависимости от толщины стекла, удар "мягким телом"), термостойкость стекла, что является важным показателем при применении закаленного стекла в строительстве, особенно если стекло тонированное или окрашенное в массу и что особенно важно, если учитывать климатические условия России (весенний период, когда происходит быстрая смена температур – сильное нагревание на солнце и резкое охлаждение).

Закаленное стекло, применяемое в строительстве, должно быть термостойким и выдерживать перепад температур не менее 120 °С. Это особенно важно при использовании в наружном остеклении стекол с коэффициентом поглощения более 25 %, когда стекло может разогреваться до температуры 90 °С. В этом случае рекомендуется использование закаленных стекол. Также для закаленного стекла важен такой показатель, как выдерживать удар "мягким телом" (мешок со свинцовой дробью массой 45 кг) с различных высот падения. Это особенно важно при остеклении выше второго этажа, во избежание случайного выпадения людей из окон.

Большое значение для закаленного стекла, как и для любого другого листового стекла, используемого в наружном остеклении, имеют оптические искажения стекла, видимые в проходящем свете. Оптические искажения могут возникать в процессе закалки, поэтому существует необходимость их регламентировать и затем контролировать этот параметр.

В современном строительстве применяется большая гамма стекол, которые обладают определенными свойствами. Это такие как: стекла с покрытием (низкоэмиссионные, пропускающие или отражающие солнечные лучи, пропускающие или отражающие ультрафиолет, инфракрасное излучение, радиоизлучение).

Особенно быстро развивается применение стекол с низкоэмиссионными покрытиями. В США за последние 10 лет применение стеклопакетов с низкоэмиссионными стеклами возросло с 10 до 40 % от всего объема продаваемых окон, в Западной Европе – с 15 до 90 %, в России – с 0 до 15-20 %. Такие успехи стран Западной Европы объясняются целенаправленной политикой правительств этих государств по энергосбережению

в зданиях и сооружениях (очень актуальный для России опыт, но это тема отдельного разговора). Это только один из примеров роста потребления стекол со специальными покрытиями, для каждого региона мира с учетом его климатических и других особенностей необходимы свои покрытия.

Большое разнообразие стекол с покрытием можно классифицировать по различным признакам:

- в зависимости от момента нанесения покрытий покрытия делятся на нанесенные в процессе производства стекла (на линии – on line) и вне процесса производства (вне линии – off line).

- в зависимости от стойкости покрытия к внешним воздействиям различают твердые покрытия, то есть покрытия, у которых стойкость к истиранию и химическая стойкость соответствуют стойкости стекла, и мягкие покрытия, которые не выдерживают агрессивных воздействий окружающей среды.

Низкоэмиссионные покрытия предназначены для снижения коэффициента эмиссии у стекла, что позволяет снизить потери тепла через остекление. Это пиролитические или твердые покрытия. Основным достоинством этих покрытий является их высокая стойкость к внешним воздействиям, что позволяет транспортировать, хранить, обрабатывать, эксплуатировать стекла с такими покрытиями, как обычное стекло.

Еще одним стандартом, разработанным за период с 1999 по 2000 г. явился ГОСТ 30733-2000 "Стекло с низкоэмиссионным твердым покрытием. Технические условия". В указанный стандарт введены дополнительно, по сравнению со стандартами СЕН, такие требования, как оптические искажения, влагостойкость стекла и химическая стойкость, остаточные напряжения в стекле.

Влагостойкость стекла определяется воздействием влаги и температуры в течение длительного периода времени на стекло, т.е. образцы стекла выдерживают при $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 2 часов.

Химическая стойкость стекла определяется по отношению к раствору соляной кислоты и раствору гидроксида натрия.

Работа над стандартами велась в тесном контакте с ведущими зарубежными фирмами и российскими специалистами. Так при разработке ГОСТ 24866-99 "Стеклопакеты клееные строительного назначения. Технические условия" активное участие приняла

фирма "Glastechnische Industrie Peter Lisec Ges.m.b.H", ведущий производитель оборудования для производства стеклопакетов. При разработке ГОСТ 30698-2000 "Стекло закаленное строительное. Технические условия" активное участие приняла фирма "Tamglass", ведущий производитель оборудования для производства закаленного стекла и она же сама и производит закаленное стекло.

При работе над проектом стандарта "Стеклопакеты клееные строительного назначения. Метод определения сопротивления климатическим воздействиям" были проанализированы, как действующие в России, так и аналогичные зарубежные методы; методики и программы, определения надежности (долговечности) стеклопакетов. Метод испытаний стеклопакетов на сопротивление климатическим воздействиям (надежность, долговечность) разработан на основе действующих зарубежных аналогичных методов, методик и программ, разработанных и применяемых в России. При разработке были использованы следующие документы:

1. Программа испытаний стеклопакетов клееных на надежность, разработанная АООТ "Институт стекла"
2. Программа испытаний стеклопакетов на надежность, разработанная ВНИИтехстройстекло
3. Методика испытания стеклопакетов на надежность, разработанная АО "Полимерстройматериалы"
4. NT Build 371 "Герметичные стеклопакеты: ускоренное старение"
5. CAN/CGSB-12.8-M.90 "Теплоизоляционные панели из стекла"
6. DIN 52344 "Испытание стекла; климатические испытания стеклопакетов"
7. RAL "Критерии контроля и качества"
8. СНиП 23-01-99 "Строительная климатология"

При разработке проекта государственного стандарта учитывались климатические факторы, которые воздействуют на стеклопакеты во время их эксплуатации. Важная роль отводится температурам, при которых эксплуатируются стеклопакеты. Если посмотреть на зарубежные стандарты, то самая низкая температура, при которой испытываются стеклопакеты – 32 °С (CAN/CGSB-12.8-M.90) и максимальная температура + 52 °С. По России абсолютная минимальная температура воздуха – 68 °С, абсолютная мак-

симальная температура воздуха + 45 °С.

Одним из основных эксплуатационных критериев стеклопакетов является точка росы. Поэтому точка росы контролируется до помещения стеклопакетов в камеру тепла и холода и после нее, при этом точка росы не должна изменяться.

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика различных методов, методик и программ испытаний стеклопакетов.

Таблица 2 Изменение температуры и давления в течение однонедельного испытательного цикла

| Дни | Изменение температуры | Изменение давления |
|-----|-----------------------|--------------------|
| 1-3 | -20 °С до +30 °С | ± 750 Па |
| 4-6 | -20 °С до +70 °С | ± 250 Па |
| 7 | -20 °С до +10 °С | ± 1500 Па |

Для оптимального выбора режимов проведения испытаний на сопротивление климатическим воздействиям были рассмотрены несколько регионов России с различными минимальными и максимальными температурами. Распределение температур приведено в таблице 3.

Таблица 1

| Этапы испытаний | Программа "ГИС" | ГОСТ 24866-89 | Методика испытаний АО "Полимерстрой-материалы" | DIN 52 344 | CAN/C GSB-12.8-M90 | RAL | NT Build 371 | Проект ГОСТ |
|--------------------------------------|-----------------|---------------|--|------------------------------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Температурный интервал испытаний, °С | -50 – +50 | +40 - +20 | -30 – +70 | -15 – +52 | -32 – +50 | +52 - +23 | -20 – +30 | -50 (-60) - +50 |
| Влажность, % | не более 60 | 95±3 | 95±5 | 100 ⁰ / ₋₅ | – | 100 | – | 95-100 |
| Циклы испытаний: | | | | | | | | |
| нагрев, °С | до +50 | до +40 | до +70 | До +53 | до + 50 | до +52 | до +30* | до +50 |
| выдержка | 1 час | 96 час. | 48 час. | 17 час. | 1,5 час. | 14 дней | (+70) | 1 час |
| охлаждение, °С | до –50 | до +20 | до –30 | до –15 | до –32 | +23 | до –20* | до –50 (- |
| выдержка | 1 час | 24 час. | 24 час. | 3 час. | 1 час. | 7 дней | 2 час. | 60) 1 час |
| облучение ультрафиолетом | – | – | 21 час. | 64 час. | – | – | не более 2000 час. | 100 час |
| орошение водой (выдержка в воде) | – | – | (3 час.) | – | 5 мин. | – | – | – |

Продолжение таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|-------------------------------|-------------------|----------------|-------------------------|
| вентилирование | – | – | – | – | 1 час. 25 мин. | – | – | – |
| Продолжительность цикла | 20 час. | 96 час. | 96 час. | 1 неделя | 4 час. | 14 дней | 1 неделя | 4,5 час. |
| Количество циклов | 10 | 4 | 1 цикл 3,5 условных года | ? | 320 | 1 | 10 | 200 |
| Точка росы до испытаний в камере | не выше -45°C | не выше -40°C | не ниже -40°C | – | контролируется | не контролируется | контролируется | не выше -45 (-55) |
| Точка росы после испытаний в камере | не выше -45°C | не выше -35°C | не выше -35°C | – | не выше -40°C | не контролируется | контролируется | не выше -45 (-55) |

* При изменении температуры в течение одного цикла испытаний (одна неделя) происходит и изменение давления в соответствии с требованиями таблице 2

Таблица 3

| Республика, край, область | Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,98 | Абсолютная минимальная температура воздуха, °С | Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,98 | Абсолютная максимальная температура воздуха, °С |
|---------------------------|--|--|---|---|
| Амурская область | - 46 | - 54 | 28,3 | 41 |
| Белгородская область | - 27 | -35 | 27,4 | 38 |
| Владимирская область | - 33 | - 48 | 26,8 | 37 |
| Иркутская область | - 56 | - 61 | 27,5 | 40 |
| Калининградская область | - 21 | - 8 | 24,7 | 36 |
| Республика Карелия | - 35 | - 54 | 24 | 36 |
| Московская область | - 32 | - 44 | 26,3 | 39 |
| Ульяновская область | - 36 | - 48 | 27,4 | 40 |
| Ханты-Мансийский АО | - 45 | - 55 | 25,4 | 35 |
| Ленинградская область | - 32 | - 51 | 24,6 | 36 |
| Волгоградская область | - 29 | - 49 | 32,5 | 45 |
| Республика Саха (Якутия) | - 61 | - 68 | 27,9 | 38 |

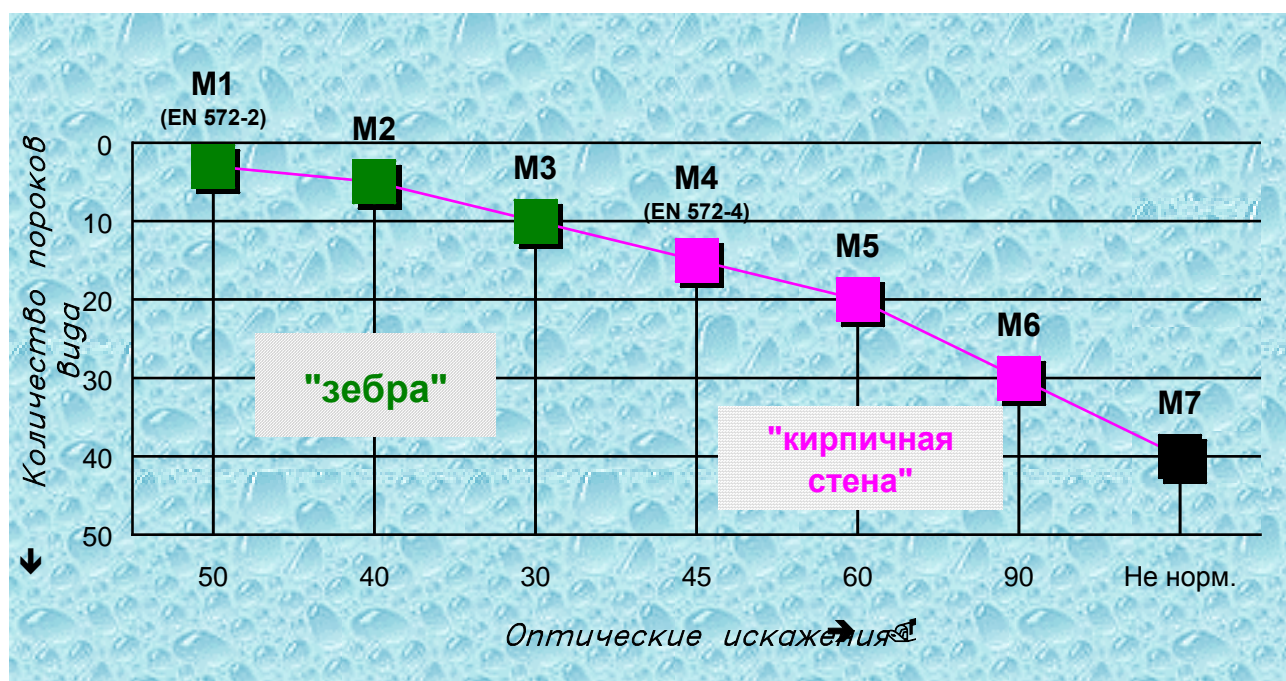
При испытании стеклопакетов в камере тепла и холода также проверяются на совместимость применяемые при производстве материалы и комплектующие изделия.

Требования к листовому стеклу регламентирует ГОСТ 111, по которому допускается изготавливать как готовую продукцию, так и полуфабрикаты, предназначенные для дальнейшей переработки и который в зависимости от качества и рекомендуемой области применения подразделяет листовое стекло на восемь марок. Так как этот стандарт был разработан в конце 80-х годов и введен в действие в 1990 году, многие его положения устарели и не соответствуют современным требованиям, в частности:

- не обосновано деление стекла на марки в зависимости от толщины ($M_1 - M_6$ – от 2,0 до 6,0 мм, M_7, M_8 – от 6,5 до 12,0 мм);
- рекомендуемая область применения для различных марок стекла не соответствует действительности;
- диапазон толщин и максимальные размеры стекла не охватывают всех видов выпускаемой в настоящее время продукции;
- многие характеристики листового стекла не соответствуют требованиям нормативных документов на изделия, изготавливаемые из него.

В связи с тем, что стала очевидной необходимость пересмотра требований ГОСТ 111, ОАО "Институт стекла" по поручению Госстроя России провел работу по изучению и анализу современных требований к листовому стеклу, заложенных в российских и зарубежных нормативных документах, а также реальных показателей качества листового стекла, представленного на российском рынке. В частности, были проанализированы: европейский стандарт EN 572:1994 "Стекло в строительстве. Базовые продукты из натрий – кальций – силикатного стекла": часть 1 "Определения и основные физические и механические свойства", часть 2 "Флоат-стекло", часть 4 "Стекло листовое тянутое"; ГОСТ 24866-99 "Стеклопакеты клееные строительного назначения. Технические условия"; ГОСТ 30698-2000 "Стекло закаленное строительное. Технические условия"; ГОСТ Р 51136-98 "Стекла защитные многослойные. Общие технические условия" и ряд других документов, а также протоколы испытаний и заключения экспертиз, проводившихся испытательным центром "Стекло" АО "ГИС" за период с 1993 по 2000 гг., и материалы по проверкам производства и качества выпускаемой продукции, проводившимся Центральным органом по сертификации в области строительства в рамках работ по сертификации продукции российских и зарубежных стекольных заводов в 1995 – 2000 гг.

С учетом выводов, сделанных на основании проведенной исследовательской работы, АО "ГИС" была разработана первая редакция проекта нового российского стандарта на листовое стекло. В данном проекте (в отличие от EN 572) нет классификации листового стекла по способу его изготовления ("флоат" или тянутое). Стекло подразделяется на марки только в зависимости от его качества, а именно: величины оптических искажений, видов и количества допускаемых пороков внешнего вида. Всего предполагается ввести семь марок (см. рисунок).



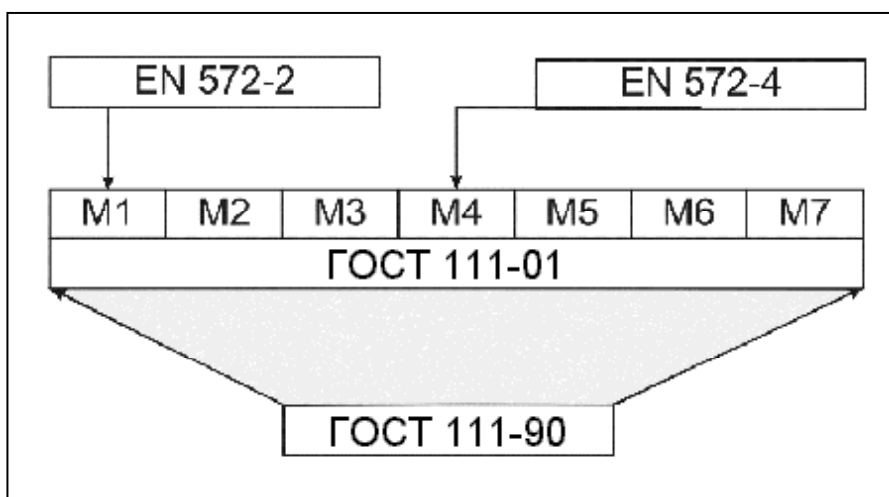
По своим характеристикам марка M_1 соответствует требованиям EN 572-2, марка M_4 – EN 572-4. Остальные марки являются промежуточными, с более низкими требованиями, а для марки M_7 требования к оптическим искажениям и порокам внешнего вида вообще не регламентируются (кроме требований к разрушающим порокам). Таким образом, требования к листовому стеклу в проекте стандарта дифференцируются, чтобы каждый производитель стекла мог найти свою нишу, а каждый потребитель мог выбрать стекло, наиболее удовлетворяющее его по цене и по качеству.

При подготовке проекта стандарта разработчики руководствовались принципом, что государственный стандарт на листовое стекло является основным документом, предназначенным для обеспечения высокого уровня качества листового стекла на российском рынке, и поэтому старались заложить в проект оптимальные требования к качеству стекла, исходя из их важности для потребителей и возможностей изготовителей.

Стекло безопасное при эксплуатации подразделяется на шесть классов защиты - $SM1$, $SM2$, $SM3$, $ST1$, $ST2$, $ST3$. Первые три класса относятся к безопасным стеклам при испытании так называемым "мягким телом" (кожаный мешок, заполненный свинцовой дробью, весом 45 кг). Последующие три класса относятся к безопасным стеклам при испытании так называемым "твердым телом" (стальная пустотелая груша, весом 4,9 кг).

В последнее время все больше стекло безопасное используют в остеклении светопрозрачных конструкций, внутренних перегородок в зданиях и сооружениях.

Стекло безопасное к воздействию человека подразделяется на ударостойкое стекло и стекло устойчивое к пробиванию.



Ударостойкое стекло подразделяется на три класса защиты - А1, А2, А3. Ударостойкому стеклу присваивают определенный класс защиты после испытаний стекла падающим шаром массой 4,11 кг с различных высот: А1 - с высоты 3,5 м, А2 - 6,5 м, А3 - 9,5 м. При этом на стекло воздействует различная энергия удара.

Стекло устойчивое к пробиванию также подразделяется на три класса защиты - Б1, Б2, Б3. Каждому классу защиты соответствует определенное количество ударов обухом топора и лезвием топора. При этом для класса защиты Б1 их должно быть от 30 до 50 ударов, для Б2 - от 51 до 70 ударов, для Б3 - свыше 71 удара.

В качестве ударостойких стекол используют многослойные стекла. Многослойные стекла - это или одно листовое стекло с нанесенной на него защитной пленкой или несколько листовых стекол соединенных между собой защитной пленкой или полимерной фотоотверждаемой композицией. Толщина многослойных стекол может быть от 4 до 100 мм. Многослойное стекло, как и обычное листовое стекло при нанесении по нему удара будет разрушаться. Но его основная задача - препятствовать проникновению человека в защищаемое помещение и длительно противостоять взлому.

Пулестойкое стекло в зависимости от вида используемого огнестрельного оружия и характеристики поражающего элемента (пули) подразделяется на шесть классов защиты. При применении различных видов оружия (пистолет, автомат, винтовка) используют многослойное стекло различной толщины. Так для защиты от пистолета толщина многослойного стекла - может быть от 15 до 18 мм, для защиты от автомата толщина многослойного стекла - колеблется от 28 до 42 мм. Толщина многослойного стекла зависит от вида применяемой защитной пленки и фотоотверждаемой композиции.

Стекло устойчивое к взрыву в зависимости от максимального избыточного давления отраженной взрывной волны подразделяется на три класса: E_1 , E_2 , E_3 . Класс E_1 выдерживает максимального избыточного давления отраженной взрывной волны $(0,5 \pm 0,025) \cdot 10^5$ Па, класс E_2 - $(1,0 \pm 0,05) \cdot 10^5$ Па, класс E_3 - $(2,0 \pm 0,1) \cdot 10^5$ Па. В качестве стекол, устойчивых к взрыву используют многослойные стекла.