

Новиков И. А., канд. техн. наук, доц.,
Кудинов Д. В., аспирант,
Боцман А. Н., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

СПОСОБЫ ИСПЫТАНИЙ МНОГОСЛОЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТЕКЛА НА УДАРОСТОЙКОСТЬ

ooows@mail.ru

Важным направлением развития стекольной промышленности является совершенствование технологии и оборудования для производства изделий из стекла и создания новых видов продукции. Одним из важных потребительских качеств данных изделий является их способность защищать человека от агрессивных внешних воздействий, которая обуславливается их повышенной прочностью. В статье рассмотрены различные виды прочностных испытаний многослойных изделий из стекла.

Ключевые слова: многослойные изделия из стекла, триплекс, испытания, оборудование.

В настоящее время существует множество видов многослойных изделий из стекла. Основными из них являются: различные виды триплекса; стекло защитное многослойное, которое в свою очередь подразделяется на ударостойкое стекло, устойчивое к пробиванию стекло и пулестойкое стекло (рис. 1.) [3].



Рис. 1. Многослойные стекла

При строительстве зданий и создании различных видов транспорта широкое распространение имеют строительный и автомобильный триплекс, а также ударостойкое стекло. Одним из важных потребительских качеств данных изделий является их способность защищать человека от агрессивных внешних воздействий, которая обуславливается их повышенной прочностью [5]. Испытания на прочность регламентированы в соответствии с ГОСТ 27903-88, ГОСТ 30826-2001, ГОСТ Р 51136-2008. Подобные испытания проводятся различными способами [1,2].

Испытания на устойчивость к пробиванию.

Сущность метода состоит в определении стойкости многослойного стекла к многократным механическим ударам с фиксированными характеристиками, наносимым по атакуемой при эксплуатации стороне испытываемого стекла.

Испытания проводят на трех образцах размером 1100×900 мм, не имеющих пороков внешнего вида, вырезанных из многослойного стекла или изготовленных по той же технологии.

Оборудование состоит из установки для нанесения ударов молотком (топором) (рис.2, а) и устройства для фиксации образца, по которому наносятся удары (рис. 2, б).

Установка должна быть сконструирована таким образом, чтобы масса подвижных деталей при каждом ударе достигала энергии удара E_1 или E_2 не менее приведенной в таблице 1.

Таблица 1

Требования, предъявляемые к энергии удара

| Класс защиты | Удары молотком | | Удары топором | | Суммарное число ударов |
|--------------|--|---------------------------------------|--|-------------------------------------|------------------------|
| | Скорость удара V_1 , м/с, $\pm 0,25$ | Энергия удара* E_1 , Дж, $\pm 17,5$ | Скорость удара V_2 , м/с, $\pm 0,22$ | Энергия удара* E_2 , Дж, ± 15 | |
| PВ6 | 12,5 | 350 | 11,0 | 300 | От 30 до 50 включ. |
| PВ7 | 12,5 | 350 | 11,0 | 300 | Св. 50 до 70 включ. |
| PВ8 | 12,5 | 350 | 11,0 | 300 | Св. 70 |

Испытание многослойного стекла, безопасного при эксплуатации.

Сущность метода состоит в определении стойкости многослойного стекла к ударам мягким телом.

Испытания проводят на трех образцах размером 1100×900 мм, не имеющих пороков внешнего вида, вырезанных из многослойного стекла или изготовленных по той же технологии. Перед испытанием каждый образец должен быть выдержан при температуре окружающей среды в течение 12 ч.

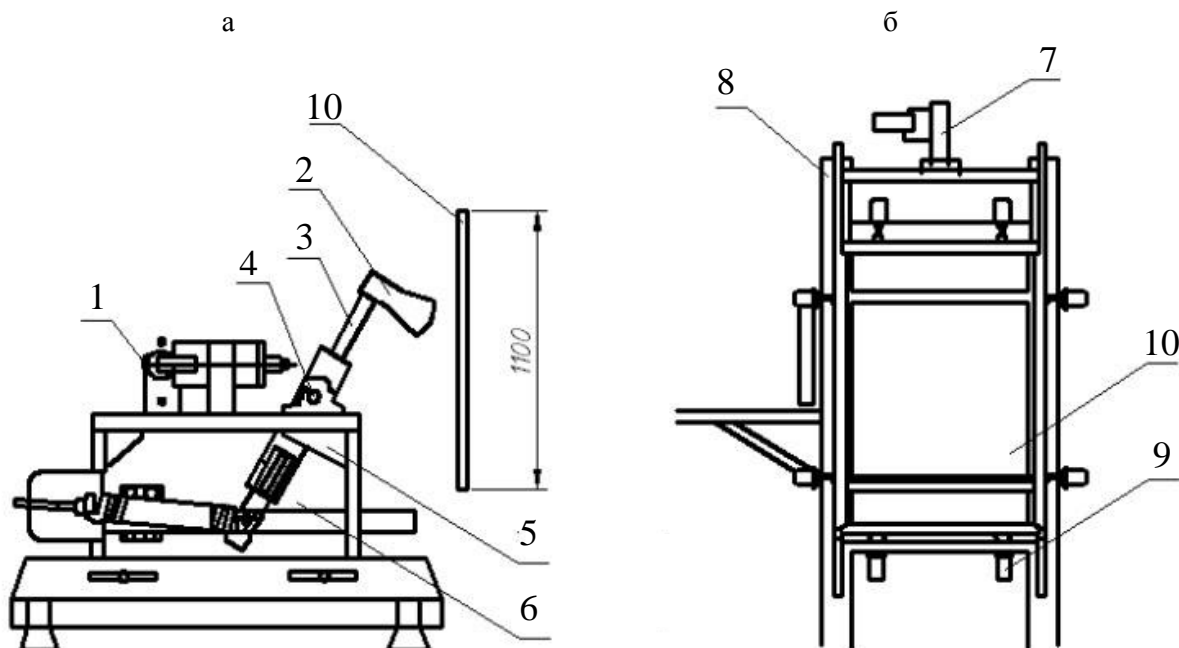


Рис. 2. (а) установка для нанесения ударов молотком (топором)
(б) устройство для фиксации образца

1 – высвобождающий механизм; 2 – головка топора; 3 – рукоятка; 4 – ось вращения; 5 – зажимное приспособление; 6 – натяжная пружина; 7 – регулятор высоты; 8 – зажимная рама; 9 – пневматические зажимы; 10 – испытываемый образец

Оборудование, поддерживающее испытываемый образец должно быть закреплено неподвижно в вертикальном положении. Мешок должен быть подвешен на креплении таким образом, чтобы область максимального диаметра мешка в спокойном состоянии находилась на расстоянии не более 10 мм от поверхности образца и на расстоянии не более 50 мм от центра образца (рис. 3). Высота подвеса мешка - не менее 2500 мм.

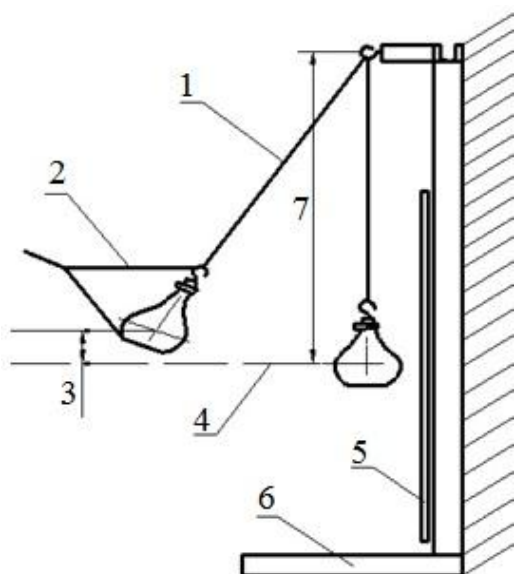


Рис. 3. Оборудование для испытания многослойного стекла, безопасного при эксплуатации
1 – стальной трос диаметром 2,5 – 4мм; 2 – уздечка для подъема мешка; 3 – высота падения мешка; 4 – центр образца; 5 – испытываемый образец, закрепленный в стенде; 6 – опора; 7 – высота подвеса

Образец должен быть закреплен так, чтобы перед ударом область зажатия по каждому краю составляла не менее 25 мм.

Удар по каждому образцу должен быть только один. Удар производят по центру образца, мешок при этом описывает дугу, падая с высоты, указанной в таблице 2, двигаясь по направлению центральной горизонтальной оси поверхности образца.

Таблица 2

Требования для проведения испытания

| Класс защиты | Высота падения мешка, мм | Масса мешка, кг |
|--------------|--------------------------|-----------------|
| СМ 1 | 300 | 45 |
| СМ 2 | 700 | |
| СМ 3 | 1200 | |
| СМ 4 | 2000 | |

Испытания на ударостойкость

Ударостойкое стекло должно противостоять воздействию ударов с характеристиками, указанными в таблице 3 в зависимости от классов защиты. Испытания на ударостойкость стекла проводят на специальном оборудовании, обеспечивающем воздействие на образец одиночными ударами свободнопадающего стального шара массой 4,11 кг с высоты указанной в таблице 3.

Таблица 3

Классификация ударостойкого стекла

| Класс защиты-стекла | Высота падения шара, м | Энергия удара, Дж (кгс×м) |
|---------------------|------------------------|---------------------------|
| A1 | 3,5 | 141(14,1) |
| A2 | 6,5 | 262(26,2) |
| A3 | 9,5 | 382(38,2) |

Испытания проводят при нормальных условиях на трех образцах стекол размером 100×800 мм. Образец жестко закрепляют в стальной раме резиновыми прокладками (рис. 4). Шар сбрасывают три раза с заданной высоты в вершины равностороннего треугольника [6]. После каждого удара оценивают характер разрушения. Осколки образца, образовавшиеся в процессе испытаний, удаляют после каждого удара. Стекло считают выдержавшим испытания, если на всех трех образцах шар после третьего удара оставался на поверхности образца. Допускается по явление в образце сквозного отверстия при условии задержания шара на поверхности образца.

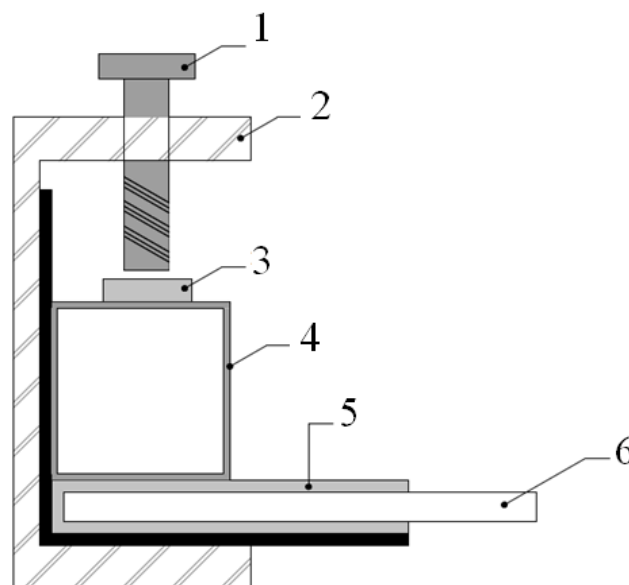


Рис. 4. Разрез рамы с резиновыми прокладками
1 – болт высотой 38 мм; 2 – швейлер №8; 3 – резиновая прокладка (высота 4 мм);
4 – стальной профиль 30х30; 5 – резиновая подложка;
6 – образец стекла

Для обеспечения точности направления движения шара установка оборудована направляющими – центрирующими трубами, обеспечивающими сброс шара с трех высот (рис. 5).

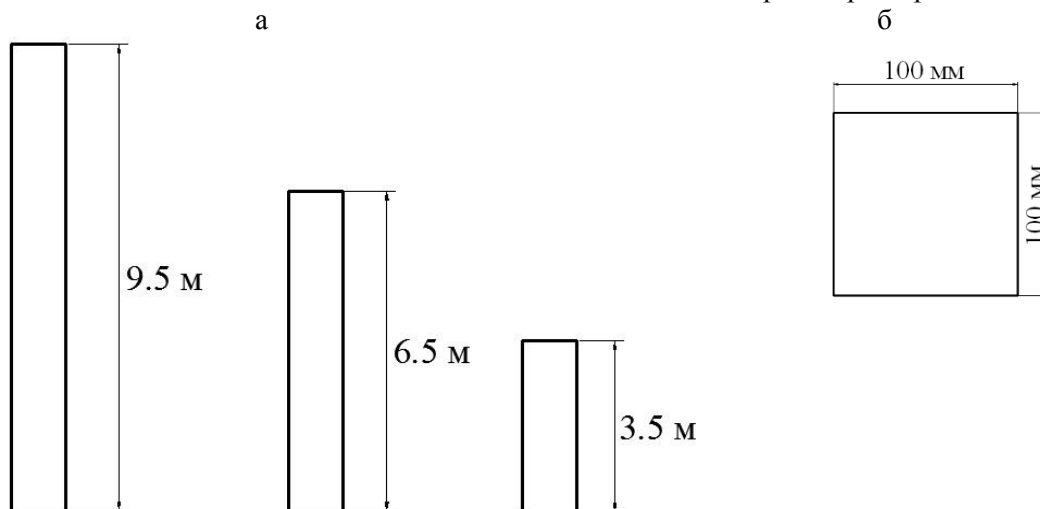


Рис. 5. (а) высота центрирующих труб;
(б) размеры профиля центрирующих труб

Выставление труб при монтаже проводят по лучу лазера. Трубы на всех уровнях сброса оборудуют заслонками, которые перед началом испытаний должны быть закрыты, что исключает сброс шара и иных предметов. При проведении испытаний на требуемом уровне сброса устанавливают сбрасыватель шара, который представляет собой электромагнит с профилированным под шар сердечником диаметром 100 мм и блок питания. На электромагнит должно подаваться напряжение не более 36 В. Применение электромагнита обеспечивает сброс шара вертикально без дополнительного импульса только за счет силы

тяжести [6].

На сегодняшний день наибольшим спросом из всех перечисленных видов многослойных изделий из стекла пользуются ударостойкие стекла. Однако из всех перечисленных способов испытания многослойных изделий из стекла на прочность, испытание на ударостойкость является самым сложным и неудобным способом. Это, прежде всего, связано с особенностью конструкции испытательной установки и технологией проведения испытания.

Авторы статьи предлагают усовершенствованную установку для проведения испытаний на

ударостойкость. Схема установки изображена на рисунке 6.

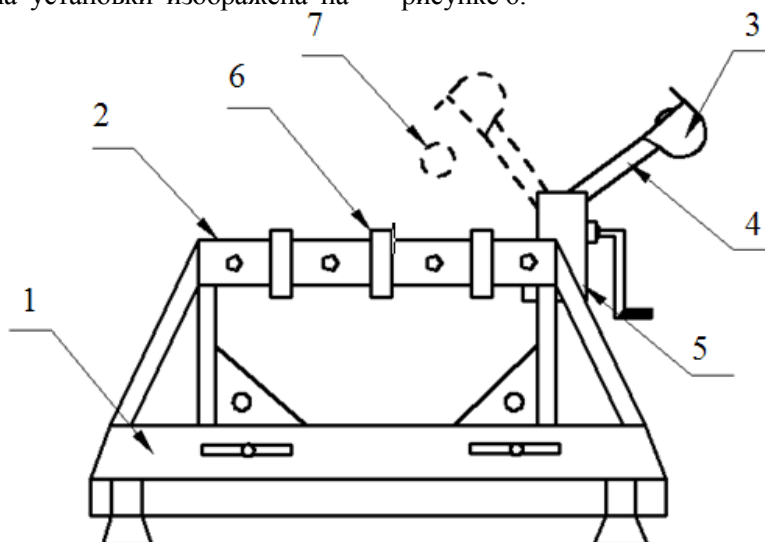


Рис. 6. Схема предлагаемой установки

1 – опора; 2 – образец, закрепленный в стальной раме размером 1100×800 мм;
3 – ковш; 4 – плечо; 5 – корпус пускового механизма; 6 – стальной швеллер (удерживающее устройство); 7 – стальной шар (диаметр 100 мм, вес 4,11 кг)

По сравнению со стандартной установкой, усовершенствованная, обеспечивает прежде всего технологичность использования, более высокую точность воздействия ударного тела на образец и минимальную величину погрешностей, связанных с сопротивлением воздуха и трением поверхностей. При условии прохождения сертификационных испытаний, данную установку можно будет широко применять в стекольной промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 51136-2008 Стекла защитные многослойные. Общие технические условия, М.: Стандартиформ, 2008.
2. ГОСТ 111-2001 Стекло листовое. Технические условия, М.: ГУП ЦПП, 2002.

3. Безопасное стекло / И.А. Новиков. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. 104 с.

4. Технологические комплексы и механическое оборудование предприятий строительной индустрии / учебник для студентов, обучающихся по направлению 270101 «Строительство» / В. С. Богданов, С. Б. Булгаков, А. С. Ильин, А. Ю. Крот. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008.

5. Использование стекла и изделий из него в современном строительстве / Н. И. Минько, А. Б. Аткарская, С. А. Кеменов. / Строительные материалы. 2008. № 10. С. 91-95..

6. Разрушение стекла / С.С. Солнцев, Е.М. Морозов. М.: Машиностроение. 1978. 152 с.