

$$f_d = f_s \left(1 + \frac{u_d \cos \varphi}{v_s} \right), \quad (1)$$

где f_d и f_s - частоты звука регистрируемого приемником и создаваемого источником соответственно.

Из (1) следует, что:

- эффект Доплера является линейным эффектом;
- в случае продольного эффекта Доплера $f_d > f_s$ при $\varphi=0$ и $f_d < f_s$ при $\varphi=\pi$, и различие между частотами f_d и f_s определяется только скоростями звука v_s и движения приемника u_d ;
- при $\varphi=\pi/2$ $f_d=f_s$, т.е., что поперечного эффекта Доплера в акустике не существует.

Строгий подход к рассматриваемому случаю эффекта Доплера в акустике дает другую формулу, которая имеет вид

$$f_s = \frac{f_d}{1 - \frac{l f_d}{v_s} \left(\sqrt{1 + (u_d / l f_d)^2} - 2(u_d / l f_d) \cos \varphi - 1 \right)}. \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что:

- эффект Доплера в общем случае является нелинейным эффектом; различие между частотами f_d и f_s определяется скоростями v_s , u_d и расстоянием между источником и приемником l ;
- в частном случае продольного движения (при $\varphi=0$ и $\varphi=\pi$) эффект Доплера является линейным;
- при $\varphi=\pi/2$ и движении приемника с любой скоростью $u_d \neq 0$ $f_d < f_s$ - в акустике имеет место поперечный эффект Доплера.

УДК 691.615.1

Стекло ударостойкое, методика определения прочностных характеристик ударостойкого стекла

Лапицкий А. Е., Марщак И. В.

Белорусский национальный технический университет

Для остекления зданий учреждений банков, специальных транспортных средств, а также других объектов, требующих повышенных прочностных характеристик светопрозрачных заполнений, используются ударостойкое стекло.

Ударостойкое стекло должно выдерживать удары твердым предметом (телом), наносимые с определенной энергией, не разрушаясь.

Ударостойкие стекла делятся на классы стойкости к удару, т.е. они должны выдерживать установленные величины динамических нагрузок с заданной энергией удара.

Сущность метода определения ударостойких характеристик стекла заключается в определении минимальной механической прочности при сбрасывании на него стального шара установленной массы с заданной высоты.

Воздействия на стекло при испытаниях проводятся на образцах ударостойкого стекла размером (1100×900) мм, закрепленного в зажимной подставке, выполненной в виде стальной сварной конструкции, обеспечивающей зажим стекла по периметру с шириной прижима от края (30±5) мм.

На поверхности закрепленного ударопрочного стекла посередине (точка пересечения диагоналей) размечаются предполагаемые точки удара шаром, которые должны образовать равносторонний треугольник со сторонами 130 мм.

На устройстве для сбрасывания стального шара устанавливается высота сбрасывания для соответствующего класса согласно таблицы 1.

Таблица 1. Условия проведения испытаний стекла на стойкость к удару

Класс стойкости к удару	Масса шара, кг	Диаметр шара, мм	Высота падения, мм	Энергия удара шаром, Дж (Н·м)
A0	2,26 ± 0,02	82	4000	87 ± 1,5
A1	4,11 ± 0,04	100	3500	138 ± 2,0
A2	4,11 ± 0,04	100	6500	260 ± 2,0
A3	4,11 ± 0,04	100	9500	380 ± 2,0

Испытанию подвергаются три образца ударостойкого стекла. Шар сбрасывают на каждый образец с высоты согласно таблицы 1 три раза, при этом точки удара не должны отклоняться от предполагаемых (размеченных) точек более чем на 20 мм. После каждого удара шара с поверхности образца стекла удаляются образующиеся осколки.

Образцы ударостойкого стекла считаются выдержавшими испытания и соответствующим классу, если ни один из них не пробит шаром насквозь. После удара шаром допускаются разрывы в составляющих структурах образца стекла, при этом стальной шар не должен упасть на основание подставки, а должен находиться на поверхности закрепленного образца стекла не менее 10 с.