

*В. М. Данилов, Т. И. Горохов, А. И. Чеканов, М. А. Попов**

ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ НАПРЯЖЕНИЯ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА ПРИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Органическое стекло (полиметилметакрилат) или известное в других странах как акрил или плексиглас – это синтетический материал, представляющий виниловый полимер метилметакрилата. Листовое акриловое (органическое) стекло представляет собой прозрачные, светонепроницаемые или светорассеивающие с разной степенью светопропускания листы (рис. 1) с идеально глянцевой поверхностью с обеих сторон толщиной от 1,5 до 25 мм.

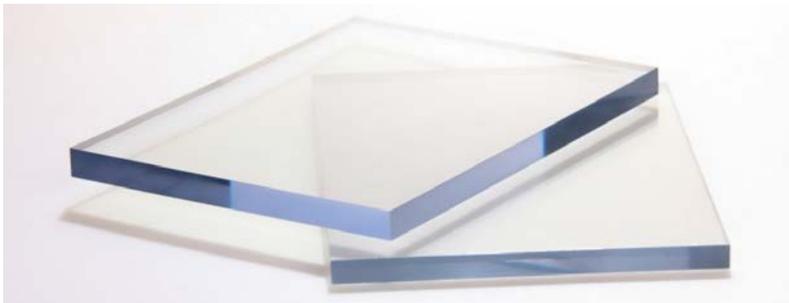


Рис. 1. Органическое стекло (оргстекло)

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Ерофеева.

Листы оргстекла окрашиваются «в массу», т.е. в самом начале производства, на этапе работы с жидким мономером метилметакрилата. Цветовая гамма поставляемых листов в большинстве своем не ограничивается. Одна из плоскостей листа может быть как рифленой, так и иметь антибликовую обработку.

Ввиду того, что органическое стекло полностью состоит из термoplastичной смолы, то и химический состав такого стекла у любого производителя будет идентичен. Но различия все же есть и порой существенные. Благодаря различным добавкам стандартные листы оргстекла могут получать дополнительные свойства. Это может быть теплостойкие, светорассеивающие или светопропускающие, шумозащитные и наиболее привлекающий параметр – ударопрочность, преобладающий проявления вандализма.

Говоря о производстве оргстекла, традиционными методами являются: экструзионный и литьевой. Физические свойства при применении этих двух методов практически идентичны как по качеству, так и по стойкости.

Различия касаются термических и химических свойств. Также существенным различием является область применения отдельного вида производства. Так литьевой метод предполагает местное, или нерегулярное, производство, тогда как экструзионный ориентирован на поточное производство [1]. Для проведения опытов был принят материал оргстекла марки Plazcrgyl Super R7600. Производство этого материала ведется экструзионным методом.

На сегодняшний день оргстекло чрезвычайно популярный пластик и применяется во всех сферах человеческой деятельности. Это строительство, авиация, автомобилестроение, промышленность и много другое. Весомыми преимуществами обычно называют: слабую теплопроводность, сильную светопропускаемость, ударопрочность, более легкий вес, по сравнению со стандартным стеклом, влагоустойчивость, легкость обработки, и экологическая чистота. Недостатками можно назвать: легковоспламеняемость, склонность к поверхностным повреждениям, выделение при пиролизе вредного мономера метилметакрилата [2].

В проектировании строительных конструкций одним из важнейших параметров является долговечность, которая складывается из многих факторов, но главным является долговечность самого материала. Для подавляющего большинства материалов в строительстве проявляется зависимость прочности от температурно-временного эффекта.



Рис. 2. Образец для проведения опытов

Таким образом, основной задачей работы является выявление влияния величины напряжения на долговечность органического стекла при температуре 30 °С. В ходе работы было подвергнуто разрушению 36 образцов сплошного сечения оргстекла Plazcryl Super R7600, при постоянной температуре в 30 градусов по шкале Цельсия.

Образцы испытуемого материала в плане имеют прямоугольную форму (рис. 2). Размеры: $L_0 = 120$ мм – длина образца; $h = 3$ мм – высота образца; $b = 15$ мм – ширина образца. Данный материал не проявляет явных анизотропных свойств, поэтому плоскость нагружения не имеет критической разницы, но в нашем случае образец будет в горизонтальной плоскости.

Для проведения испытаний на поперечный изгиб и разрушение использовался шестипозиционный стенд (рис. 3). Данный стенд состоит из рамы 1, которая выполнена из уголков. На опорной площадке рамы 2 установлены две роликовые опоры на расстоянии друг от друга равным пролету балки (100 мм). Образец 4 помещается на роликовые опоры и нагружается с помощью грузового устройства.

Для устранения механических колебаний при разрушении образцов использовалось демпфирующее устройство – емкость, заполненная песком.

Все испытания на разрушение поперечным изгибом, как уже отмечалось ранее, проводились при постоянной температуре (30 °С) в два этапа. Перед испытанием образцы так же должны иметь ту же температуру, для чего им необходимо провести в помещении несколько часов, до достижения требуемой температуры.

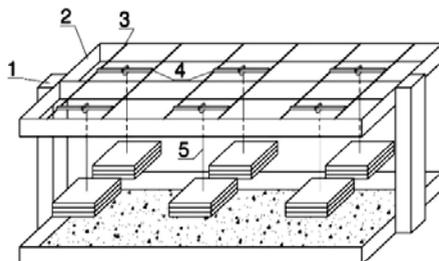


Рис. 3. Шестипозиционный стенд для проведения опытов

На первом этапе необходимо было определить разрушающее напряжение. Для этого 6 образцов помещались на испытательную секцию установки и ступенчато нагружались до полного разрушения. В процессе экспериментов фиксировалась максимальная разрушающая нагрузка, выдерживаемая материалом. Разрушающие напряжения образцов определялись по формуле:

$$\sigma_p = \frac{M}{W} = \frac{1500P}{bh^2}. \quad (1)$$

За конечный результат принимались среднее арифметическое значение напряжения 6 образцов, испытанных в идентичных условиях.

Разрушающая нагрузка определялась по формуле:

$$P = \frac{\sigma_i h^2 b}{1500}. \quad (2)$$

Вторая часть экспериментов была направлена на определение долговечности, для чего фиксировалось время от момента начала нагружения неразрушающей нагрузкой (которая задавалась с понижающим коэффициентом от разрушающей) до разрушения образца.

В экспериментальных условиях для получения одной точки испытывались 6 образцов. Прямая в координатах $\lg t - \sigma$, приведенная на рис. 4, строилась по 5 точкам (5 ступеней нагружения при фиксированной температуре $t = 30^\circ\text{C}$).

По итогам проведенных испытаний была определена конкретная зависимость разрушения сплошных балок при длительной нагрузке во времени при постоянной температуре в 30°C , которая имеет линейный вид: $\sigma = -3,11\lg t + 80,71$.

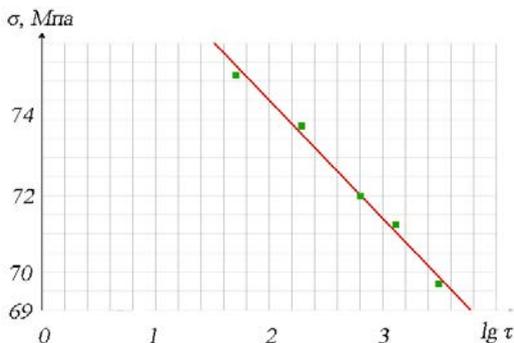


Рис. 4. График аппроксимирующей прямой

По графику видно, как уменьшение критической нагрузки влияет на длительность разрушения балок сплошного сечения, т.е. по данному графику можно определить долговечность материала при постоянной температуре в 30 °С. Так, можно сказать, что для конкретной марки оргстекла, принятой в данной работе, снижение воздействия разрушающего напряжения с 5 до 12% увеличит срок службы материала примерно в два раза. Достоверность полученных экспериментом результатов обеспечена отсутствием ошибок в подготовке образцов, размеры которых приняты с допустимой погрешностью, а также ошибок в проведении самого испытания. Коэффициент корреляции R составляет 0,9893, что говорит об адекватности проведенной аппроксимации.

Список литературы

1. **Рассел, Джесси** Органическое стекло / Джесси Рассел. – М. : Книга по Требованию, 2012. – 899 с.
2. **Гудинов, М. М.** Органическое стекло / М. М. Гудинов, Б. В. Перов. – М. : Химия, 1981. – 560 с.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»