

УДК 624.014 : 620.193

Ж.Н.ВОЙТОВА, канд. техн. наук, И.В.МОРОЗОВ

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка*

## **РАСЧЕТ ПОЛИКАРБОНАТНЫХ ПАНЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ И МОДУЛЯ УПРУГОСТИ**

Рассматриваются вопросы методического подхода к расчету поликарбонатных двухслойных панелей, которые наиболее часто используются в ограждающих конструкциях покрытий зданий и сооружений, с учетом изменения прочностных свойств в процессе эксплуатации.

Розглядаються питання методичного підходу до розрахунку полікарбонатних двохшарових панелей, які найчастіше використовуються в огорожуючих конструкціях покриття будинків і споруд, з урахуванням зміни міцнісних властивостей у процесі експлуатації

Questions of the methodical approach to calculation polycarbonates two-layer panels which most are frequently used in protecting designs of coverings of buildings and constructions are considered, in view of change durability properties while in service.

*Ключевые слова:* двухслойные поликарбонатные панели, методика расчета конструкционных пластиков, второе предельное состояние, коэффициент изменения механических свойств, срок службы.

В последние годы спрос на ограждающие конструкции из поликарбонатных панелей постоянно растет: появляются новые конструкции зданий общественных павильонов, зимних садов, бассейнов, остановок, аквапарков и т.п. Простота монтажа и хорошие физико-механические характеристики поликарбоната успешно используются при выборе ограждающих конструкций покрытий зданий, сооружений и малых архитектурных форм. Опыт применения поликарбонатных панелей свидетельствует о том, что ограждающим конструкциям из поликарбоната, в некоторых случаях пока нет альтернативы.

Наиболее часто в ограждающих конструкциях применяют поликарбонатные двухслойные плиты, которые обеспечивают не только отличные теплотехнические характеристики помещения, но и обладают требуемой светопропускающей способностью (рис.1).

Проблема повышения эксплуатационной надежности ограждающих комбинированных конструкций с применением поликарбонатных панелей связана в основном с обеспечением прочности, заложенной на стадии разработки проекта [1]. В свою очередь, надо отметить, что вопросы предотвращения наступления предельного состояния конструкционного пластика требуют разработки научно обоснованных методов расчета прочностных характеристик поликарбонатных панелей с учетом его высокой деформативности.

Наиболее характерными повреждениями поликарбонатных панелей, появляющимися в процессе эксплуатации, являются прогибы и деформации, которые снижают запас прочности всей конструкции и, как следствие, ведут к возможным последствиям второго предельного состояния даже при незначительных показателях деформаций конструктивной формы.

Статья посвящена рассмотрению вопросов методики расчета поликарбонатных панелей по второму предельному состоянию с учетом изменения прочностных характеристик и нарастающих деформаций в процессе эксплуатации.

В соответствии со СТ СЭВ 5060-85 [2] п.7.1, расчет конструкций с использованием пластика по предельным состояниям второй группы при всех возможных сочетаниях нагрузок и воздействий (включая напряжения и деформации от изменения температуры, влажности, факторов окружающей среды или от технологических процессов при эксплуатации) следует выполнять из условия, что в течение всего расчетного срока службы значения прогибов, поворотов, осадок и амплитуд колебаний и других перемещений не будут превышать предельных нормативных значений [2, 3].

Расчет прочности поликарбонатной плиты по нормальным сечениям, перпендикулярным направлению пустот, выполняется для приведенного двутаврового сечения [4] (рис.2).

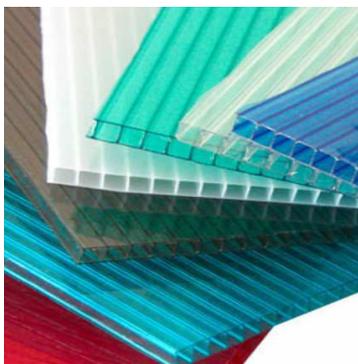


Рис.1 – Поликарбонатные двухслойные плиты

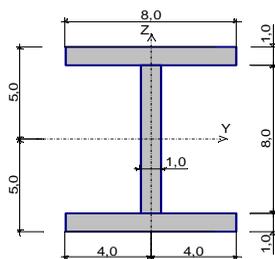


Рис.2 – Расчетная схема для расчета прочности на изгиб

Предел прочности и модуль упругости при статическом изгибе (конструкции покрытия наиболее часто работают именно на такие нагрузки) определяют по стандартной методике (ГОСТ 9550-71 и ГОСТ 4648-71) с использованием общеизвестных формул:

$$\sigma_{изз} = \frac{M}{W_{нт}}; \quad (1)$$

$$E = \frac{5q_n l^4}{384I_x f}, \quad (2)$$

где  $f$  – прогиб (см) при соответствующем загрузении  $q_n$  (кн/м);  $W_{нт}$  – момент сопротивления нетто (см<sup>3</sup>);  $M$  – изгибающий момент (кНм);  $l$  – расчетный пролет (м);  $I_x$  – момент инерции сечения элемента (см<sup>4</sup>).

Однако на основании анализа проблемы можно отметить, что в данных формулах никак не учитывается изменение прочностных свойств, вызванное процессами старения конструкционного поликарбоната.

Большинство строительных конструкционных пластиков при проявлении процессов старения способны выполнять свои функции еще длительное время, а использование современных методов моделирования и расчета с помощью современных программных комплексов позволит избежать неоправданного повышения материалоемкости [5].

Проведенные в лаборатории Донбасской национальной академии строительства и архитектуры натурные и ускоренные испытания [6] показали, что изменение модуля упругости поликарбоната во многом зависит от степени агрессивности среды эксплуатации. Кинетические кривые изменения модуля упругости и предела прочности поликарбоната при различных условиях эксплуатации описываются уравнением первого порядка. По полученным кривым прогноза были определены значения показателей прочности и упругости после заданной продолжительности эксплуатации в условиях различной агрессивности.

На основании анализа полученных кинетических кривых математические модели зависимости изменения прочностных свойств по показателям предела прочности и модуля упругости имеют вид:

$$E_T = E_0 (1 + \beta_o \cdot \xi_o), \quad (3)$$

$$R_{y,p} = R_{y,op} \left(1 - \beta_o \left(1 - \frac{1}{1 + \xi_o}\right)\right), \quad (4)$$

где  $E_0$  – нормативное значение модуля упругости по данным технических требований к материалу, МПа;  $R_{y,op}$  – нормативное значение предела прочности поликарбоната по данным технических требований к материалу, МПа;  $\xi_o$  – коэффициент, влияния степени агрессивности среды на поликарбонатный пластик;  $\beta_o$  – коэффициент надежности по материалу, учитывающий фактор времени при климатическом старе-

нии (таблица).

Значения коэффициентов изменения модуля механических свойств поликарбоната  $\beta_o$  и  $\xi_o$

Степень агрессивности среды	Срок эксплуатации		
	до 3 лет	от 3 до 7 лет	от 7 до 10 лет
Неагрессивная $\beta_o$ ( $\xi_o$ )	0,95 (0,2)	0,9 (0,4)	0,8 (0,7)
Слабоагрессивная $\beta_o$ ( $\xi_o$ )	0,9 (0,2)	0,8 (0,4)	0,75 (0,9)
Среднеагрессивная $\beta_o$ ( $\xi_o$ )	0,85 (0,3)	0,75 (0,5)	0,65 (0,9)
Сильноагрессивная $\beta_o$ ( $\xi_o$ )	0,75 (0,5)	0,65 (0,5)	0,5 (0,9)

В дальнейшем по полученным кривым прогноза можно решать и обратную задачу: по заданному значению показателя определять продолжительность эксплуатации поликарбонатной ограждающей конструкции.

Анализ результатов показывает, что полученные коэффициенты изменения модуля механических свойств поликарбоната  $\beta_o$  и  $\xi_o$  позволят обеспечивать долговечность поликарбонатных панелей с учетом срока службы и агрессивности среды при расчете по второму предельному состоянию на стадии проектирования.

1.Королев В.П., Гибаленко А.Н., Войтова Ж.Н. Расчет коэффициента надежности  $\gamma_{zn}$  по результатам экспертной оценки показателей технологической рациональности противокоррозионной защиты // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.30. – К.: Техніка, 2001. – С.86-90.

2.СТ СЭВ 5060-85. Надежность строительных конструкций и оснований. Конструкции пластмассовые. Основные положения по расчету.

3.ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования.

4.Пособие по проектированию жилых зданий. Вып.3. Дополнение к СНиП 2.08.01-85.

5.Чупрынин А.А. Расчет тонкостенных элементов конструкций с учетом нелинейных деформаций // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.67. – К.: Техніка, 2006. – С.92-95.

6.Войтова Ж.Н. Долговечность комбинированных ограждающих конструкций с использованием стеклопластов, полимерных материалов и металлопластов: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01. – Макеевка, 2005. – 145 с.

*Получено 03.11.2009*