

УДК 691

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПРОЧНОСТЬ ДЕКОРАТИВНЫХ ПЛИТ

А. В. Ерофеев, В. П. Ярцев

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор В. В. Леденев

Ключевые слова и фразы: атмосферные воздействия; декоративная плита; прочность при поперечном изгибе.

Аннотация: Определена прочность при поперечном изгибе для декоративных плит с различным набором исходных материалов. Исследовано влияние атмосферных воздействий (попеременное замораживание-оттаивание, тепловое и ультрафиолетовое облучение) на прочность при поперечном изгибе декоративных плит.

Декоративные плиты, предназначенные для устройства финишной отделки фасадов [1], исполняют роль ограждающих конструкций (самонесущие или навесные). Таким образом, плиты воспринимают только ветровую нагрузку и собственный вес. Учитывая характер действия приведенных нагрузок, представляется актуальным определение прочности декоративных плит с различным сочетанием исходных материалов при поперечном изгибе.

Для определения прочности при поперечном изгибе использовались рычаг и многопозиционный стенд с передаточным отношением 1:1. Выбор экспериментального оборудования зависел от прочности основы. Для определения прочности при поперечном изгибе для декоративных плит на основе древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит (ДСП и ДВП) использовался многопозиционный стенд с передаточным отношением 1:1. Образец помещался на опоры, расстояние между которыми составляло 10 см. Сила прикладывалась на расстоянии 5 см от опоры до на-

Ерофеев Александр Владимирович – аспирант кафедры «Конструкции зданий и сооружений», e-mail: AV.Erofeev@yandex.ru; Ярцев Виктор Петрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструкции зданий и сооружений», ТамбГТУ, г. Тамбов.

ступления одного из предельных состояний. В остальных случаях использовался рычаг с передаточным числом 4,47. Расстояние между опорами также составляло 10 см, нагрузка прикладывалась к центру образца до наступления одного из предельных состояний.

Прочность образца при поперечном изгибе определялось по формуле

$$\sigma = M/W = 3Pl/2bh^2,$$

где M – изгибающий момент, кН·м, $M = Pl/4$; W – момент сопротивления изгибу, м³, $W = bh^2/6$; P – нагрузка, приложенная к образцу, кН; l – рабочая длина образца, м; b , h – ширина и высота образца соответственно, м. Нагрузка, приложенная к образцу, определялась путем умножения нагрузки, приложенной к рычагу, на передаточное число рычага с учетом нагрузки от собственного веса рычага.

За конечный результат прочности при поперечном изгибе принималось среднее арифметическое значение шест образцов, испытанных в одинаковых условиях.

Анализ разброса значений прочности при поперечном изгибе (5...55 МПа) для декоративных плит при различном сочетании исходных материалов (табл. 1) показывает, что прочность плит зависит от выбора исходных материалов.

Сравнительно небольшой разброс прочности при поперечном изгибе (см. табл. 1) с учетом неизбежной погрешности определения для декоративных плит на идентичной основе позволяет сделать вывод о том, что прочность плиты в основном зависит от вида основы. Данный вывод подкрепляется сравнительным анализом прочности основы и прочности декоративных плит на идентичной основе: значения данных прочностей лежат в одном диапазоне. Однако стоит отметить, что прочность цементно-стружечных плит (ЦСП), ДСП, ДВП и фанеры больше прочности декоративных плит на данных основах соответственно. Данная зависимость объясняется тем, что толщина декоративных плит складывается из толщин основы и декоративного слоя, прочность которого ниже прочности основы.

Таблица 1

Прочность декоративных плит при поперечном изгибе, МПа

| Основа | Материал декоративного слоя | | |
|--------|-----------------------------|------------------|-----------------|
| | Керамзитовый песок | Древесные опилки | Песок |
| ЦСП | 5,622 / 5,829 | 9,861 / 9,602 | 9,598 / 11,410 |
| ДСП | 11,598 / 12,200 | 8,759 / 8,610 | 12,290 / 10,155 |
| ДВП | 28,434 / 22,826 | 24,281 / 27,978 | 26,368 / 25,481 |
| Фанера | 51,813 / 55,151 | 51,469 / 51,987 | 52,695 / 54,820 |

Примечание: В числителе даны значения для связующего из полиэфирной смолы, в знаменателе – из эпоксидной.

Влияние декоративного слоя (связующее и материал декоративного слоя) на прочность декоративных плит определяется количеством (толщиной) материала декоративного слоя, а также его свойствами. Однако, учитывая соотношение толщин основы и декоративного слоя, данное влияние сведено к минимуму (см. табл. 1). Также стоит отметить, что из-за невозможности создания однородной структуры декоративного слоя прочность плит, изготовленных из одинакового набора исходных материалов, не является постоянной величиной.

На основании вышеизложенного следует, что прочность декоративных плит в основном зависит от прочности основы, то есть при проектировании декоративных плит необходимо в качестве основы применять такие плиты, которые способны воспринимать ветровую нагрузку для данного региона строительства и собственный вес. Однако также необходимо учитывать и изменения свойств материала в процессе эксплуатации при действии атмосферных воздействий. Таким образом, необходимо изучить влияние основных атмосферных воздействий на свойства декоративных плит. К основным атмосферным воздействиям относятся систематический переход через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в осенне-весенний период, действие повышенных температур в летний период, а также действие солнечного света. Действие атмосферных воздействий моделировали климатическими испытаниями: систематический переход температур через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ – циклами замораживания-оттаивания, действие повышенных температур – тепловым старением, а действие солнечного света – ультрафиолетовым старением.

При воздействии атмосферных факторов интенсивность протекания процессов в декоративном слое (связующее плюс материал декоративного слоя) выше, чем в основе. Таким образом, для прогнозирования изменения прочности различных декоративных плит представляется возможным изучение влияния атмосферных воздействий на прочность декоративных плит на идентичной основе (фанера) при различных видах связующего (полиэфирная и эпоксидная смолы).

Для определения прочности декоративной плиты после атмосферных воздействий были выполнены 5, 10, 15 и 20 циклов замораживания-оттаивания. Данные циклы имели ангармонический вид, то есть время действия факторов в циклах было различно. Сначала материал в течение 2 ч подвергался замачиванию, затем в течение 2 ч при температуре $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходил процесс замораживания в морозильной камере. Процесс оттаивания длился не менее 4 ч в диапазоне температур $+20\dots+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Также материал подвергался тепловому и ультрафиолетовому старению в течение 50, 100, 150 и 200 ч в термокамере и камере ультрафиолетового облучения соответственно. Прочность декоративных плит после атмосферных воздействий определяли по приведенной выше методике.

Экспериментальную зависимость изменения прочности декоративных плит после атмосферных воздействий выбирали из нескольких аппроксимирующих кривых. Критерием выбора служила величина достоверности аппроксимации. Сравнение данных величин для разных аппроксимирующих кривых позволило сделать вывод о том, что изменение прочности

Таблица 2

Значения коэффициентов a_σ , b_σ , c_σ^* в экспериментальной зависимости остаточной прочности после атмосферных воздействий

| Атмосферное воздействие | a_σ | b_σ |
|---------------------------------------|-------------------|------------------|
| Попеременное замораживание-оттаивание | 0,0916 / 0,1314 | -3,3599 / 4,3556 |
| Тепловое старение | -0,0013 / -0,0010 | 0,3283 / 0,2078 |
| Ультрафиолетовое старение | -0,0004 / -0,0001 | 0,1642 / 0,0170 |

Примечание: В числителе даны значения для связующего из полиэфирной смолы, в знаменателе – из эпоксидной.

$$* c_\sigma = 51,47.$$

декоративных плит после теплового и ультрафиолетового старения в рассматриваемом диапазоне подчиняется зависимости

$$\sigma = a_\sigma t^2 + b_\sigma t + c_\sigma,$$

где t – время действия атмосферных факторов, ч; a_σ , b_σ , c_σ – коэффициенты, зависящие от вида основы, связующего и материала декоративного слоя, а также от вида воздействия (табл. 2).

Изменение прочности декоративных плит после циклов замораживания-оттаивания в рассматриваемом диапазоне подчиняется аналогичной зависимости

$$\sigma = a_\sigma n^2 + b_\sigma n + c_\sigma,$$

где n – число циклов замораживания-оттаивания.

Из приведенных уравнений видно, что изменение прочности декоративных плит в рассматриваемом диапазоне подчиняется параболической зависимости. Знак коэффициента a_σ указывает на направление ветвей параболы. Так после циклов попеременного замораживания-оттаивания наблюдается падение прочности (ветви параболы направлены вверх), которое объясняется деструкцией материала при переходе жидкости из одного агрегатного состояния в другое с увеличением объема. При тепловом и ультрафиолетовом старении наблюдается увеличение начальной прочности вследствие дополнительной полимеризации термореактивной смолы (ветви параболы направлены вниз). Однако после завершения процесса полимеризации смолы прочность декоративных плит начинает падать вследствие разрушения слабых химических связей в материале и образовании дефектов структуры.

Стоит иметь в виду, что прогнозировать изменения прочности декоративных плит после атмосферных воздействий представляется возможным только в определенном диапазоне. При значениях переменных $n < 0$ и $t < 0$ приведенные зависимости не имеют смысла (время действия атмосферных факторов и число циклов не может быть отрицательным). А при $n = 0$ и $t = 0$ (материал не подвержен атмосферным воздействиям) прочность равна свободному члену уравнения. Таким образом, значение коэффициента c_σ определяет исходную прочность декоративной плиты.

Список литературы

1. Ярцев, В. П. Анализ рынка облицовочных фасадных материалов. Пути развития / В. П. Ярцев, А. В. Ерофеев // Вестник Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. Материалы академических научных чтений «Проблемы развития регионов в свете концепции безопасности и живучести урбанизированных территорий» / РААСН ; ФГБОУ ФПО «Юго-Запад. гос. ун-т». – Курск–Воронеж, 2013. – Вып. 12. – С. 196 – 203.

References

1. Yartsev V.P., Erofeev A.V. *Vestnik Tsentral'nogo regional'nogo otdeleniya Rossiiskoi akademii arkhitektury i stroitel'nykh nauk. Materialy akademicheskikh nauchnykh chtenii «Problemy razvitiya regionov v svete kontseptsii bezopasnosti i zhivuchesti urbanizirovannykh territorii»* (Bulletin of the Central Regional Branch of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. Proceedings of the academic scientific readings “Problems of regional development in the light of the concept of security and survivability in urban areas”), Kursk, Voronezh, 2013, ussue 12, pp. 196-203.

Influence of Atmospheric Actions on Durability of Decorative Plates

A. V. Erofejev, V. P. Yartsev

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: atmospheric actions; decorative plate; durability at a cross bend.

Abstract: Durability at a cross bend is determined for decorative plates with a various set of initial materials. The influence of atmospheric actions (alternate freezing thawing, thermal and ultra-violet radiation) on durability at a cross bend of decorative plates is investigated.

© А. В. Ерофеев, В. П. Ярцев, 2014

Статья поступила в редакцию 08.10.2013 г.