

ДЕКОРАТИВНО-ЗАЩИТНЫЕ ПЛИТЫ ДЛЯ ФАСАДНОЙ ОТДЕЛКИ ЗДАНИЙ

DECORATIVE AND PROTECTIVE PLATES FOR FACADE DECORATION OF BUILDINGS

A.V. EROFEEV, B.P. YARTSEV, P.V. MONASTYREV
A.V. EROFEEV, V.P. YARTSEV, P.V. MONASTYREV

(Тамбовский государственный технический университет,
Институт архитектуры, строительства и транспорта)
(Tambov State Technical University,
Institute of Architecture, Civil Engineering and Transport)
E-mail: AV.Erofeev@yandex.ru

В статье рассматриваются разработанные на основе древесных композитов фасадные декоративно-защитные плиты, которые являются одной из разновидностей финишной отделки фасадов зданий, призванной, с одной стороны, придать фасаду неповторимый уникальный облик, а с другой стороны – защитить утеплитель от действия атмосферных факторов. Применение утеплителя обуславливается повышенными требованиями по теплозащите зданий и сооружений. Рассматриваются основные эксплуатационные характеристики разработанных декоративно-защитных плит, а также их изменения в процессе эксплуатации.

In the article developed on the basis of wood composites facade decorative and protective plates, which are one variety of finishing facades of buildings, designed on the one hand to give the facade a unique look and with the other hand to protect the insulation from the action of atmospheric factors. The use of insulation is due to increased requirements for thermal protection of buildings and structures. The article discusses the main performance characteristics of the developed decorative and protective plates, and also their changes in process of operation.

Ключевые слова: декоративно-защитные плиты, отделка фасадов, теплозащита.

Keywords: decorative and protective plate, the decoration of the facades, thermal protection.

Декоративно-защитные плиты для фасадной отделки зданий разработаны в виде слоистого композита, состоящего из подложки (основа), связующего и материала декоративного слоя. В качестве основы декоративно-защитных плит предложены: цементно-стружечная плита марки ЦСП-1, древесно-стружечная плита марки П-Б, древесноволокнистая плита, фанера марки ФСФ [1]. Приведенные материалы являются широко распространенными, отличаются высоким уровнем теплозащитных

свойств и прогнозируемой способностью создания прочного адгезионного соединения со смолами. В качестве связующего декоративно-защитных плит предложены термореактивные смолы: полиэфирная смола марки ПН-1 и эпоксидная смола марки ЭД-20, которые после полимеризации становятся экологически безопасными материалами [1]. В качестве материала декоративного слоя предложены: керамзитовый песок фракции 0...5 мм с размером частиц от 0,14 до 5 мм, древесные опилки

хвойных пород длиной не более 5 мм и влажностью не более 10% и природный песок средней крупности [1]. Выбор материала декоративного слоя обусловлен низкой стоимостью и доступностью.

Для рационального использования материальных ресурсов при производстве декоративно-защитных плит необходимо знать оптимальный расход материала декоративного слоя на единицу площади, который определялся экспериментально путем нанесения на основу материала декоративного слоя массой в 20, 40, 60 и 80% от максимального. Оптимальный расход керамзитового песка составляет 80% (2,94 кг/м² / 2,1 кг/м²) от максимального, древесных опилок – 60% (0,251 кг/м² / 0,083 кг/м²) и природного песка – 40% (0,276 кг/м² / 0,152 кг/м²) для декоративно-защитных плит со связующим из полиэфирной / эпоксидной смолы [2].

Основными эксплуатационными прочностными характеристиками декоративно-защитных плит являются прочность при поперечном изгибе, адгезионная прочность соединения "связующее – основа" и твердость декоративного слоя.

Сравнительно небольшой разброс прочности при поперечном изгибе для декоративно-защитных плит на идентичной основе позволяет сделать вывод о том, что прочность плит преимущественно зависит от материала основы [3]. Данный вывод позволяет снизить стоимость декоративно-защитных плит путем применения дешевых видов смол. Однако такая замена не должна ухудшать экологичность плит.

Изменение прочности декоративно-защитных плит после теплового и ультрафиолетового старения подчиняется зависимости [4]:

$$\sigma = a_{\sigma}t^2 + b_{\sigma}t + c_{\sigma}, \quad (1)$$

а при циклическом замораживании-оттаивании [4]:

$$\sigma = a_{\sigma}n^2 + b_{\sigma}n + c_{\sigma}, \quad (2)$$

где σ – прочность при поперечном изгибе, МПа; t – время действия рассматриваемых

атмосферных факторов, ч; n – количество циклов замораживания-оттаивания, шт.; a_{σ} , b_{σ} , c_{σ} – коэффициенты, зависящие от вида основы, связующего и материала декоративного слоя, а также от вида воздействия. Значение коэффициента c_{σ} определяет исходную прочность декоративно-защитной плиты.

При циклическом замораживании-оттаивании наблюдается падение прочности декоративного слоя, 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. После завершения процесса полимеризации смолы прочность декоративно-защитных плит начинает падать. Падение прочности декоративно-защитных плит после теплового старения объясняется с позиции термофлуктуационной концепции. Кинетическая единица, находящаяся в потенциальной яме, колеблется около положения равновесия. Существует вероятность того, что в определенный момент времени она сможет преодолеть энергетический барьер. Следовательно, кинетическая единица потеряет свое местоположение, образовав в структуре материала дефект. При повышении температуры вероятность образования дефектов возрастает. Образование большого числа дефектов приводит к снижению прочности.

Падение прочности декоративно-защитных плит и твердости декоративного слоя после ультрафиолетового старения обусловлено тем, что уровень УФ-радиации выше, чем уровень, при котором происходит разрушение химических связей в полимерных цепях. Таким образом, поглощенная энергия вызывает разрушение наиболее слабых химических связей. При этом образуются активные свободные радикалы, которые инициируют деструкцию полимера.

Наименьшую адгезионную прочность имеет соединение "полиэфирная смола – ЦСП" (0,53 МПа) и "эпоксидная смола –

ЦСП" (0,74 МПа). Данный факт объясняется с позиции механической теории адгезии: ЦСП имеет низкую степень шероховатости поверхности (80 мкм) и пористости, смолы не пропитывают граничные слои. Следовательно, площадь контакта в данном случае значительно ниже площади контакта в соединениях "смола – ДСП" и "смола – фанера", в которых смолы пропитывают граничные слои основы. Причем в первом случае глубина пропитки в несколько раз выше, чем во втором. Тогда согласно механической теории адгезионная прочность соединений "полиэфирная смола – ДСП" (1,4 МПа) и "эпоксидная смола – ДСП" (1,55 МПа) должна быть выше, чем для соединений "полиэфирная смола – фанера" (2,4 МПа) и "эпоксидная смола – фанера" (3,17 МПа). Полученные опытным путем данные дают диаметрально противоположную картину. Данный факт объясняется тем, что разрушение соединений происходит вне зоны пропитки граничных слоев, то есть происходит не адгезионное, а когезионное разрушение.

Декоративно-защитные плиты на основе ЦСП со связующим из полиэфирной и эпоксидной смол не выдержали четырех и восьми циклов замораживания-оттаивания соответственно, так как произошло отслоение декоративного слоя от основы. Этот факт также подтверждает вывод о низкой адгезионной прочности соединений "ЦСП – полиэфирная смола" и "ЦСП – эпоксидная смола" [1].

Основными эксплуатационными теплофизическими свойствами декоративно-защитных плит являются тепловое сопротивление, коэффициенты линейного термического расширения и теплопроводности.

Коэффициент линейного термического расширения для плиты на основе фанеры со связующим из полиэфирной смолы равен $5,82 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, а со связующим из эпоксидной смолы – $2,92 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Испытания показали, что для рассмотренных плит различие коэффициентов линейного термического расширения исходных материалов не приводит к разрушению комбинированного материала. Вид атмосферного воздействия

и его продолжительность не оказывают влияния на характер дилатометрических кривых. Однако коэффициент линейного термического расширения после атмосферных воздействий изменяется, что говорит о незначительных изменениях, происходящих в структуре материала.

Коэффициенты теплопроводности декоративно-защитных плит на основе фанеры в зависимости от вида связующего и материала декоративного слоя лежат в диапазоне от 0,116 до 0,123 Вт/(м·К). В полученный диапазон попадает коэффициент теплопроводности фанеры (0,12 Вт/(м·К)). Следовательно, связующие и материал декоративного слоя практически не оказывают влияния на коэффициент теплопроводности и тепловое сопротивление декоративно-защитных плит, которые определяются теплофизическими свойствами основы плиты.

ВЫВОДЫ

1. На основании проведенных исследований для фасадной отделки зданий можно рекомендовать декоративно-защитные плиты на основе фанеры, для которых эксплуатационная долговечность составляет не менее 15 лет [1]. От применения плит на основе ЦСП, ДСП и ДВП для фасадной отделки зданий рекомендуется отказаться из-за низкой адгезионной прочности соединения "основа – смола", высоких влажностных деформаций и коробления плит при циклическом замачивании – высушивании соответственно.

2. На основе расчета дополнительных напряжений, возникающих в материале при отсутствии возможности свободного расширения при повышении температуры, доказано, что при монтаже декоративно-защитных плит на основе фанеры необходимость устройства зазора отсутствует, так как дополнительные напряжения не превышают 1 МПа [5].

Запас по прочности для Тамбовской области для декоративно-защитных плит на основе фанеры размерами 60×60 см составит не менее 95%.

1. Ерофеев А.В. Долговечные декоративно-защитные плиты на основе древесных композитов для фасадной отделки зданий: Дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2014.

2. Ерофеев А.В., Ярцев В.П. О рациональном использовании материала декоративного слоя при производстве защитных плит // Интернет-вестник ВолгГАСУ. – 2013, № 1 (25). С. 1...4. – <http://vestnik.vgasu.ru>

3. Ярцев В.П., Ерофеев А.В. Прочность декоративных плит при поперечном изгибе // Сб. мат. XIII Междунар. научн.-техн. конф.: Актуальные проблемы строительства и строительной индустрии. – Тула, 2012. С. 122...123.

4. Ерофеев А.В., Ярцев В.П. Влияние атмосферных воздействий на прочность декоративных плит // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – Тамбов, 2014, №1 (50). С.114...118.

5. Ерофеев А.В. Разработка долговечных декоративно-защитных плит на основе древесных композитов для фасадной отделки зданий (Development of durable exterior insulation finishing systems based on composite timber technology for building facades) // Advanced materials and technologies. – 2016, №2. P.61...68.

1. Erofeev A.V. Dolgovechnye dekorativno-zashhitnye plity na osnove drevesnyh kompozitov dlja fasadnoj otdelki zdaniy: Dis. ... kand. tehn. nauk. – Voronezh, 2014.

2. Erofeev A.V., Jarcev V.P. O racional'nom ispol'zovanii materiala dekorativnogo sloja pri proizvodstve zashhitnyh plit // Internet-vestnik VolgGASU. – 2013, № 1 (25). S. 1...4. – <http://vestnik.vgasu.ru>

3. Jarcev V.P., Erofeev A.V. Prochnost' dekorativnyh plit pri poperechnom izgibe // Sb. mat. XIII Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Aktual'nye problemy stroitel'stva i stroitel'noj industrii. – Tula, 2012. S.122...123.

4. Erofeev A.V., Jarcev V.P. Vlijanie atmosferynyh vozdeystvij na prochnost' dekorativnyh plit // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo. – Tambov, 2014, №1 (50). S.114...118.

5. Erofeev A.V. Razrabotka dolgovechnnyh dekorativno-zashhitnyh plit na osnove drevesnyh kompozitov dlja fasadnoj otdelki zdaniy (Development of durable exterior insulation finishing systems based on composite timber technology for building facades) // Advanced materials and technologies. – 2016, №2. P.61...68.

Рекомендована кафедрой конструкции зданий и сооружений ТГТУ. Поступила 01.06.16.