

Е. В. Коробко, проф., д-р техн. наук  
(ИТМО им. Лыкова НАН Беларуси, Минск)  
А. А. Барташевич, проф. почетный доктор  
А. И. Скроцкий, ассист.  
(БГТУ, Минск)

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ФАНЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Склеивание древесины является одним из эффективных методов соединения современных конструкционных строительных материалов. Если сравнивать клеевое соединение древесины с другими типами соединений, то оно обеспечивает более равномерное распределение напряжений при работе под нагрузкой, не вызывает ослабления соединяемых материалов, приводит к уменьшению их расхода, позволяет получать конструкции сложной формы, может работать в условиях агрессивной среды [1].

При эксплуатации клеевых соединений происходит ухудшение их свойств в результате старения клея и разрушения адгезионных связей. О поведении клеевых соединений под влиянием различных факторов обычно судят, определяя прочность в исходном состоянии и после воздействия этих факторов в процессе эксплуатации. Образцы и методы испытания выбирают таким образом, чтобы имитировать условия эксплуатации клеевых соединений в конструкции, при этом, субстрат должен быть тот же, что и в изделии [2].

Считают, что действие климатических факторов приводит к необратимым повреждениям в клеевых соединениях.

В процессе эксплуатации клеевые соединения подвергаются механическим нагрузкам, действию разнообразных физических и химических факторов и, как следствие, клеевой шов может набухать, растворяться, становиться хрупким, снижать прочность соединения со склеиваемыми материалами, то есть стареет. Старение свойственно всем натуральным и синтетическим высокомолекулярным веществам. Само понятие старения свидетельствует о физических и химических изменениях в клеевом шве, в структуре макромолекулы или ее отдельных звеньях. Процесс старения может проходить в течение длительного времени, его скорость зависит от целого ряда факторов: химического состава клея, свойств склеиваемых материалов, способа отверждения клея, чистоты обработки склеиваемых поверхностей, давления прессования, интенсивности внешних воздействий и приводит к превращению клеевого шва в жесткое и ломкое, неэластичное, нерастворимое в жидкостях состояние или, наоборот,

полимер становится липким, превращается из упруго-твердого во вязкотекучее состояние, вследствие чего теряет свою прочность.

Прогнозирование долговечности является одной из наиболее сложных задач в науке склеивания. Сложность прогнозирования долговечности клеевых соединений обусловлена тем, что изменение их свойств во времени связано со многими факторами: ослаблением древесины, изменением когезионных и адгезионных свойств клея, испарением низкомолекулярных компонентов и т.д. Эти процессы могут накладываться один на другой, хотя в разные периоды старения преобладает влияние какого-нибудь одного фактора [4].

Для получения исчерпывающих данных о стойкости клеевых соединений в атмосферных условиях необходимо затратить много времени на проведение испытаний. Поэтому пользуются ускоренным методом исследований в климатических камерах с помощью жестких режимов термовлагообработки, характер и продолжительность которых зависят от условий температурно-влажностного режима эксплуатации клеевых соединений. Характер обработки должен в наибольшей степени соответствовать условиям долговременных испытаний клеевых соединений. При этом нельзя обойти вопросы формирования, старения, деформирования и разрушения клеевых соединений, возникающих внутренних напряжений, вызывающих перечисленные изменения показателей. Кроме того, клеевые соединения, хотя и являются простыми в технологическом отношении, представляют собой сложную систему, которая требует научного анализа, обоснованного подхода к комплексной оценке влияния внутренних напряжений на механизм разрушения клеевых соединений в условиях эксплуатации.

На сегодняшний день строительная отрасль нуждается в клеевой древесной продукции с повышенными эксплуатационными характеристиками. Однако, одним из важнейших условий производства такого вида продукции является долговечность использования материала, т.к. он должен будет эксплуатироваться в достаточно жестких климатических условиях: больших перепадах температуры и влажности.

Модификация клеевой композиции для склеивания фанеры позволит получить необходимые показатели физико-механических свойств и влагостойкости фанеры для дальнейшего ее использования в строительстве. Однако соединения должны также соответствовать требованиям по долговечности клеевых соединений. Долговечность материала определяется его термо- и морозостойкостью, возможностью сохранять прочность при переменных климатических условиях. Так одной из отличительных особенностей

кремнийорганических соединений работать в температурном диапазоне от -60 до 250 °С [5].

Для определения долговечности клеевого соединения фанеры был использован экспресс-метод, который путем многократного изменения основных климатических факторов, воздействующих на фанеру в период ее эксплуатации в составе строительных конструкций. К ним относятся температура и влажность. При использовании климатической камеры были созданы условия соответствующие климатическим условиям двух противоположных пор года: зима и лето. Образцы фанеры прошли по 10 циклов испытаний в соответствии с каждым из двух режимов. Физико-механические показатели фанеры до и после циклических испытаний приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты физико-механических испытаний образцов фанерной продукции**

| Рецептура образца   | Предел прочности при скальвании, Н/мм <sup>2</sup> |                             |
|---|--|-----------------------------|
|   | после запрессовки                                  | после циклических испытаний |
| 1   | 2  | 3                           |
| 98 масс.ч. – смола КФ-НФП<br>2 масс.ч. – отвердитель 2(NH <sub>4</sub> )SO <sub>4</sub>                             | 2,1  | 1,7                         |
| 96 масс.ч. – смола КФ-НФП<br>2 масс.ч. – отвердитель 2(NH <sub>4</sub> )SO <sub>4</sub><br>2 масс.ч. – наполнитель  | 3,2  | 2,9                         |
| 94 масс.ч. – смола КФ-НФП<br>2 масс.ч. – отвердитель 2(NH <sub>4</sub> )SO <sub>4</sub><br>4 масс.ч. – наполнитель  | 3,5  | 3,2                         |
| 92 масс.ч. – смола КФ-НФП<br>2 масс.ч. – отвердитель 2(NH <sub>4</sub> )SO <sub>4</sub><br>6 масс.ч. – наполнитель  | 3,72   | 3,4                         |
| 90 масс.ч. – смола КФ-НФП<br>2 масс.ч. – отвердитель 2(NH <sub>4</sub> )SO <sub>4</sub><br>8 масс.ч. – наполнитель  | 4,05   | 3,7                         |
| 88 масс.ч. – смола КФ-НФП<br>2 масс.ч. – отвердитель 2(NH <sub>4</sub> )SO <sub>4</sub><br>10 масс.ч. – наполнитель | 3,95   | 3,6                         |

Из результатов испытаний можно судить, что прочность клеевого соединения падает, после проведения испытаний на долговечность клеевого соединения. Однако стоит отметить, что она по-прежнему превышает требования ГОСТ 3916.1-96 по нормативному показателю прочности фанерной продукции, который составляет 1,5 МПа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Справочник фанерщика / И. А. Шейдин [ и др.]; под общей редакцией И. А. Шейдина. – 3-е издание. – М.: Лесная

промышленность, 1968. – 832 с.

2 Кондратьев, В. П. Синтетические клеи для древесных материалов: научное издание/ В. П. Кондратьев, В. И. Кондращенко. – М.: Научный мир, 2004. – 520 с.

3 Доронин Ю. Г., Кондратьев В. П. Основные направления модификации синтетических смол. Плиты и фанера // ВНИИПИЭлеспром. Обзорн. инф. – М., 1985. – Вып. 4. – 44 с.

4 Хрулев В.М. Долговечность древесностружечных плит/ В.М. Хрулев, К.Я. Мартынов. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 168 с.

5 Соболевский, М. В. Свойства и области применения кремний-органических продуктов / М. В. Соболевский, О. А. Музовская, Г. С. Попелева. – М.: Химия, 1975. – 295 с.

УДК 630 384.4

Л. Я. Громская, канд. тех. наук; А. Н. Тюрин, канд. техн. наук;  
А. А. Борозна, доц., канд. техн. наук (Санкт-Петербургский  
государственный лесотехнический университет, РФ);  
Н.В. Черная, проф., д-р техн. наук (БГТУ, г. Минск)

### **ИЗМЕРИТЕЛИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНОГО ОСВОЕНИЯ ЛЕСОВ**

При анализе транспортного освоения лесов общепринятым является показатель удельной плотности (густоты) дорожной сети. Он определяется как суммарная протяженность автомобильных дорог, приходящаяся на единицу площади, обычно на 1000 га:

$$g = \frac{L}{S},$$

где  $L$  – суммарная протяженность всех автомобильных дорог в границах лесного участка, км;  $S$  – общая площадь лесного участка, тыс. га.

Плотность сети лесных автомобильных дорог России несопоставимо мала по сравнению с плотностью лесных дорог лесопромышленных стран Европы и Северной Америки. Действительно, удельная протяженность автомобильных дорог на единицу площади в России около 1,4 км на 1000 га при аналогичном показателе в развитых лесных странах 6-40 км/1000 га. По данным лесных планов на 01.01.2008 г. общая протяженность дорог на землях лесного фонда России (в границах лесничеств) – 1870,6 тыс. км (в т.ч. автомобильных – 1579 тыс. км), средняя густота дорог всех типов (включая ж/д, а/д, зимники) составляет 1,6 км/тыс. га, в т.ч. автомобильных дорог – 1,4 км/тыс. га. Наиболее развита лесная дорожная инфраструктура в Центральном федеральном округе (11,9 км/тыс. га), Южном федеральном округе (9,0 км/тыс. га) и Приволжском федеральном округе