

Лукаш А.А., канд. тех. наук,
Лукутцова Н.П., д-р техн. наук, проф.
Брянский государственный инженерно-технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

mr.luckasch@yandex.ru

Статья посвящена вопросам повышения экологической безопасности при получении и эксплуатации строительных материалов и изделий из древесины. Изложены способы снижения выделения формальдегида, основанные на применении порошков – поглотителей формальдегида и использовании новых связующих с низким содержанием формальдегида. Выявлено, что повышение экологической безопасности клееных строительных материалов также тесно связано с контролем содержания токсичных веществ. Используемые на деревообрабатывающих предприятиях периодический выборочный контроль содержания свободного формальдегида в древесных материалах длителен по времени и требует использования специального лабораторного оборудования. Обосновано применение для определения содержания свободного формальдегида газоаналитического метода, не требующего длительного времени и использования специального лабораторного оборудования. Предложено использовать в качестве вяжущего водостойкий карбамидоформальдегидный клей. Доказано, что после выдержки в течение 12 дней этот композиционный материал можно использовать в жилищном строительстве, т.к. в составе паровоздушной смеси отсутствуют микропримеси формальдегида.

Ключевые слова: строительство, арболит, клей, прочность, древесина, формальдегид.

Объемы производства и использования древесины и древесных материалов во многом определяются темпами развития строительной индустрии, значительную часть которой составляет деревянное домостроение. Дефицит жилья в России остается актуальной проблемой уже несколько десятков лет. При среднестатистическом сроке эксплуатации в 25 лет многие строения используются в 2–2,5 раза дольше. Ежегодно в эксплуатацию вводится 40–45 млн. м² жилья, в котором доля деревянного домостроительства не превышает 20 %. При этом ежегодно устаревает около 20 млн. м² жилья, а более 250 млн. м² жилья требуют замены или капитальной реконструкции [1].

Одним из наиболее перспективных сегментов использования древесины России является малоэтажное домостроение. Среди причин развития данного сегмента является увеличение благосостояния населения, у которого есть желание жить в более комфортных условиях, с одной стороны, и высокая потребность в недорогом жилье, с другой стороны. При выборе строительного материала для строительства жилого дома, в котором будет жить человек, необходимо заранее прогнозировать какое воздействие на организм человека может оказать, тот или иной строительный материал, чтобы обеспечить оптимизацию системы «человек-материал-среда обитания» и создать благоприятные условия проживания [1]. Применяемые в жилищном строительстве материалы должны быть экологически безопасными, обеспечивать

комфортные условия проживания и иметь низкую стоимость. В наибольшей степени этим требованиям отвечают строительные материалы и изделия из древесины.

Древесина имеет низкую теплопроводность и обладает способностью обмениваться влагой с окружающей средой, что обеспечивает человеку максимально комфортные условия проживания. Красивая текстура древесины подчеркивает индивидуальность эстетичность интерьера, создает уют. Достоинством древесины также является доступность и возобновляемость ресурсов.

Применение научно обоснованных подходов получения новых конструкционно-теплоизоляционных, теплоизоляционных и отделочных строительных материалов из древесины, позволило разработать новые эффективные материалы и изделия, обладающие лучшими эксплуатационными свойствами, по сравнению с существующими аналогичными строительными материалами [6–12].

К недостаткам древесины относят пороки строения – наличие сучков, склонность к гниению и растрескиванию, анизотропию и коробление и др. Для их устранения применяются специальные способы обработки, чаще всего связанные с применением склеивания [10].

При склеивании древесных материалов обычно в промышленных условиях применяются карбамидоформальдегидные и фенолоформальдегидные клеи. Эти клеи обладают хорошей адгезией к древесине, дают прочные клеевые соединения. Водостойкость клеевых соединений

на основе карбамидоформальдегидных клеев – средняя. Недостатком этих клеев является содержание в них токсичных веществ – свободного формальдегида.

Фенолоформальдегидные клеи являются высоководостойкими, также обладают хорошей адгезией к древесине, дают прочные клеевые соединения. Существенным недостатком этих клеев являются содержащиеся в них токсичные вещества – свободный формальдегид и свободный фенол.

Формальдегид – газообразное бесцветное вещество, обладающее высокой химической и биологической активностью, оказывает раздражающее действие на кожу, на глаза и дыхательные пути.

Фенол по токсичности превосходит формальдегид, поэтому клееные слоистые материалы, изготовленные с применением фенолоформальдегидных клеев, не используются внутри помещений. Свободный формальдегид, содержащийся в клею, выделяется как при склеивании, так и в процессе эксплуатации. В зависимости от величины содержания свободного формальдегида в 100 г абсолютно сухом материале класс эмиссии подразделяется на E1, E2. Класс эмиссии E1 допускает содержание свободного формальдегида до 10 мг; E2 – от 10 до 30 мг.

Снизить выделение свободного формальдегида возможно путем использования природных клеев, полимерных тонкодисперсных порошков, поглощающих формальдегид в процессе склеивания отмечается в исследованиях [2, 13–15].

Другим способом уменьшения выделений свободного формальдегида является частичная замена синтетических клеев нетоксичными веществами, обладающими хорошей адгезией к древесине, например добавлять экстракт из коры дуба в карбамидоформальдегидные клеи для снижения их токсичности без уменьшения прочности склеивания [4].

Способствует уменьшению выделений формальдегида применение в производстве древесностружечных плит применение метил глюкозид и лигносульфонатов. В работе [3] предлагается уменьшить выделения токсичных веществ путем снижения температуры склеивания и совершенствованием рецептуры клеев. При склеивании шпона при температуре ниже 100 °C не возникает избыточного парового давления, способствующего интенсивному выделению формальдегида из пакета. А применение в качестве отвердителя группы веществ (резорцин, параформ, комбинированный отвердитель) обеспечивает сокращение продолжительности отверждения.

В работе [5] предлагается частичная замена в фенолоформальдегидных клеях фенола на карданол – мономер растительного происхождения – с целью снижения токсичности древесностружечных плит, древесных слоистых пластиков и бакелизированной фанеры.

Повышение экологической безопасности клееных строительных материалов также тесно связано с ужесточением контроля за содержанием токсичных веществ. В настоящее время на деревообрабатывающих предприятиях производится периодический выборочный контроль содержания свободного формальдегида в древесных материалах. Но содержание в древесном материале токсичных веществ не является постоянным т.к. в процессе производства состав компонентов может изменяться. Поэтому для обеспечения безопасных и комфортных условий проживания необходимо совершенствовать способы контроля содержания токсичных веществ в строительных материалах, изготовленных с применением клеевых материалов.

Существующие методы определения содержания токсичных веществ можно разделить на две группы. Первая группа – лабораторные методы. Для них используют небольшие по размеру образцы. Методы второй группы основаны на испытании крупноразмерных образцов в специальных испытательных камерах, где могут быть созданы определенные климатические условия (камерный метод). Этот метод имеет определенные недостатки. В перфораторном методе чистота используемого для экстракции толуола может оказать существенное влияние на результаты исследования. При экстракции древесных материалов кипящим толуолом из древесного материала в раствор переходит не только формальдегид, но и другие вещества способные реагировать с йодом, что ведет к завышению численных значений результатов исследований.

Лишен этих недостатков камерный метод, основанный на определении количества формальдегида непосредственно из исследуемых образцов за определенный промежуток времени. Испытание крупноразмерных образцов производится в специальных испытательных камерах, где создаются определенные климатические условия, а образцы выдерживаются в газовом пространстве постоянного объема. После определенного промежутка времени в замкнутом объеме устанавливается концентрация формальдегида. Таким образом, для определения содержания свободного формальдегида перфораторным или камерным методами требуются длительное время и применение специального лабораторного оборудования, которое имеется не на всех предприятиях.

Более простым в техническом отношении является газоаналитический метод определения содержания свободного формальдегида. Данный метод основан на идентификации веществ, выделяющихся при нагреве образца до 100 °С в течение 5 мин. Газоаналитический метод был использован при определении содержания свободного формальдегида в новом композиционном строительном материале – клееном арболите. При получении клееного арболита применялась низко токсичная карбамидоформальдегидная смола КФ 120–65 с содержанием свободного формальдегида до 0,13 %. Для обоснования возможности использования этого арболита в жилищном строительстве проведено исследование содержания в нем токсичных веществ. Для этого при-

менялся хромато-масс-спектрометрический метод с использованием газового хроматографа модели «6850 Network GC System» с высокоэффективной капиллярной колонкой HP-5MS (30 м × 0,25 мм) и квадрупольным масс-селективным детектором «5975C VL MSD» фирмы «Agilent Technologies» (США), с ионизацией электронным ударом (70эВ). Хроматограмма паровоздушной смеси древесных частиц с клеем проводилась после нагревания до 100 °С в течение пяти минут. Результаты исследования представлены на рисунках 1 и 2. Хроматограмма паровоздушной смеси клееного арболита после его изготовления показала наличие микропримеси формальдегида (рис. 1).

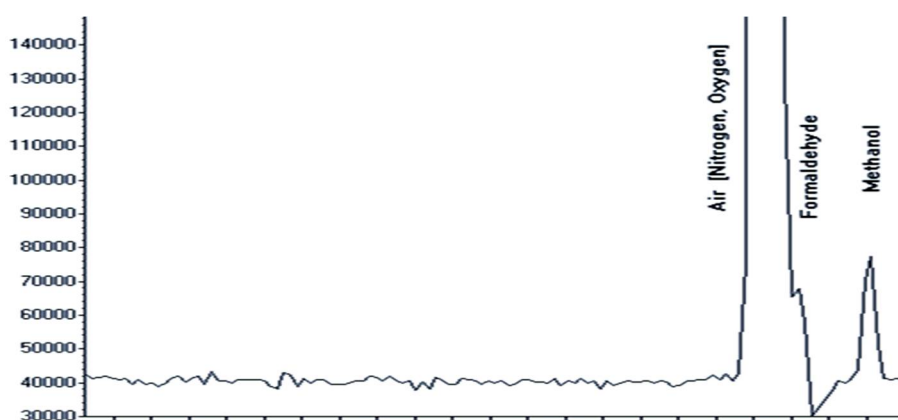


Рис. 1. Хроматограмма паровоздушной смеси клееного арболита после его изготовления

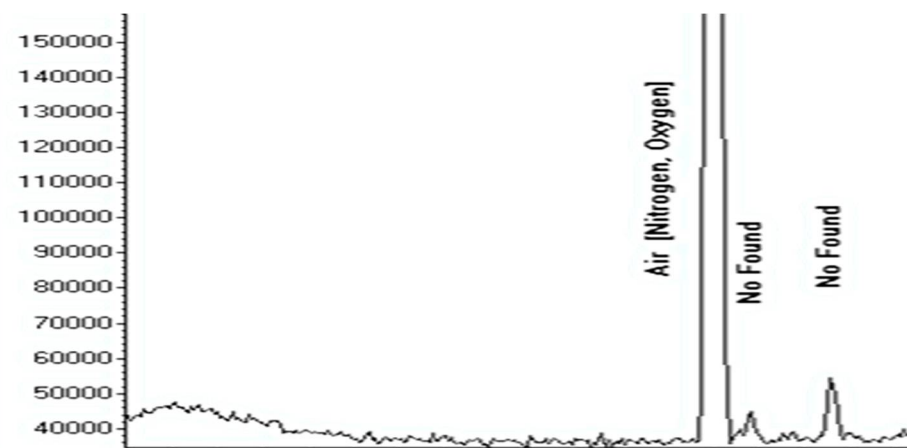


Рис. 2. Хроматограмма паровоздушной смеси клееного арболита после в течении 12 дней

После выдержки клееного арболита в течение 12 дней в составе паровоздушной смеси отсутствуют ранее обнаруженные микропримеси формальдегида (рис. 2).

Таким образом, на основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Для снижения токсичности клееных древесных материалов, изготовленных с применением синтетических связующих и обеспечения

безопасных и комфортных условий проживания необходимо:

- применять природные клеи, полимерные тонкодисперсные порошки, поглощающих формальдегид в процессе склеивания;
- использовать новые связующие с низким классом эмиссии формальдегида;
- производить частичную замену синтетические связующие на связующие растительного происхождения;

- применять для контроля содержания свободного формальдегида более простой в техническом отношении газоаналитический метод, не требующий длительного времени и специального лабораторного оборудования.

2. Для обеспечения возможности получения арболита из древесины мягких лиственных пород необходимо использовать в качестве вяжущего карбамидоформальдегидный клей.

3. После выдержки в течение 12 дней клеевый арболит можно использовать в жилищном строительстве, т.к. в составе паровоздушной смеси отсутствуют микропримеси формальдегида.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 196 с.

2. Варанкина Г.С. Ермолаев Б.В., Гусаков Д.С., Формирование низкотоксичных композиционных материалов с использованием «пектола» // Современные проблемы переработки древесины. Международная научно-практическая конференция СПб.: СПбГЛТУ, 2014.С. 33-37.

3. Залипаев А.А. Технология низкотемпературного склеивания хвойного шпона: дис. канд. техн. наук. СПб. 2004. 136 с.

4. Лавлинская О.В. Разработка клеевых композиций для производства фанеры пониженной токсичности: Автореф. дис. канд. техн. наук. Воронеж. 2004. 16 с.

5. Трошин Д.П. Новые связующие для производства фанеры с низким классом эмиссии формальдегида // Использование смол и клеев. Материалы Международн. конф. Санкт-Петербург, 8–11 апр: 2008 г. СПб: 2008. С. 78.

6. Лукаш А.А., Гришина Е.С. Дома из оцилиндрованных бревен: перспективы производ-

ства, недостатки и пути их устранения // Строительные материалы. 2013. №4. С.109–110.

7. Лукаш А.А., Лукутцова Н.П. Новые строительные материалы и изделия из древесины: монография. М: Изд-во АСВ, 2015. 288 с.

8. Лукаш А.А., Лукутцова Н.П. Методика расчета теплопроводности ограждающей конструкции переменного сечения из оцилиндрованных бревен //Жилищн. строительство. 2015. 2. С. 34–37.

9. Лукаш А.А. Обеспечение стабильности размеров и форм фанеры при ее эксплуатации //Строительные материалы.2013. №10. С.42–43.

10. Лукаш А.А. Строительные материалы и изделия из древесины мягких лиственных пород //Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 70 засл. деят. науки, докт. техн. наук., проф. Лесовика В.С. Ч.2. Белгород: БГТУ, 2016. С. 187–193.

11. Серпик И.Н., Мироненко И.В., Лукаш А.А. Определение параметров отверстия для сушки оцилиндрованных бревен // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: www.science-education.ru/120-15693 (дата обращения: 04.12.2014).

12. Lukash A., Lukutsova N., Minko N. Determination of the Thermal Conductivity of Wood Insulation Materials in Conditions of Non-Stationary Heat Transfer // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 2014. V. 9. № 22. Pp.16691–16700.

13. Holz-zentralblatt «Formaldehyd, VOCs und das Holz», №50, 15.12.2006, 1474.

14. Janowiak J. Methyl glucoside and lignosulphonate extenders for use with particleboard UF resins // Forest Products. 1998. № 11/12. P. 45–4.

15. Schafer M., Roffael E. On the formaldehyde release of wood // Holz Roh- und Werkst/ 2000. № 4. P. 259–264.

Lukash A.A., Lukutsova N.P.

INCREASE OF ECOLOGICAL SAFETY OF COMPOSITE BUILDING MATERIALS FROM WOOD

The article is devoted to questions of increase of ecological safety during the preparation and operation of construction materials and wood products. Described are methods of reducing the allocation of formaldehyde based on the application of the powder sinks of formaldehyde and the use of new binders with low content of formaldehyde. Revealed that the increase in environmental safety laminated building materials are also closely related to the control of toxic substances. Used in sawmills periodic random inspection of the content of free formaldehyde in wood products for a long time and re-quires the use of special laboratory equipment. The author substantiates the application to identify the content of free formaldehyde gas analysis method that does not require a long period of time and the use of special laboratory equipment. Proposed to be used as a binder water-resistant urea-formaldehyde adhesive. It shows that, after aging for 12 days, this composite material can be used in housing construction, because the composition of the air-steam mixture no impurities of formaldehyde.

Key words: construction, cement wood, glue, strength, wood, formaldehyde

Лукаш Александр Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообработки
Брянский государственный инженерно-технологический университет.
Адрес: Россия, 241037, Брянск, проспект Ст. Димитрова 3.
E-mail: mr.luckasch@yandex.ru

Лукутцова Наталья Петровна, доктор технических наук, профессор кафедры производства строительных конструкций.
Брянский государственный инженерно-технологический университет.
Адрес: Россия, 241037, Брянск, проспект Ст. Димитрова 3.
E-mail: mr.luckasch@yandex.ru