



© АО "ВНИИДРЕВ"

Вестник ВНИИДРЕВ

Выпуск 2 (19) за 2016 год

Уважаемые коллеги!

«Вестник ВНИИДРЕВ» предлагает Вашему вниманию материалы 19-ой научно-практической конференции **«Состояние и перспективы развития производства древесных плит»**, прошедшей 16-17 марта в г. Обнинске

Обращаем Ваше внимание на то, что копирование содержимого материалов запрещено согласно условиям охраны авторских прав. Приобрести напечатанный полный сборник докладов Вы можете в АО «ВНИИДРЕВ» (г Балабаново).

e-mail: vniidrev@mail.ru

Содержание

	Стр.
1. А.А. Леонович. О необходимости модифицирования древесностружечных плит	2
2. А.В. Шелоумов, А.А. Леонович. Промышленное получение огнезащищенного ДБСП с использованием антипирена КМ	5
3. В.В. Васильев, А.А. Багаев, В.В. Лебедева, Н.И. Петухов. Листовой теплоизоляционный материал на основе древесного волокна	8

О необходимости модифицирования древесностружечных плит

А.А. Леонович – СПбГЛТУ

Модифицирование – видоизменение всего материала или его частей (или его исходных компонентов) для придания нового целевого комплекса свойств конкретному виду древесных плит. К модифицированию плит также относятся мероприятия и химические реакции, направленные на повышение качества в рамках базовых свойств древесных плит, и энерго- и ресурсосберегающие процессы при изготовлении таких материалов, обусловленные действием модифицирующих средств.

Модифицирование вызвано к жизни возрастающими требованиями традиционных потребителей и расширением областей использования плит. Ограничения экологического характера и общие проблемы безопасности жизнедеятельности определяют необходимость увеличения долговечности, био- и огнезащищенности плит, повышения их санитарно-гигиенических характеристик. В первую очередь это относится к древесностружечным плитам.

В России производится порядка 7 млн. м³ ДСП, что составляет более половины объема выпуска других древесноплитных материалов. Активно развивается производство MDF за счет ввода в действие новых заводов мощностями по 400 тыс. м³/год и др. Если доля использования ДСП в мебельной промышленности составляет 90 %, то на перспективу она будет неуклонно сокращаться в пользу MDF. Мебельщики все в большей степени начинают использовать MDF и HDF по конкурирующим свойствам плит, а иногда и по качеству.

Тем не менее, проекты строительства заводов ДСП реализуются, и только в 2015 году суммарная мощность 9 новых предприятий должна составить 2 585 тыс. м³/год [1]. По зарубежному опыту из-за вытесняющего влияния MDF (а также с появлением OSB) проблема развития производства ДСП стала не актуальной. Возникла новая проблема сохранения объемов производства имеющихся мощностей, а это может обеспечиваться только расширением новых областей применения с адаптацией параметров плит к требованиям потенциальных потребителей.

В нашей стране подобная проблема начинает обозначаться пока еще в неявном виде. А необходимо предусмотреть сохранение доминирующей роли ДСП в линейке древесноплитных материалов, соответствующей общей мощности технологических линий и заводов. Но

за счет мебельного производства, несмотря на территориальный и сырьевой факторы, обеспечить это на перспективу не удастся. Требуется диверсификация производства с возможностью наряду со стандартными плитами изготавливать и плиты, предназначенные в пока еще неосвоенных областях использования. Такой областью является строительство, а также транспорт, тара, упаковка и др. Особенно – строительство.

Нет смысла перечислять весь диапазон строительных конструкций и объектов, в которых могли бы использоваться модифицированные плиты: от набитых танцзалов с опасной иллюминацией (типа «Хромой лошади») до социальных сооружений (типа домов престарелых), от свиноферм до малоэтажного домостроения. И очевидны соответствующие применению параметры ДСП, подлежащие достижению посредством модифицирования: от огнезащищенных и биостойких до ударопрочных и водостойких. Функция создания конструкций и сооружений находится в компетенции ЦНИИСКА им. В.А. Кучеренко и ряда проектных организаций. Функция создания ДСП специального назначения может быть реализована некоторыми коллективами ВУЗов, в которых имеются необходимый материальный и методический ресурс и определенный задел.

Однако конструктор не может включать в разработку конструкции такие материалы, производство которых еще не налажено. Производитель плит, в свою очередь, не может организовывать и производить ДСП с определенными целевыми свойствами без заказа определенных объемов плит. Возникает *circulus vitiosus*, своеобразный «порочный круг», и продукция по-прежнему ориентируется в подавляющем объеме на мебель. И проблема перепроизводства ДСП, отнесенная во времени, начинает приближаться, а на освоение выпуска новых ДСП (новых как пока еще не освоенных промышленностью) требуется определенное время.

Следует иметь в виду, что новый уровень качества предопределяет и новый уровень затрат. Проблему следует обсудить с разработчиками, поставщиками и потребителями, чтобы объективно распределить расходы. Требуется комплексная межотраслевая целевая программа на государственном уровне.

Возможен и иной подход к проблеме. Пассионарная фирма может самостоятельно выйти на рынок плит с предложением своего продукта – конкретно разработанных модифицированных ДСП, с целью занять

открывшуюся нишу с ограждением технологии (способа, состава) соответствующими патентными правами. Здесь необходимы потенциал фирмы, некоторый стартовый капитал и дальновидность инвесторов, чтобы отобрать подходящий способ и реализовать креативную технологию одного вида ДСП, наиболее востребованного в ближайшей перспективе. Освоение нового вида плит накладывает ряд ограничений. Основное и решающее состоит в том, чтобы в максимально неизменном виде использовать основное оборудование. Дооборудование в минимальной степени должно вписываться в имеющуюся площадку. В частности, потребуются емкости для хранения и подачи модификаторов, узел подготовки их к рабочему состоянию, приспособление для обработки древесных частиц и др. Соответственно назначаются и другие технологические параметры.

Разумеется, более рентабельно предусмотреть варианты изготовления модифицированных плит до завершения строительства завода. Так, в 2016 г. предполагается ввести мощные линии компанией «Увадрев-Холдинг», группой «СВЕЗА», АО «Плитспичпром». При этом следует иметь в виду, что проектировщики опасаются известного обстоятельства: любая производственная линия с гибкой технологией будет стоить дороже, чем линия технологии для одного вида продукции разных марок. Заказчики также выдвигают ТЗ на проектирование без учета дополнительных затрат на создание резервов, которые должны содержаться в научных исследованиях, в проектировании, в производстве и финансировании. Такие резервы должны быть экономически обчислены, доказаны как дающие определенный эффект с учетом тенденций развития рынка и особенно в потенциальных областях потребления плитной продукции, в новых видах плит. Здесь речь идет не только о создании новых видов плит, но и об изыскании новых областей их применения, об инновационных решениях и конкурентоспособности строящихся предприятий в расчете на будущее при неопределенности рынка. Мощные преуспевающие фирмы могут позволить себе работать на будущее, успешно реализуя действующие производства. Однако и менее крупным предприятиям вполне возможно выступить лидером, если в их распоряжении находятся креативные решения

Создатели новых видов плит, действующие с опережением, когда разработчик или фирма чувствуют перспективу и стремятся занять соответствующую нишу в производстве и сбыте, защищают свой «клондайк» плотным забором патентов и ноу-хау. Однако требуется

квалифицированное юридическое сопровождение, что посильно только фирмам, а не отдельному разработчику.

Понятно, что специальные виды плит вначале будут иметь ограниченный спрос. В гибкой технологической линии должен быть предусмотрен быстрый переход на разные виды продукции – от традиционных базовых материалов к новым по мере поступления заказов и освоения рынка. Создание резервных мощностей, рассчитанных на производство различных видов новой продукции, требует дополнительных капиталовложений, запасов по энергетике, теплоснабжению и др. Но эти затраты относительно невелики, дополнительные расходы на диверсификацию производства окупятся устойчивостью предприятия в изменяющемся рынке материалов, конъюнктурой производства, быстротой перехода на производство новых видов продукции. *Ставка на новаторство таит в себе риск и даже ошибку, ставка на традицию гарантирует отставание и даже уход с поля конкурентной борьбы.*

В том случае, если модифицирование направлено на повышение качества базовых плит, например, для перевода ДСП из класса эмиссии формальдегида E1 в E0,5 по патенту [2], то результат достигается малыми затратами. Если модифицирование направлено на снижение пожарной безопасности ДСП [3], то возникает необходимость учета специфики образования структуры плиты, в первую очередь, в условиях среды, воздействия температуры и давления, когда огнезащитное средство существенно влияет на механизм отверждения связующего и, следовательно, на базовые показатели материала.

Выбор связующего зависит от целей модифицирования ДСП, от природы модификатора и заданных основных параметров. Антисептики, «работающие» в щелочной среде, требуют для плит на КФС совершенно иного отвердителя, чем слабокислые антипирены. Для плит, служба которых предполагает воздействие высокой влажности или даже периодического попадания на них капельножидкой воды, подходят ФФС.

В общем случае выбор или создание подходящего связующего включает знание таких параметров, которые вытекают из его взаимодействия с массой стружки, обработанной модифицирующими вспомогательными химическими веществами. В частности, нужно учитывать следующие факторы и возможность управлять ими:

Окончание таблицы 2

а) смачиваемость связующим поверхности древесных частиц, покрытых модификатором (например, использованием ПАВ);

б) липкость для транспортной прочности брикетов (например, введением окисленных крахмальных реагентов);

в) скорость отверждения в связи с вариабельностью кислотности целевых добавок (например, изменение амидофосфатом КМ показателя рН от нейтрального до сильнокислого);

г) учитывать полноту конверсии функциональных групп связующего в присутствии различных по своей природе целевых добавок, обеспечивающих соответствие плит требованиям условий службы;

д) способность сорбировать выделяющийся при поликонденсации формальдегид и химически взаимодействовать с ним (например, использование акцепторов);

е) возможность изменять надмолекулярную структуру образующегося полимера (например, с развитием развернутых структурных образований вместо глобулярных).

Любое техническое решение модифицирования ДСП, как и всех других видов древесноплитных материалов, должно приводить к получению экономического эффекта. Помимо эффекта у потребителя за счет применения модифицированных плит заданного качества и у изготовителя за счет их производства (потребитель платит), проводимое модифицирование может преследовать цель получения экономического эффекта сугубо только у изготовителя. Решение в этом варианте лежит в использовании таких модификаторов, которые рентабельно способствуют энергосбережению на стадиях подготовки древесного сырья и горячего прессования плит, сохраняя качество продукции на требуемом стандартом уровне.

Модифицирование в целях ресурсосбережения осуществляется за счет расширения сырьевой базы, компенсируя сокращение расхода традиционного сырья использованием неликвида, или новых его источников. Это относится и к древесному компоненту плит, и к связующему, и к добавкам специального назначения.

Мы проанализировали и структурировали основные принципы модифицирования всех видов древесных плит. Принципы положены в основу монографии «**21 принцип модифицирования древесных плит от Леоновича**». Каждый принцип сопровождается научным обоснованием и примерами с обязательной ссылкой на публикацию и/или патент. Материал организован в трех разделах: а) придание новых целевых

свойств; б) повышение потребительских свойств древесных плит посредством модификаторов; в) энерго- и ресурсосбережение. Включен раздел по авторским правам и алгоритму решения изобретательских задач с иллюстрацией стадий.

Тираж книги со сроком издания в апреле 2016 г. будет определяться заинтересованностью работающего в древесно-плитной отрасли инженерного корпуса.

Список литературы

1. Шалашов А.П., Поблагуева Т.М., Грошев И.М. Состояние производства древесных плит в России // *Древесные плиты: теория и практика* / Под ред. А.А. Леоновича: 18-я Междунар. науч.-практ. конф., 18–19 марта 2015 г. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – С. 5–10.

2. Пат. 2535737 Российская Федерация, МПК В27 N3/00. Применение летавина в качестве компонента древесных плит на основе амидоформальдегидного связующего / А.А. Леонович, Т.Н. Войтова, В.Г. Шпаковский. – № 2013113154/13; Заявл. 22.03.2013; Опубл. 20.12.2014, Бюл. № 35.

3. Леонович А.А., Шпаковский В.Г. *Древесностружечные плиты: огнезащита и технология: [Монография]*. – СПб.: Химиздат, 2012. – 160 с.

Промышленное получение огнезащитного ДБСП с использованием антипирина КМ

А.В. Шелоумов, А.А. Леонович – СПбГЛТУ

Значительная часть древесных плит (особенно MDF) используется в строительстве для установки полов, стен и др. При этом в зависимости от места установки (например, в местах эвакуации), вида помещений (особенно объектов социального назначения), численности людей в объектах культурно-массового назначения (зрелищные учреждения, дансинги и т.п.) требуется обеспечить определенный уровень пожарной безопасности. Древесноплитные материалы перед установкой подвергаются отделке различными методами с использованием бумажно-смоляных пленок. В некоторых случаях необходимо, чтобы полученный таким образом материал отвечал требованиям по распространению пламени, особенно если плиты изготовлены в огнезащитном исполнении.

В этой связи возникает необходимость получения бумаги пониженной горючести. Она также требуется для изготовления внутренних слоев декоративного бумажно-слоистого пластика (ДБСП). В настоящей статье сообщается о свойствах огнезащитной бумаги и изготовлении на ее основе ДБСП пониженной горючести. Предварительными исследованиями в лабораторных условиях была показана пригодность эффективного антипирина амидофосфата марки КМ (ТУ 2499-001-05091160–2012) для придания огнезащитности бумаге с определением граничных условий рецептуры и ее использования для получения пластика [1].

С целью проверки принципиальной возможности получения огнезащитной пропиточной бумаги для внутренних слоев ДБСП с использованием антипирина амидофосфата КМ в производственных условиях провели синтез антипирина КМ и выработку опытной партии огнезащитной бумаги в цехе технических бумаг ОАО «Красногородская экспериментальная бумажная фабрика» (г. Санкт-Петербург). В качестве бумаги-основы использовали бумагу многослойную для внутренних слоев ДБСП производства ОАО «Светогорский ЦБК», г. Светогорск Ленинградской области, (ТУ 13-7308001-766[88]) с массой $1 \text{ м}^2 130 \text{ г}$.

Синтез антипирина КМ проводили в промышленном реакторе марки «Ülha» (Финляндия) номинальной вместимостью $0,63 \text{ м}^3$ при

скорости вращения мешалки 500 мин^{-1} . Антипирен КМ получали путем поликонденсации 85 %-ной фосфорной кислоты и карбамида в расплаве при температуре $132\text{--}135 \text{ }^\circ\text{C}$ и в присутствии никелевого катализатора с последующим охлаждением и растворением в воде [2]. Мольное соотношение фосфорной кислоты и карбамида при синтезе составляло $1 : 1,5$. Масса синтезированного КМ составила 103 кг. Полученный раствор КМ имел следующие показатели: массовая доля сухих веществ 56,8 %, плотность 1273 кг/м^3 , рН 7,3. Затем раствор антипирина разбавили до оптимальной рабочей концентрации 11 % (плотность 1051 кг/м^3).

Огнезащитную обработку бумаги-основы осуществляли путем нанесения на ее поверхность 11 %-ного раствора антипирина КМ на промышленной покровной машине марки «Ülhavaaga» (Финляндия) с последующей конвективной сушкой циркулирующим горячим воздухом в шестисекционном сушильном туннеле. Процесс проводили на основании временного технологического регламента № 58-87. Рулон исходной бумаги массой 350 кг и шириной 1200 мм обрезали до ширины 880 мм в соответствии с рабочей шириной покровной машины. Температура рабочего раствора антипирина составляла $20\text{--}30 \text{ }^\circ\text{C}$. Скорость движения бумаги-основы составляла $0,3\text{--}0,4 \text{ м/с}$, скорость вращения намазывающего валика $0,35\text{--}0,40 \text{ м/с}$. Температура воздуха в сушильном туннеле составляла $135\text{--}140 \text{ }^\circ\text{C}$. Массовая доля сухого антипирина КМ в обработанной бумаге составила 10,5 %. Объем выработки огнезащитной бумаги с массой $1 \text{ м}^2 148 \text{ г}$ (ОБ-148) с учетом обрывов полотна и отбора проб составил 240 кг.

Образцы огнезащитной бумаги подвергали физико-механическим испытаниям по стандартам для исходной бумаги, а также испытаниям на горючесть. Степень снижения горючести образцов бумаги и ДБСП оценивали по потере массы Δm и продолжительности самостоятельного горения и тления образцов $\tau_{\text{г}}$. При этом бумагу испытывали в виде образцов, состоящих из 10 слоев, сшитых стеклонитью. Образцы бумаги также испытывали на горючесть по методу «полукруга» (BS 476-2, DIN 54331). При этом определяли длину сгоревшей части образца L , продолжительность самостоятельного горения $\tau_{\text{г}}$ и рассчитывали безразмерный оценочный индекс распространения пламени по образцу M , характеризующий эффективность огнезащиты. Результаты физико-механических и огневых испытаний образцов исходной бумаги-основы и ОБ-148

приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические показатели и горючесть образцов бумаги для внутренних слоев ДБСП

Наименование показателя	Огнезащищенная бумага	Исходная бумага	
		норма по ТУ	фактически
Масса материала площадью 1 м ² , г	148	130 ± 4	132
Толщина, мкм	255	не менее 200	210
Разрушающее усилие в поперечном направлении, Н	52,9	не менее 53,8	55,8
Капиллярная впитываемость воды за 5 мин в продольном направлении, мм	49	не менее 30	39
Проницаемость при одностороннем смачивании, с	4	не более 10	7
Массовая доля золы, %	2,7	не нормируется	–
рН водной вытяжки	6,5	8,0 ± 1,0	7,5
Влажность, %	5,8	5 ± 2	5,7
Горючесть в 10 слоях: Δm, % тсг, с	14,5 0	не нормируется	86,5 195

Продолжение таблицы 1

Наименование показателя	Огнезащищенная бумага	Исходная бумага	
		норма по ТУ	фактически
Горючесть по методу «полукруга»: L, мм тсг, с M□	108 5 42,9	не нормируется	800 98 5,6

После введения антипирена КМ бумага сохранила свою прочность, капиллярная впитываемость повысилась, рН водной вытяжки остался близким к нейтральному. Потеря массы образца из 10 слоев ОБ-148 при испытании на горючесть не превышает 20 % при полном отсутствии самостоятельного горения и тления. При испытании на горючесть по методу «полукруга» образцы ОБ-148 не распространяют пламя, а лишь обугливаются на высоту пламени источника зажигания. Полученную бумагу использовали для внутренних слоев огнезащищенного ДБСП (ОДБСП).

На промышленной линии ООО «Завод слоистых пластиков» (г. Санкт-Петербург) провели опытную выработку ОДБСП на основе пропиточной бумаги ОБ-148, содержащей 10,5 % КМ. Изготовление пластика осуществляли по действующему технологическому регламенту № 3-01-86. Процесс включал пропитку огнезащищенной бумаги фенолоформальдегидной смолой марки ЛБС-1 (ГОСТ 901-78) на пропиточной машине 2070/4 с последующей сушкой, набор пакетов - с использованием лицевых слоев, содержащих меламинакарбаминоформальдегидную смолу марки ММ-54У (СТП 071-152-82), и горячее прессование ОДБСП - в промышленном прессе с усилием 2000 т. Массовая доля сухой смолы в пропитанной бумаге составляла 33-40 %, массовая доля летучих веществ – 5,2-6,9 %. ОДБСП толщиной 1,6; 2,0 и 3,0 мм (соответственно 5, 7 и 13 слоев ОБ-148) прессовали при температуре 135 °С и максимальном удельном давлении 10 МПа в течение 4 мин/мм толщины готового пластика. Объем выработки составил 90 м² ОДБСП.

Образцы полученного ОДБСП подвергали физико-механическим и огневым испытаниям. Плотность образцов определяли по ГОСТ 15139-69, разрушающее напряжение при изгибе - по ГОСТ 4648-

71, удельную ударную вязкость - по ГОСТ 4647–80, стойкость к кипячению в воде - по ГОСТ9590–76. Характеристика образцов ОДБСП в сравнении с нормативными требованиями к стандартному пластику представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические показатели и горючесть образцов ДБСП

Наименование показателя	ОДБСП толщиной, мм			ДБСП марки А по ГОСТ 9590–76
	1,6	2,0	3,0	
Плотность, кг/м ³	1480	1480	1470	не менее 1400
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	133,4	136,5	130,0	не менее 117,6
Удельная ударная вязкость, кДж/м ²	8,4	9,3	10,3	не нормируется
Стойкость к кипячению в воде в течение 60 мин: а) увеличение массы, % б) увеличение толщины, % в) изменение внешнего вида	3,8	2,5	2,2	не более 6,0
	1,4	0,8	0,6	не более 6,0
	без вздутий и расслоений			без вздутий и расслоений
Горючесть: Δm, % τ _{ср} , с	7,8 0	4,9 0	2,4 0	не нормируется

Горючесть стандартного ДБСП не нормируется, при огневых испытаниях в лабораторных условиях Δm образцов составила 29,9 % при

τ_{ср} = 35 с. Образцы ОДБСП с внутренними слоями из ОБ-148 по прочности и водостойкости отвечают требованиям ГОСТ 9590–76 к ДБСП марки А. При испытании на горючесть потеря массы образцов ОДБСП не превышает 10 % при полном отсутствии самостоятельного горения и остаточного тления, что удовлетворяет условиям огнезащитности материала.

Выводы

1. Изучена возможность изготовления бумаги с использованием антипирена амидофосфата КМ и показано ее соответствие в отношении горючести требованиям британского стандарта BS 476-2, а по физико-механическим показателям – требованиям, предъявляемым к бумаге для внутренних слоев ДБСП.

2. С использованием полученной огнезащитной бумаги на промышленной линии изготовлен ДБСП, полностью удовлетворяющий общим требованиям к стандартному пластику общего назначения и обладающий дополнительным свойством – пониженной горючестью.

3. Полученная информация предназначена для разработки технологии изготовления огнезащитных бумажно-смоляных пленок для отделки древесноплитных материалов пониженной горючести, а также для получения огнезащитного ДБСП.

Список литературы

1. Леонович А.А., Шелоумов А.В. Использование амидофосфата для получения огнезащитного ДБСП // Состояние и перспективы развития производства древесных плит / Под ред. В.П. Стрелкова: Сб. докл. 17-й Междунар. науч.-практ. конф., 19–20 марта 2014 г. – Балабаново: ЗАО «ВНИИДРЕВ», 2014. – С. 47–57.

2. Пат. 517491 Российская Федерация, МКИ⁶ В27 К3/52. Антипирен и способ его приготовления / А.А. Леонович. – № 2108036/15; Заявл. 21.02.75; Оpubл. 05.03.93, Бюл. №

Листовой теплоизоляционный материал на основе древесного волокна

*В.В. Васильев, А.А. Багаев,
В.В. Лебедева, Н.И. Петухов – СПбГЛТУ*

В строительстве и в других областях, где требуется защита от потери тепла, нашли широкое применение современные теплоизоляционные материалы (ТИМ). Их изготавливают на основе неорганических волокон (торговые марки Rocwool или ISOVER), целлюлозных волокон (ЭКОВАТА или ЭКОВИЛЛА) и в виде пенопластов (пенополиуретан, пенополиэтилен, пенополистирол). ТИМ, применяемые в деревянном домостроении, должны обладать огнезащищенностью.

Недостатком ТИМ неорганического типа из стеклянных или базальтовых волокон является осадка его при эксплуатации в результате постепенного разрушения клеевых соединений, связывающих волокна. В результате ухудшаются теплозащитные свойства. Несомненным достоинством этих материалов является высокая огне- и биостойкость. Пенопласты также не поддаются биокоррозии, но при жестких условиях эксплуатации (замораживание – оттаивание) они подвергаются деструкции с выделением токсичных мономеров. Особенно большое количество токсичных газообразных продуктов выделяется из них при горении. Придание же им огнезащитных свойств затруднительно.

Наиболее экологичными являются ТИМ на основе натуральных волокон. Их получают путем совместного сухого размола обрезков бумаги и химических добавок, которые выполняют роль антипиренов и антисептиков. В качестве последних используют буру в количестве 10 % и борную кислоту в количестве 18 % от массы абсолютно сухой целлюлозы. ЭКОВАТУ и ЭКОВИЛЛУ изготавливают в виде насыпного материала и применяют путем заполнения ими готовых строительных объемов или путем напыления вместе со специальным клеем на горизонтальные или вертикальные поверхности. Опыт производства этих материалов показал, что технология их изготовления несложная, но имеются ограничения по применяемому целлюлозному сырью. Оно должно быть чистым, т.е. не содержать печатного текста и рисунков, а также пропиточных составов для придания глянца и прочности. Огневые испытания промышленных образцов ЭКОВИЛЛЫ показали, что они не имеют самостоятельного горения, но у них довольно высокое время самостоятельного тления – до

70 с [1]. Вероятно, это связано с тем, что при сухом размоле порошки антипирена и антисептика неравномерно распределяются по поверхности целлюлозных волокон.

Альтернативой макулатурной целлюлозе может быть древесное волокно, получаемое путем дефибраторного размола. В процессе изготовления волокна и на выходе из дефибратора можно наносить на волокно антисептики и антипирены в виде водных растворов, что позволит равномерно распределить добавки не только по поверхности, но и по объему волокон. Технология насыпного ТИМ на основе древесного волокна разработана нами и запатентована [1, 2]. Произведенные нами расчеты показывают, что организация дополнительного производства насыпного ТИМ в действующих цехах древесноволокнистых плит имеет высокую экономическую эффективность и быструю окупаемость [3].

Более технологичным для строительства является листовой ТИМ. Исследовали возможность изготовления его на основе древесного волокна. Использовали дефибраторное волокно лиственных пород древесины, полученное без введения упрочняющих и гидрофобизирующих добавок, производства ОАО «ЛесПлитИнвест» (г. Приозерск Ленинградской обл.). Породный состав древесного волокна: осина — 70 %, береза — 30 %; степень размола 12 °ШР, влажность 7-9 %.

В качестве антипирена и антисептика использовали борную кислоту, фосфоразотсодержащий реагент (ФАР), буру и жидкое стекло. Для склеивания волокон на их поверхность наносили связующее на основе карбамидоформальдегидной смолы марки КФМТ-15. Расход абс. сух. смолы от массы абс. сух. Волокна - 15 %. Для моделирования реального процесса изготовления волокна сухое волокно влажностью 8 % обрабатывали водой до влажности 100 %, затем на него наносили расчетное количество водных растворов антипиренов и антисептика, сушили до влажности 8 %, наносили связующее на основе КФС, формировали ковры в вакуум-формирующей машине и прессовали в лабораторном обогреваемом гидравлическом прессе. Расчетная плотность плит — 200 кг/м³. Режим горячего прессования: температура: 180 °С, давление 0,5 МПа, удельное продолжительность прессования — 0,2 мин/мм. После прессования плиты кондиционировали при комнатных условиях в течение 3 суток, раскраивали на образцы и испытывали.

Плотность плит (ρ) определяли по ГОСТ 10634, прочность при статическом изгибе ($\sigma_{изг}$) – по ГОСТ 10635. Коэффициент теплопроводности ТИМ определяли на лабораторном калориметре по методике, приведенной в [4].

Огнезащищенность материала оценивали методом «Огневой трубы» по ГОСТ 12.1.044-84 на образцах размерами 150×35 мм, продолжительность выдержки их в пламени горелки — 150 с. В ходе испытаний фиксировали продолжительность самостоятельного горения ($t_{с.г.}$) и тления образцов ($t_{с.т.}$), потерю их массы (S_m).

Испытания огнезащищенности строительных материалов методом «Огневой трубы» являются лабораторными оценочными характеристиками. По их результатам нельзя сделать заключение о группе горючести материала. Основанием для передачи образцов на более серьезные квалификационные испытания является, в соответствии с ГОСТ 12.1.044-84, достижение потери массы плитных материалов в огневой трубе менее 20 %.

Провели исследование по влиянию вида и расхода антипиренов и антисептиков в составе плитного теплоизоляционного материала (ТИЗОП) плотностью 200 кг/м³ с целью достижения потери массы менее 20 % при испытаниях методом «Огневой трубы». Эксперимент провели в 3 стадии по 2 состава в каждой стадии. В последующей стадии корректировали вид и содержание компонентов ТИЗОП. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Результаты эксперимента показывают, что введение в состав плиты значительного количества (до 15-20 %) фосфоразотсодержащего реагента приводит к значительному снижению прочности плиты и не обеспечивает высокой огнезащиты. Это можно объяснить тем, что при горячем прессовании плиты происходит интенсивное разрушение реагента с выделением аммиака, который препятствует отверждению КФС и набору прочности связующего. Введение в состав антипиренов добавки жидкого стекла приводит к некоторому повышению прочности ТИЗОП, но не способствует усилению огнезащиты. Только последовательное увеличение содержания буры и борной кислоты до 12 и 20 % соответственно позволило получить образцы, которые при испытаниях в огневой трубе имеют потерю массы менее 20 %.

Таблица 1. Физико-механические свойства и горючесть плитного материала ТИЗОП с различным содержанием антипиренов и антисептиков

Содержание				ρ , кг/м ³	$\sigma_{изг}$, МПа	Огневые испытания	
ФАР	Бура	Борная кисло- та	Жидко е стекло			$t_{с.г.}$, с	S_m , %
15	5	5	-	225	0,20	0	65,9
20	5	5	-	222	0,16	0	58,7
5	7	13	-	196	0,35	0	29,3
5	9	16	-	195	0,31	0	25,5
5	9	16	5	212	0,34	0	27,6
5	12	20	-	223	0,26	0	19,8

Во время испытаний образцов в огневой трубе фиксировали также продолжительность их самостоятельного тления. Было обнаружено, что термического тления материала с выраженной зоной раскаленного карбонизированного участка плиты не происходит. Однако в зависимости от содержания добавок наблюдается выделение белого дыма в течение от 40 до 2,5 минут.

В России в соответствии с Федеральным законом № 123-ФЗ от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» теплоизоляционные строительные материалы подразделяют по группам горючести, воспламеняемости, дымообразующей способности и токсичности продуктов горения (ФЗ № 123-ФЗ, Приложение, табл. 27). Одна из главных характеристик – группа горючести. Строительные материалы подразделяют на четыре группы: слабогорючие (Г1), умеренногорючие (Г2), нормальногорючие (Г3) и сильногорючие (Г4). В зависимости от назначения теплоизоляционные материалы должны отвечать требованиям к группам Г2 и Г1.

Изготовили лабораторные образцы ТИЗОП для проведения испытаний на определение плотности, прочности, группы горючести и коэффициента теплопроводности. Содержание антипиренов и антисептиков установили на уровнях, определенных в предыдущем исследовании: ФАР – 5 %; бура – 12 %; борная кислота – 20 %.

Листовой теплоизоляционный материал имеет плотность 203 кг/м³, прочность при статическом изгибе — 0,21 МПа, коэффициент теплопроводности — 0,028 Вт/(м·К).

Для определения группы горючести плитный материал резали на образцы размерами 400×190 мм и 200×190 мм, а затем срачивали их металлическими скобами до получения образцов 1000×190 мм. Всего изготовили 12 образцов размерами 1000×190 мм. Испытания на определение группы горючести проводили в сертифицированной лаборатории МЧС России в соответствии с ГОСТ 30244 [5]. Результаты огневых испытаний ТИЗОП и требования к слабогорючим строительным материалам приведены в таблице 2.

Таблица 2. Горючесть ТИЗОП и требования к слабогорючим материалам группы Г1

Нормируемые показатели	Свойства ТИЗОП	Требования к слабогорючим материалам
T – температура отходящих дымовых газов, °С	81	≤ 135
S _L – степень повреждения по длине образца, %	20	≤ 65
S _m – степень повреждения по массе образца, %	12	≤ 20
t _{с.г.} – продолжительность самостоятельного горения, с	0	0

Таким образом, разработан листовой теплоизоляционный материал ТИЗОП на основе древесного волокна с добавками антисептика и антипиренов, который имеет плотность 203 кг/м³, прочность при статическом изгибе — 0,21 МПа и относится к слабогорючим материалам группы горючести Г1. Он имеет удельную теплопроводность 0,028 Вт/(м·К), что на 70 % лучше утеплителей на неорганической основе и на 38 % лучше «ЭКОВАТЫ» и «ЭКОВИЛЛЫ». Для сравнения коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала «URSA» – 0,045-0,050 Вт/(м·К), а для «ЭКОВАТЫ» он составляет 0,036-0,041 Вт/(м·К).

Список литературы

1. Царев Г.И., Багаев А.А., Васильев В.В., Лебедева В.В., Петухов Н.И. Насыпной теплоизоляционный материал на основе древесного волокна. Древесные плиты: теория и практика: 16-я Междунар. науч.-практ. конференция, 20-21 марта 2013 г. СПб: Изд-во Политехнического ун-та, 2013. – С. 88 – 92.
2. Пат. 2501761 Российская Федерация, МПК С04В 28/26, Е04С 2/10. Теплоизоляционный материал и способ его изготовления. Васильев В.В., Багаев А.А., Быстрова В.В., Маркова Н.П., Петухов Н.И. – № 2012115797/03; Заявл. 13.04.2012; Опубл. 20.12.2013, Бюл. № 35.
3. Васильев В.В., Багаев А.А., Петухов Н.И. Организация производства теплоизоляционного материала на основе древесного волокна. Состояние и перспективы развития производства древесных плит: Сборник докладов 17-й Междунар. науч.-практ. конференции 19 – 20 марта 2014 г. – Балабаново, 2014. – С. 77 – 83.
4. Кортнев А.В, Рублев Ю.В., Куценко А.Н. Практикум по физике. – Высшая школа, 1961. – 427 с.
5. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.