

# **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ С ПОНИЖЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТЬЮ**

**В.А. Якимов.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
г. Железногорск.**

**И.М. Морозов.**

**Лесосибирский филиал Сибирского государственного технологического университета, г. Лесосибирск.**

**Ю.Д. Алашкевич, доктор технических наук, профессор.**

**Сибирский государственный технологический университет, г. Красноярск**

Описано влияние процесса придания древесноволокнистым плитам специальных свойств на физико-механические показатели готовой продукции. На основании экспериментальных исследований сделаны выводы о влиянии содержания вермикулита на прочность и водопоглощение плит. Предложены рекомендации по использованию определенного содержания вермикулита для получения древесноволокнистых плит с пониженной пожарной опасностью.

*Ключевые слова:* древесноволокнистые плиты, физико-механические показатели, экспериментальные исследования, вермикулит

## **IMPROVING THE PROCESS FOR PRODUCING WOOD-FIBER PANELS SPECIAL PROPERTIES WITH STRENGTH INDEX PRESERVATION**

**V.A. Yakimov.**

**Siberian fire and rescue academy of State fire service of EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk.**

**I.M. Morozov. Lesosibirsky branch of the Siberian state technological university, Lesosibirsk.**

**Yu.D. Alashkevich. Siberian state technological university, Krasnoyarsk**

Influence of the process of giving to the wood fiber panels special properties on the physical and mechanical indices of finished goods is described in the article. On the basis of experimental research conclusions about the impact of the strength of the content of vermiculite plates, slabs water absorption. Recommendations on the use of certain content of vermiculite for fibreboard with reduced fire hazard.

*Keywords:* wood-fiber panels, physical and mechanical properties, experimental research, vermiculite

Социально-экономическое развитие, стимулируемое ростом численности населения планеты, сопровождается обострением негативных проблем, лежащих в сфере экологии и безопасности жизнедеятельности. Особую остроту приобретают пожары. Если лесные пожары лишь отчасти являются следствием антропогенной деятельности, то пожары зданий, сооружений, транспортных средств, как правило, связаны с человеческим фактором и сопровождаются гибелью людей.

Необходимость выполнения норм пожарной безопасности при проектировании и строительстве объектов обусловило появление ряда разработок по огнезащите материалов

и конструкций путем нанесения на их поверхность огнезащитных средств, базирующихся в большинстве, на известных антипиренах с варьируемым соотношением и целевыми добавками. Имеются и технические решения по изготовлению огнезащитных материалов с введением антипиренов в структуру материала в технологическом процессе производства.

Древесноволокнистые плиты (ДВП) являются распространенным материалом для облицовки и звукоизоляции стен, полов и потолков жилых зданий, утепления кровель, акустической отделки специальных помещений, именно поэтому ДВП находят широкое применение в строительстве, производстве мебели, тары, столярных и других изделий и конструкций, защищенных от увлажнения. Однако наряду с достоинствами ДВП имеют и недостатки. Они обладают высоким водопоглощением (до 18 % в сутки), отличаются значительной гигроскопичностью (до 15 % в нормальных условиях), при изменении влажности окружающей среды меняют свои размеры, в них могут развиваться древоразрушающие грибы. Такие плиты воспламеняются легче, чем обычная древесина. С целью увеличения водо-, био- и огнестойкости ДВП применяют специальные добавки [1]. Очень важно, чтобы при придании названных свойств ДВП такие показатели, как прочность, плотность, разбухание, водопоглощение соответствовали ГОСТ.

Целью работы являлось исследование влияния содержания вермикулита на физико-механические показатели и огнестойкость ДВП мокрого и сухого способа производства.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- выбор уровней и интервалов варьирования содержания вермикулита в ДВП;
- получение математических моделей объекта;
- определение влияния содержания вермикулита на физико-механические показатели и огнестойкость ДВП;
- выбор оптимального содержания вермикулита с целью рекомендации использования в ДВП с пониженной пожарной опасностью.

Исследования проводились в лаборатории кафедры Лесосибирского филиала Сибирского государственного технологического университета на образцах стандартных размеров (ГОСТ 19592–80) ДВП мокрого и сухого способа производства.

В исследованиях рассматривались возможность получения трудногорючих ДВП, произведенных как мокрым, так и сухим способом. Желаемого результата достигли путем смешивания древесноволокнистого полуфабриката и вспученного вермикулита.

Вермикулит обладает высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, не токсичен, не подвержен гниению и препятствует распространению плесени. Уникальные его технические характеристики – это температуростойкость, огнестойкость, отражающая способность, химическая инертность. Вермикулит является экологически чистым и биостойким продуктом. При повышенной температуре, возникающей при пожарах, не выделяет газов, что является важным преимуществом по сравнению с другими известными материалами органического происхождения.

Вспученный вермикулит был специально подготовлен путем измельчения в роторной ножевой установке МР-4 при заданных технологических параметрах [2, 3].

В данной работе для построения математической модели процесса, проверки ее адекватности и для оценки влияния на процесс каждого учитываемого фактора использовали регрессионный анализ – метод, который позволяет устанавливать значения факторов и диапазоны их варьирования по своему усмотрению, согласно технологическому процессу. Для получения регрессионных зависимостей был выбран метод наименьших квадратов.

Были выбраны управляемые и контролируемые факторы для эксперимента. Управляемые факторы эксперимента –  $\varepsilon$  – содержание вермикулита, %.

На основании многочисленных предварительных исследований были выбраны интервалы и уровни варьирования с целью установления количественной взаимосвязи исследуемого фактора:  $5 \leq \varepsilon \leq 50$ .

Контролируемые факторы эксперимента:

- Pr – прочность на изгиб, МПа;
- S – водопоглощение плиты, %;
- Δm – потеря массы образца, %;
- τ – время достижения максимальной температуры, мин.

Исследования реализованы при всех прочих равных условиях технологического процесса получения ДВП мокрого и сухого способа производства.

В соответствии с планом эксперимента исследования велись по следующей методике:

- варьировали содержание вермикулита в древесноволокнистой плите;
- готовые образцы плит мокрого и сухого способа производства испытывали на прочность и водопоглощение по стандартной методике [4];
- образцы подвергались испытанию в специальной лабораторной установке, позволяющей определить время сжигания образца, что дает возможность получить зависимости потери массы образца и времени достижения максимальной температуры от содержания вермикулита в основной композиции.

Статистическая обработка экспериментальных данных позволила определить коэффициенты уравнений регрессии, получить соответствующую математическую модель, адекватно описывающую исследуемый процесс. Ниже приведены полные регрессионные модели зависимостей прочности, водопоглощения, потери массы образца и времени достижения максимальной температуры от содержания вермикулита в основной. Адекватность полученных уравнений регрессии проверяли по критерию Фишера.

$$Pr=43,8-0,22\varepsilon-0,0033\varepsilon^2;$$

$$S=16,71+0,423\varepsilon-0,027\varepsilon^2;$$

$$\Delta m=96,29-1,38\varepsilon+0,01\varepsilon^2;$$

$$\tau=0,097+0,025\varepsilon+0,0002\varepsilon^2.$$

На рис. 1, 2 представлены графики зависимостей прочности, водопоглощения, потери массы образца и времени достижения максимальной температуры в зависимости от варьирования содержания вермикулита в ДВП.

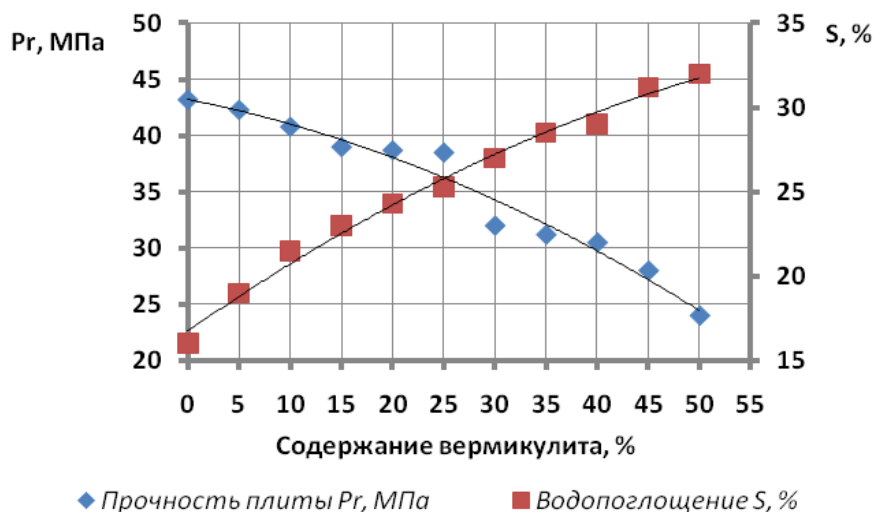


Рис. 1. Зависимость прочности и водопоглощения от содержания вермикулита в ДВП

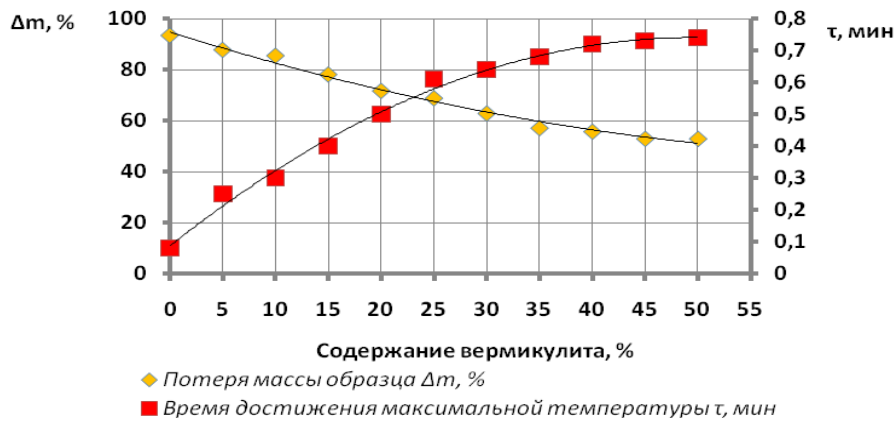


Рис. 2. Зависимость потери массы образца и времени достижения максимальной температуры от содержания вермикулита в ДВП

Как видно из представленных графиков, с увеличением массовой доли вермикулита в ДВП параметры пожарной опасности улучшаются, значения же физико-механических показателей несколько ухудшаются. Например, при значении  $\omega_6=10\%$  время достижения максимальной температуры газообразных продуктов горения  $\tau=0,3$  мин, потеря массы образца составит  $\Delta m=86\%$ , величина прочности при изгибе  $\sigma_{изг}=40,5$  МПа, водопоглощение за 24 ч  $S=22$ . При увеличении массовой доли до  $\omega_6=25\%$  величины примут следующие значения: время достижения максимальной температуры газообразных продуктов горения увеличится до  $\tau=0,6$  мин и далее с ростом массовой доли будет расти; потеря массы образца снизится до  $\Delta m=72\%$ , то есть по ГОСТ 12.1.044–89 полученные ДВП можно отнести к трудновоспламеняемым.

Из графиков видно, что добавлять вермикулит в ДВП целесообразно до 25 % к а.с.в., не нарушая прочностные характеристики плиты с целью снижения пожарной опасности плит до уровня трудногорючих.

Исследования показали, что наибольшее влияние на физико-механические свойства ДВП оказывает гранулометрический состав вермикулита, то есть чем меньше размеры частиц, тем равномернее распределение его по всему объему плиты [5], как видно из рис. 3, 5. Равномерность распределения обуславливает сохранение качественных показателей ДВП с одновременным приданием им огнестойкости. На рис. 4, 6 видно, что на волокне при соприкосновении с твердой гранулой вермикулита образуется трещина, гранула входит в волокно, тем самым вермикулит как бы обволакивает частицу волокна. Поэтому размеры гранул должны быть менее 1/2 диаметра волокна.

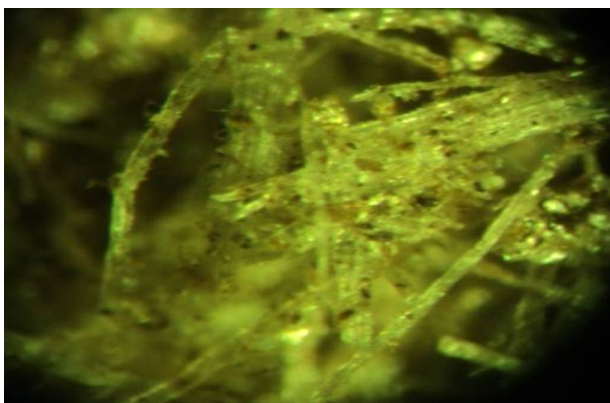


Рис. 3. Мокрый способ, содержание вермикулита 30 % к массе а.с.в., увеличение 980 крат

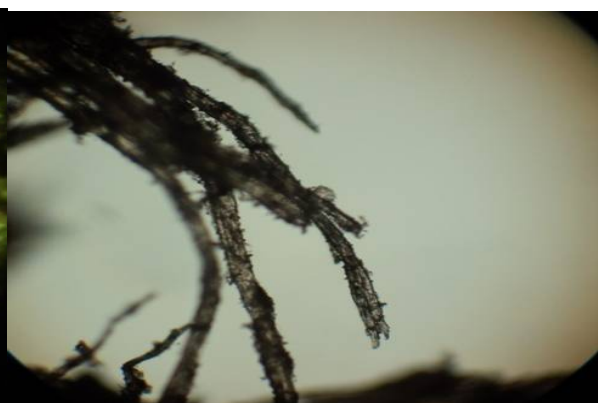
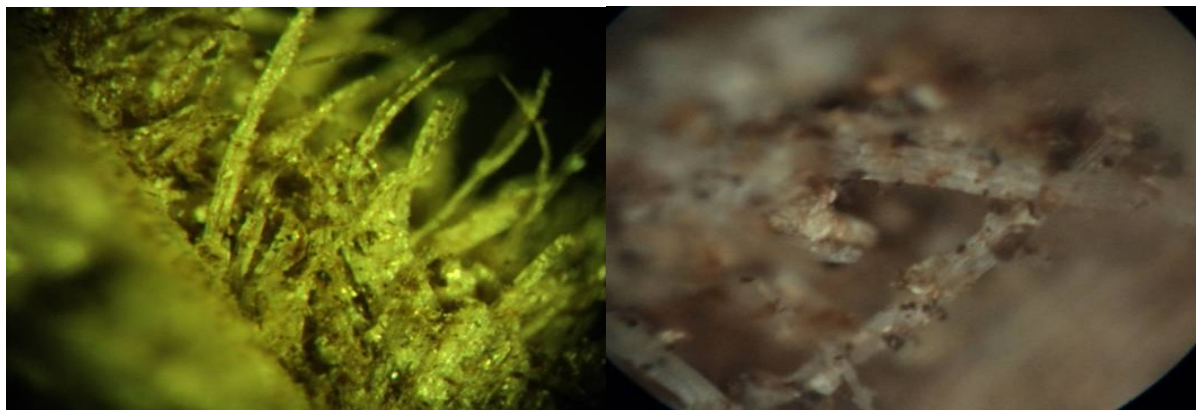


Рис. 4. Мокрый способ, содержание вермикулита 30 % к массе а.с.в., увеличение 1 500 крат



**Рис. 5. Сухой способ, содержание вермикулита 30 % к массе а.с.в., увеличение 980 крат**

**Рис. 6. Сухой способ, содержание вермикулита 30 % к массе а.с.в., увеличение 1 500 крат**

Практическая ценность результатов работы состоит в том, что полученные научные обоснования и предложенные технологические решения позволят предложить композицию для производства трудновоспламеняемых ДВП, а также технологию производства данного вида продукции.

#### **Литература**

1. Придание древесноволокнистым плитам специальных свойств с сохранением прочностных показателей / Н.А. Петрушева [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2011. № 1. С. 174–176.
2. Морозов И.М., Чистова Н.Г. Экологический фактор рециклинга древесноволокнистых отходов плитного производства // Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды. 2013. Т. I. С. 351–355.
3. Морозов И.М., Чистова Н.Г. Совершенствование технологического процесса производства древесноволокнистых плит // Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды. 2014. Т. I. С. 261–265.
4. ГОСТ 19592–80. Плиты древесноволокнистые. Методы испытаний. М.: Изд-во стандартов, 1980. 15 с.
5. Антонов А.В. Производство древесноволокнистых плит с пониженной пожарной опасностью: дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2013. 115 с.