

ВТОРАЯ ПРЕМИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ФАНЕРЫ С КЛЕЕВОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ НА ОСНОВЕ ФУРАНОВОЙ СМОЛЫ

Гренадеров А. Н., Штерензон В. А.

Уральский институт ГПС МЧС России,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия
alexgrenad@gmail.com, v.shterenson@gmail.com

Аннотация. В данной работе рассмотрены общие вопросы изготовления и применения древесины, физические основы горения древесины, результаты моделирования влияния технологии изготовления клеевой фанеры (на основе фурановой смолы) на огнестойкость этой фанеры, которую можно рассматривать как характеристику пожарной безопасности и надежности фанерной строительной конструкции.

Ключевые слова: огнестойкость фанеры, фурановая смола, технология изготовления фанеры, моделирование.

STUDY OF FIRE RESISTANCE OF PLYWOOD WITH ADHESIVE COMPOSITION BASED ON FURRANI RESIN

Grenaderov A., Shterenzon V.

Ural Institute of State Fire Service EMERCOM of Russia,
Ural federal university Ekaterinburg, Russia
alexgrenad@gmail.com, v.shterenson@gmail.com

Abstract. This paper discusses the general issues of wood production and use, the physical basis of wood burning, the results of modeling the influence of glue plywood (based on furan resin) manufacturing techniques on the fire resistance of this plywood, which can be viewed as a characteristic of fire safety and reliability of plywood building construction.

Key words: fire resistance of plywood, furan resin, plywood manufacturing technology, modeling.

Моделирование процессов динамики распространения продуктов горения с использованием компьютерных программ позволяет визуализировать

динамическую динамические закономерности распространения пламени, что помогает в исследовании пожарной опасности объектов, построенных с использованием новых материалов [1]. Особенно актуальны подобные исследования при прогнозировании процессов горения деревянных объектов, позволяющие определять зависимость скорости распространения огня от особенностей распространения пожара и применяемых средств пожаротушения [2]. Актуальность рассмотренной в статье задачи определяется важностью исследования огнестойкости клеевой фанеры, как часто используемого материала для жилых и производственных строительных конструкций.

Фанера (древесно-слоистая плита (ГОСТ 3916.1-96) — многослойный строительный материал, изготавливаемый путём склеивания специально подготовленного шпона. Среди материалов в строительных конструкциях фанера занимает отнюдь не первое место, но без нее не обойтись в современном строительстве (перегородки, опалубка, элементы кровли, звукоизолирующие панели, мебель и т.д.). Огнестойкость фанеры имеет большое значение в безопасности жизнедеятельности человека. Все виды плит из древесины относятся к горючим материалам. Разработка метода эффективной огнезащиты фанеры и плитных материалов, является актуальной научной проблемой в ситуации возрастающего с каждым годом числа пожаров, вызывающих человеческие жертвы и причиняющего значительный материальный ущерб [3, 4]. Снижению горючести и пределов распространения огня достигается применением огнезащитных пропиток или специальных покрытий, а также может быть достигнуто применением перспективных клеевых композиций на основе фурановой смолы [3, 4]. Фурановые смолы – это термореактивные олигомерные или полимерные продукты конденсации и ионной полимеризации фурфурола, фурфурилового спирта и их смесей друг с другом или с различными соединениями.

В данном исследовании объект исследования (процесс горения фанеры) рассматривался (моделировался) как «черный ящик» (рис.1).



Рисунок 1 – Модель «черный ящик»

Эксперимент проводился на образцах фанеры размером 15x15, склеенных при определенных режимных факторах. Образцы изготавливались из березового шпона влажностью 3%, В качестве клеевой композиции

применялась смесь фурановой и фенольной смолы в соотношении 50:50. Огнестойкость образцов определялась по методу «потери массы» (потеря массы есть разность масс образца после сжигания и до сжигания) [4].

Так как процесс горения фанеры представляет собой сложный, нестационарный стохастический процесс, для его моделирования были выбраны методы статистического анализа. Матрица планирования эксперимента представлена в работе [4]. Результаты экспериментальных исследований обработаны с применением математического аппарата многофакторного регрессионного анализа [5] в системе Statgraphics Plus for Windows [6]:

X_1 (t_{pr}) – температура плит пресса (температура прессования), $^{\circ}\text{C}$;

X_2 (τ_{pr}) – время выдержки под давлением $P=1,8$ МПа. Мин (время прессования);

Y_1 (τ_{voz}) – время воспламенения, с;

Y_2 (τ_{gor}) – время горения, с.

По экспериментальным данным были построены модели для расчета времени воспламенения фанеры, времени горения фанеры, удельной массовой скорости выгорания (потеря массы/(площадь образца*общее время горения)). Полученные модели отражают зависимость времени воспламенения фанеры τ_{voz} , времени горения фанеры τ_{gor} , потери массы Δm от технологических режимов изготовления фанеры – температуры прессования t_{pr} и время прессования τ_{pr} . Были построены поверхности отклика адекватных и наиболее точных моделей (рис.2, рис.3, рис.4, рис.5):

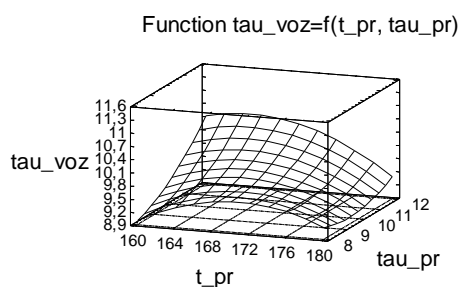


Рисунок 2 – Зависимость времени возгорания фанеры от температуры и времени прессования фанеры при её производстве, давление прессования $P=1,8$ МПа

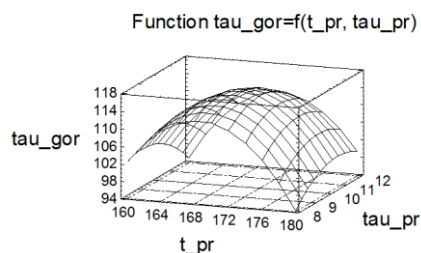


Рисунок 3 – Зависимость времени горения фанеры от температуры и времени прессования фанеры при её производстве, давление прессования $P=1,8$ МПа

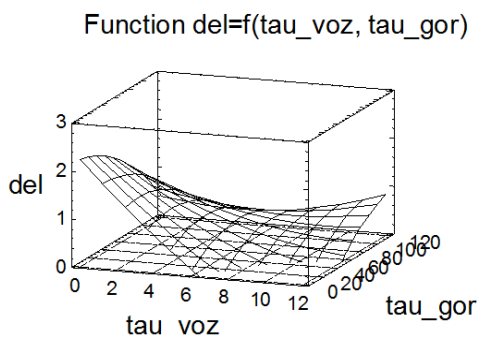


Рисунок 4 – Зависимость потери массы при горения фанеры от времени возгорания и времени горения фанеры

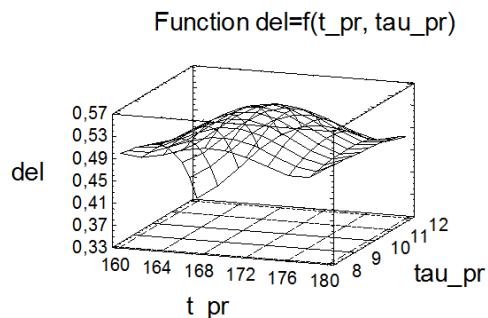


Рисунок 5 – Зависимость потери массы (огнестойкости) фанеры от температуры и времени прессования фанеры при её производстве, давление прессования $P = 1,8$ МПа

Выводы по результатам моделирования:

- С увеличением времени прессования фанеры время возгорания увеличивается;
- С увеличением температуры прессования до 170 градусов время возгорания увеличивается, но при дальнейшем увеличении температуры время возгорания фанеры падает;
- Наибольшее время возгорания фанеры в исследуемых диапазонах режимов её получения получается при температуре прессования $t = 160$ C⁰ и времени прессования $\text{tau} = 12$ минут;
- Наименьшее время возгорания фанеры в исследуемых диапазонах режимов её получения получается при температуре прессования $t = 160$ C⁰ и времени прессования $\text{tau} = 8$ минут.
- С увеличением температуры прессования фанеры до 170 градусов время её последующего горения увеличивается, но при дальнейшем увеличении температуры время горения начинает уменьшаться;
- С увеличением времени прессования фанеры при низких температурах (160 градусов) прессования время последующего горения фанеры сначала увеличивается, а потом снижается; с увеличением времени прессования фанеры при высоких температурах (180 градусов) прессования время последующего горения фанеры возрастает;
- Наименьшее время горения фанеры в исследуемых диапазонах режимов её получения получается при температуре прессования $t = 180$ C⁰ и времени прессования $\text{tau} = 8$ минут;

- Наибольшее время горения фанеры в исследуемых диапазонах режимов её получения получается при температуре прессования $t=170\text{ C}^0$ и времени прессования $\tau=10$ минут.
- С увеличением времени возгорания потеря массы уменьшается, а следовательно – повышается огнестойкость фанеры.
- при малых значения времени возгорания фанеры увеличение времени горения фанеры приводит к снижению потри массы, а следовательно – к повышению огнестойкости фанеры;
- при больших значения времени возгорания фанеры увеличение времени горения фанеры приводит к увеличению потри массы, а следовательно – к снижению огнестойкости фанеры;
- указанные явления напрямую связаны с режимами производства фанеры (температурой и временем прессования).

Итоговые выводы по исследованию огнестойкости фанеры на основе фурановой смолы и её зависимости от технологии изготовления фанеры:

- ✓ наибольшей огнестойкостью в исследованном диапазоне режимов изготовления фанеры с клеевой композицией на основе фурановой смолы обладает фанера, изготовленная при температуре прессования 160 градусов и времени прессования 12 минут. Эта фанера дольше всех «держится» до возгорания. Но эта фанера быстрее других сгорает.
- ✓ быстрее всех воспламеняется фанера, изготовленная при температуре прессования 160 градусов и времени прессования 8 минут, а также изготовленная при температуре прессования 180 градусов и времени прессования ~10 минут
- ✓ дольше всех горит фанера, изготовленная при температуре прессования ~170 градусов и времени прессования ~10 минут. Быстро сгорает фанера, изготовленная при температуре прессования 160 градусов и времени прессования 12 минут, а также изготовленная при температуре прессования 180 градусов и времени прессования ~8 минут.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аносова Е.Б., Васин А.Я., Ляшенко С.М., Шарифуллина Л.Р. Современные синтетические материалы как источник чрезвычайных ситуаций. // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2015. № 4. с. 91–94.
2. Некрасов О.Н. Прогнозирование пожароопасной обстановки и скорости распространения лесного пожара с учетом топографических особенностей местности, погодных условий и мер по пожаротушению. // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2014. № 3. с. 62-67.

3. Тихомиров Л.А. Совершенствование технологии изготовления клееной фанеры на основе применения фурановой смолы. автореф.дисс.канд.тех.наук. Кострома, 2004, 29 с.
4. Тихомиров Л.А., Гусев В.А. Исследование огнестойкости фанеры, склеенной клеевой композицией на основе фурановой смолы. [Электронный ресурс] / Актуальные проблемы лесного комплекса. 2009. / Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-ognestoykosti-fanery-skleennoy-kleevoy-kompozitsiey-na-osnove-furanovoy-smoly> (дата обращения 01.05.19).
5. Шашков В.Б. Прикладной регрессионный анализ. Многофакторная регрессия: Учебное пособие.- Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ 2003. - 363 с.
6. Краткий обзор некоторых статистических пакетов [Электронный ресурс] / Сайт Межнационального центра исследования качества жизни / Режим доступа: <http://www.quality-life.ru/metodologiya01.php> (дата обращения 01.05.19 г.).