

УДК 564.48.01

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРЕНИЯ МЕХАНИЗМА ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

PhD доцент **Рустамов У.И**

ТАСУ

ассистент **Ерназарова Г.П**

ТАСУ

ассистент **Кодирова Х**

ТАСУ

***Аннотация.** В статье рассмотрены некоторые вопросы создания огнестойких деревянных конструкции на основе местных сырьевых ресурсов. Показано, что древесина широко используется не только как строительный, но и как декоративно - отделочный материал. Отмечено, что одним из наиболее существенных недостатков древесных материалов является повышенные воспламеняемость и горючесть, поэтому на сегодняшний день ко всем строительным материалам, в том числе и к древесине, предъявляются высокие требования по пожарной безопасности. На основе проведенных исследования разработана технология получения модифицированной древесины, а также математическая обработка процесса выгорания древесины. Разработаны мероприятия по безопасному ведению технологического процесса и решены вопросы сохранения окружающей среды.*

***Ключевые слова:** древесина, горение, огнезащитный состав, скорость, теплота сгорания, тепловыделение, полимерная композиция, деструкция, математическая обработка, антипирен.*

**Abstract.** In article are considered some questions of the creation to fire-resistant wooden designs on base local raw materials resource. It is shown that wood is broadly used not only as building, but also as decorative-trimming material. It is noted that one of the most essential defect wood material is raised flammability and combustibility so for present-day day to all building materials, including to wood, are presented high requirements on fireman of safety. On base called on study is designed technology of the reception modified wood, as well as mathematical processing the process of the burning-out wood. The designed action on safe conduct of the technological process and have settled the problems of the conservation surrounding ambiences.

**Key words:** wood, combustion, flammability composition, velocity, heat of combustion, heat to share out, polymeric composition, destruction, mathematical processing, antipiren.

**Annotatsiya.** Maqolada mahalliy xomashyo resurslari asosida olovbardosh yog'och konstruksiyalarini olishning ayrim masalalari o'rganilgan. Yog'och nafaqat qurilish ashyosi, balki dekorativ-bezak ashyosi sifatida xam keng qo'llanilishi ko'rsatilgan. Yog'och va u asosidagi qurilish konstruksiyalarning o'tga va alangaga chidamliligi past bo'lganligi sababli bu masalaga bugungi kunda katta e'tibor berilayotganligi ko'rsatilgan. Olib borilgan tadqiqotlar asosida olovbardosh modifikatsiyalangan yog'och materiallarini olish texnologiyasi va yog'ochning yonish jarayonining matematik ishlanmasi ishlab chiqarilgan. Texnologik jarayonni xavfsiz olib borish masalasi va atrof muhitga kam miqdorda salbiy ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

**Kalit so'zlar:** yog'och, yonish, o'tga chidamli tarkib, tezlik, yonish issiqligi, issiqliq ajralishi, polimer kompozitsiya, destruksiya, matematik ishlanma, antipiren.

**Введение.** При возникновении пожара на объекте с применением древесины и материалов на ее основе появляется возможность его быстрого

распространения и увеличивается вероятность гибели людей от комплексного воздействия таких опасных факторов, как: высокая температура окружающей среды, дым, токсичность продуктов сгорания [1-2]. При этом более 75% пожаров произошло в жилом секторе, 39 % пожаров и 43 % гибели людей – в сельской местности. Как известно, самое широкое применение деревянные конструкции находят именно в этих сегментах строительной отрасли.

Поэтому проблемы повышения долговечности и снижения горючести древесных изделий являются актуальными и требуют незамедлительного решения [1]. Капитальное строительство и реконструкция существующих объектов гражданского, промышленного и специального назначения связаны с использованием древесины, которая чувствительна к воздействию высокой температуры, способностью сохранять функциональные свойства в условиях эксплуатации. С учетом этих проблем приняты нормативные документы, которые требуют при проектировании конструкции из древесины учитывать их стойкость против термического разрушения, а также проводить защитную обработку строительных материалов специальными средствами. Сущность защиты антипиренами и антисептиками состоит в торможении процессов термического разложения целлюлозы, снижении константы скорости реакций и энергии активации [2].

Для комплексной защиты древесины от возгорания и биологического разрушения разработано небольшое количество препаратов, в частности смесь сульфата аммония, ди аммоний фосфат и фтористого натрия (МС), или ортоборату натрия и борной кислоты (ББ) и смесь карбоната натрия и борной кислоты (БС). На сегодняшний день появились эффективные пропиточные составы для древесины, в частности композиция из антипирена (фосфаты и сульфат аммония) и антисептика полимерного происхождения (поли гексаметилен гуанидин фосфат) - ДСА-1 и ДСА-2. В случае применения ДСА на поверхности древесины образуется полимерная пленка, препятствующая выходу антипирена из древесины на поверхность и предотвращает свободный

доступ кислорода воздуха, изменяя механизм пиролиза целлюлозы и замедляя окислительные процессы [3].

На основе вышеизложенного, нами разработаны новые огнезащитные составы на основе отходов химической промышленности [4], которые обеспечивают комплексную защиту деревянных строительных конструкции, не только от огня, но и от биоразложения.

**Методы и объекты исследований.** На основе комплексной защиты древесины от возгорания и биологического разрушения проведены исследования скорости выгорания древесины в случае модифицирования ее полимерными огнезащитными составами, полученными на основе реакции взаимодействия ортофосфорной кислоты, полученной из фосфогипса, отхода ОАО «Максам-Аммофос» с дихлоргидринглицерином (КПИ-1). В предыдущих работах [5], нами рассмотрены основные закономерности и механизмы процессов полимеризации вышеуказанных реагентов, а также прикладные свойства полимерных огнезащитных составов. Поэтому представляло интерес, исследование термических параметров процесса горения модифицированных древесных композиции, а также математическая обработка полученных данных.

Как известно внутренние пожары протекают в ограниченном объеме, огражденном от окружающего пространства. Поэтому внутренний пожар слабее зависит от характеристик окружающей среды, т.е. погоды, и в значительной степени определяется тепло газообменом зоны горения с внутренним объемом и окружающей средой. Эти процессы более сложные, чем в случае открытого пожара; они, главным образом, и определяют характер его развития или динамику пожара. Под динамикой пожара понимается изменение его основных параметров в пространстве и времени. Значения этих параметров, а, следовательно, характеристики зон внутреннего пожара определяются теплообменом и газообменом с окружающей средой.[4].

Скорость, с которой будет развиваться пожар, зависит от того, насколько быстро может распространиться пламя от точки зажигания, вовлекая в процесс горения все возрастающие области горючего материала. Для установления процесса горения в закрытом пространстве требуется, чтобы пожар вышел за определенные критические размеры, позволяющие резко повысить температуру на уровне потолка (типичное повышение  $>600^{\circ}\text{C}$ ). Хотя усиленные уровни излучения увеличивают локальную скорость горения, большее влияние на увеличение размера пламени и скорость горения оказывает увеличивающаяся площадь, охваченная пожаром. [7.8]. Вот почему необходимо проанализировать характеристики распространения пламени по горючим материалам. Распространение пламени можно рассматривать как процесс наступления фронта горения. Внутри этого фронта передняя кромка пламени действует как источник тепла (которое нагревает горючее перед фронтом пламени до температуры воспламенения) и как источник вынужденного зажигания. Рассмотрение этого процесса требует рассмотрения стационарных задач теплообмена, аналогичных, если не идентичных тем задачам, которые были рассмотрены в контексте вынужденного зажигания твердых веществ. Следовательно, скорость распространения пламени может зависеть как от физических свойств материалов, так и от его химического состава. [3.5].

Распространение пламени при горении материалов определяет интенсивность и динамику развития пожара и зависит от эффективности защиты и скорости выгорания строительных конструкций в процессе пламенного горения.

Для определения характеристик тепловыделения материалов при горении использовали фундаментальное уравнение, связывающее скорость тепловыделения при горении материала  $Q$ , со скоростью выгорания  $m$ , кг/ (м<sup>2</sup>.с) и низкой теплотой сгорания  $Q_H$ , кДж/кг вида:

$$Q m_{QS} = \eta (1)$$

где  $\eta$  - коэффициент полноты сгорания летучих продуктов разложения вещества в пламени (0,85);

$S$  - площадь поверхности образца, находящегося под действием теплового воздействия,  $m^2$ .

При построении математической модели скорости выгорания материала принимаем, что изменение во времени удельной массы образца пропорционально разности между начальной и текущей удельной массой и интенсивностью выгорания:

$$dm (m_1 m_0) d = a + w t (2)$$

где  $t$  - время с момента зажигания,  $s$ ;  $a$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от вида горючего материала,  $s^{-1}$ ;

$M_0$  - начальная скорость выгорания материала,  $кг/(м^2 \cdot с)$ ;

$w = w(t) = \omega_0 e^{-gt}$   $w$  - функция, характеризующая интенсивность изменения удельной массы образца в пламени,  $кг/(м^2 \cdot с^2)$ ;

$\omega_0$  - интенсивность сгорания материала в начальный момент времени,  $кг/(м^2 \cdot с^2)$ ;

$\gamma$  - показатель интенсивности замедления реакций горения за счет действия защитных веществ,  $s^{-1}$ .

После интегрирования (2) получаем следующее выражение для расчета скорости выгорания огнестойких материалов:

$$m_1 m_0 (e^{-gt} - atw) = m_1 m_0 a - g (3)$$

Если образец не обработан защитными веществами, то математически это означает, что  $a \gg g$  или  $g \rightarrow 0$ , тогда уравнение (3) принимает следующий вид:

$$m_1 m_0 (1 e) - a \cdot tg \rightarrow w = a (4)$$

Это означает, что сразу после зажигания образца начинается период стационарного развития пожара до полного сгорания.

В случае идеальной защиты  $a \ll g$  или при  $a \rightarrow 0$  из уравнения (3) получаем:

$$m_1 m_0 (e_1) - g \cdot t \rightarrow w = g \quad (5)$$

откуда следует, что с момента начала воздействия на образец теплового источника начинается стадия прекращения горения.

Наконец, если интенсивность развития пламенного горения и скорость его подавления примерно одинаковые  $g \gg a$ , то:

$$m_1 m_0 e - g \cdot t a \rightarrow g = w \cdot t \quad (6)$$

То есть, при наличии защиты, соответствующей интенсивности развития пожара, горение повышается, а затем проявляется влияние действия защитных средств и пламя подавляется.

Проверка адекватности полученных теоретических результатов натурным условиям была проведена путем определения тесноты связи между расчетными и экспериментально установленными параметрами горения древесины. [6.7].

Для определения значений этих параметров проведены экспериментальные исследования, где в качестве объекта исследований использовали древесину (ШНК 2.002.-06) и древесину пропитанную смесью фосфата и сульфата аммония и антисептиком поли гекса метилен фосфат: поверхностным одно- и двукратным нанесением и глубокой пропиткой). Сначала были проведены испытания необработанных образцов древесины. После температурного воздействия на необработанные образцы, происходило воспламенение исследуемых материалов. Затем были проведены испытания образцов древесины, которые были обработаны антипиренами и антисептиком. Для проведения исследования использовали установку по определению группы горючести материалов по ШНК-2.02-06, которая дополнительно была оснащена устройством для регистрации изменения массы образца в ходе испытаний. [2.6].

Полученные зависимости показывают, что скорость выгорания необработанного образца древесины ( $g = 0$ ) значительно повышается в начальный период воздействия теплового потока, а затем, в связи с обугливанием поверхности, несколько замедляется.

Расчетное сопротивление древесины стойки на сжатие согласно СНиП П-25-80 для древесины I сорта составляет  $R_c = 25$  МПа.

Задаем последовательные моменты времени горения деревянной стойки при пожаре, определяем рабочее сечение стойки ( $F_c(\tau)$ ) и напряжение сжатия ( $\sigma_c(\tau)$ ). Определяем время  $\tau$  от начала возгорания деревянной стойки при пожаре к потере ею несущей способности, согласно которой  $\sigma_c \leq R_{25}$  МПа. Это условие выполняется для необработанной древесины на 40 мин, для обработанной - на 120 мин.

**Полученные результаты и их обсуждения.** На основе проведенных экспериментальных исследований нами выявлено, что модификация древесины разработанным полимерным антипиреном КПИ-1 приводит к снижению скорости обугливания примерно в 2,8 раза и изменению структуры и свойств контактной зоны древесины, повышающих ее способность противостоять высокотемпературному воздействию. Установлено, что эта зона представляет собой слой древесины, характеризующийся сопротивляемостью к воздействию внешних источников энергии (высокотемпературного пламени), что свидетельствует о защитном характере модификаторов на поверхности древесины. Устойчивость модифицированной древесины, оцениваемая по изменению прочности при сжатии, в среднем в 3 раза выше по сравнению с необработанной, при выгорании деревянной конструкции. [2.3].

**Заключение.** Таким образом, разработана технология модификации деревянных конструкций новым полимерным огнезащитным составом и математическая модель процесса выгорания древесных композиций. На основании имеющегося опыта исследования задач теории пожаров можно утверждать, что для разработки теории горения древесины необходимо сочетать экспериментальные и теоретические методы исследования [8].

### Литература.

1. Роговин З.А. Химия древесины.-Москва.:Химия.2013.-с.340.
2. Берлин А.А., Лалаян В.М., Скраливецкая М.С. Механизмы горения древесных композиций.-Москва.:Химия. 2015.-с.265.
3. Заиков Г.Е., Асеева Р.М. Методы придания огнезащитных свойств полимерам.-Москва.:Химия.2014.-с.220.
4. Липатова Т.А., Федчук Г.С. Практикум по химии высокомолекулярных соединений. -Киев: Науково думка, 1996.-с.239.
5. Мухамедгалиев Б.А., Кушназаров П.И., Халилова П.Ю., Юлдашев О.Р. Огне-и биозащитная полимерная композиция для производства древесно-стружечных плит. Патент №IAP05177.10.02.2016 г.
6. ГОСТ 30244-90. Определение огнестойкости материалов. –с.1-6.
7. Мухамедгалиев Б.А. и др. Фосфорсодержащие полимеры ускорители и модификаторы эпоксидных смол.// Пластмассы. –1999.-№9 -с.32-33.
8. Мухамедгалиев Б.А., Сайфутдинов Р.С. Разработка новых полимерных антипиренов для древесины. Кимё ва кимё технология. №1,2016.-с.49-52.
9. European Commission and Project partners: FRAME, Planning a Modern Transport System, A Guide to Intelligent Transport System Architecture, Why you need one and how to create it, Issue 2, KAREN, April 2014 <http://www.frameonline.net>.
10. Ernazarova G. P. ANALYSIS OF THE STATE OF PEDESTRIAN TRAFFIC AND TRENDS IN THEIR DEVELOPMENT //Scientific progress. – 2021. –Т. 2. –№. 2. –С. 990-994.
11. Нуримбетов Р. И., Мэтякубов А. Д. Эффективность использование инвестиций и экономическое развитие регионов в низовьях Амударьи //Велес. –2017. –№. 4-2. –С. 32-38
12. Jonibek F. The Role and Importance of the Production of Building Materials in the Development of the Economy of Uzbekistan //Бюллетень науки и практики. –2020. –Т. 6. –№. 12. –С. 292-296.

13. Mambetsaliy o'g'li F. J. INNOVATIVE GROWTH OF THE REGION'S BUILDING MATERIALS INDUSTRY USING THE CLUSTER APPROACH //Conferencea. –2022. –С. 239-245.

14. Хаджаев Р. М. Современные социально-экономические аспекты формирования селитебной застройки //Бюллетень науки и практики. –2020. –Т. 6. –№. 8. –С. 179-183.

15.Матризаева Д. Ю., Мирджалилова Д. Ш. ОПЫТ РАЗВИТЫХ СТРАН ПО ПРИМЕНЕНИЮСЕРВЕЙИНГА ВСФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ НЕДВИЖИМОСТЬЮ //Gospodarka i Innowacje. –2022. –Т. 22. –С. 371-376.

16. Рустамов Ў.И., Байматов Ш.Х., Ерназарова Г.П. Файзуллаев Ж.М. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ГОРЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ European Journal of Interdisciplinary Research and Development/ [Vol. 15 \(2023\)](#)

Ерназарова Гулназ Пухарбаевна “Таълим сифатини назорат қилиш”  
отделение.