

УДК 691.1

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ КОНОПЛИ**

**КЕНДІР ТАЛШЫҒЫНАН ЖАСАЛҒАН ЖЫЛУ ОҚШАУЛАҒЫШ
МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ОТҚА ТҮРАҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ**

**RESEARCH AND INCREASE OF FIRE RESISTANCE OF HEAT- INSULATING
MATERIALS FROM HEMP**

И.М. ДЖУРИНСКАЯ, Г.К. БАКТЫБАЕВА, Б.Ж. НИЯЗБЕКОВ

И.М. ДЖУРИНСКАЯ, Г.Қ. БАҚТЫБАЕВА, Б.Ж. НИЯЗБЕКОВ

I.M. JURINSKAYA, G.K. BAKTYBAEVA, B.ZH. NIYAZBEKOV

(Алматынський технологический университет)

(Алматы технологиялық университеті)

(Almaty Technological University)

E-mail: gulzada.baktybaeva@mail.ru

Наряду с многочисленными преимуществами материалы на основе натуральных волокон обладают повышенной пожарной опасностью. Несмотря на предпринимаемые меры по повышению противопожарной защиты теплоизоляционных материалов, проблема обеспечения пожарной безопасности продолжает оставаться крайне актуальной. В статье рассматривается исследование и повышение огнестойкости теплоизоляционных материалов из конопли. В исследовании использовался ряд антипирролитических препаратов,

разлагаемых при высоких температурах, с поглощением значительного количества тепла и с увеличением скорости дегидротации волокон. В результате придания специальной огнестойкой отделки, была получена полимерная пленка, препятствующая выделению теплопотерь в окружающее пространство, способствующее увеличению уровня воспламеняемости, при контактировании с источниками высоких температур.

Көптеген артықшылықтарына қарамастан, табиғи талшықтар негізінде жасалған материалдардың өрт қауіптілігі жоғары болып келеді. Жылу оқшаулағыш материалдардың өрт қауіпсіздігін арттыру бойынша жасалған шараларға қарамастан, өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселесі өзекті болып қала береді. Бұл мақалада кендір талшығынан жасалған жылу оқшаулағыш материалдардың отқа тұрақтылығын арттыру бойынша зерттеу жұмыстары қарастырылған. Зерттеу барысында, жоғары температура кезінде ыдырайтын және ыстықтың үлкен мөлшерін сіңіруге және талшықтардың дегидротация жылдамдығын жоғарлататын антипролиттік препараттар қолданылды. Арнайы отқа төзімді өңдеу нәтижесінде, жоғары температура көздерімен байланыста болған кезде тұтанатын деңгейдің жоғарылауына ықпал ететін қоршаған кеңістікте жылу мөлшерін бөлуге жол бермейтін, полимерлі пленка алынды.

Along with numerous advantages, materials based on natural fibers have an increased fire hazard. Despite the measures taken to increase the fire protection of thermal insulation materials, the problem of ensuring fire safety continues to be extremely relevant. The article examines the study and increase of fire resistance of heat-insulating materials from hemp. The study used a number of antipyrrolithic drugs, decomposed at high temperatures, with the absorption of a significant amount of heat and with an increase in the rate of dihydrotation of the fibers. As a result of giving a special fire-resistant finish, a polymer film was obtained, which prevents the release of heat loss into the surrounding space, contributing to an increase in the level of flammability, when contacting sources of high temperatures.

Ключевые слова: придание огнестойкости, конопляное волокно, теплоизоляционный материал, антипирены, теплопроводность.

Негізгі сөздер: отқа тұрақтылық беру, кендір талшығы, жылу оқшаулағыш материал, антипирендер, жылу өткізгіштік.

Keywords: fireproofing, hemp fiber, thermal insulation material, fire retardants, thermal conductivity.

Введение

Теплоизоляционные материалы применяются в строительстве зданий и сооружений для уменьшения теплопотерь при эксплуатации. Их использование позволяет делать стены и другие ограждающие конструкции более тонкими и снизить расход наиболее дорогих основных материалов. Сокращение потерь тепла помогает также экономить потребление топлива и электроэнергии при эксплуатации. Волокна конопли – одни из наиболее крепких и выносливых среди растительных волокон. Они обладают повышенным сопротивлением ультрафиолетовому излучению. Конопля – растение с особыми свойствами, не требующее интенсивного ухода в период роста. В длину конопля может достигать до 4,6 м, что является преиму-

ществом для плетения нити из её волокна [1]. Кроме того, конопля очень быстро растёт, с одной и той же площади она даёт на 250% больше волокна, чем хлопок или на 600% больше, чем лён. Такие свойства, как износостойкость, воздухопроницаемость, а также термоизоляционные качества делают его пригодным для производства не только традиционных текстильных материалов (джинсовые ткани, декоративные ткани), но и тканей специального назначения и нетканых материалов, предназначенных для промышленного применения [2,3]. Конопляное волокно представляет интерес в строительной промышленности из-за следующих особенностей:

- экономическая эффективность; - высокая прочность на растяжение и жесткость; - подходит для иглопробивной нетканой про-

дукции; - стабильное качество и доступность материала; - простота обработки и переработки.

Теплоизоляционный материал из конопли экологически безопасен. Главное преимущество конопли в том, что растительные волокна не содержат пестицидов и других химикатов. Теплоизоляционные материалы должны быть устойчивы к влаге, огню, химическим препаратам, теплу, воздействию грызунов и микроорганизмов. Для деревянных домов утеплитель из конопли служит антисептиком и обеспечивает регулировку влажности в помещении, не увеличивая теплопроводность во время впитывания и отдачи влаги [4].

Имея хорошие показатели к устойчивости различным микроорганизмам, конопляное волокно имеет один недостаток – неустойчивость к горению. Для придания огнестойкости этому материалу используется много методов. Основным методом является пропитка теплоизоляционного материала антипиренами. Антипирены – вещества, препараты или смеси, предохраняющие ткани и другие материалы органического происхождения от воспламенения и самостоятельного горения, снижения или поглощения выделяющейся при горении энергии. Однако большинство способов придания огнезащитных свойств основано на использовании антипиренов, позволяющих замедлить или исключить отдельные стадии процесса горения. Эффективность антипиренов зависит от количества и скорости выделения воды при дегидратации целлюлозы при горении. Огнезащитная пропитка антипиреном горючих текстильных материалов препятствует распространению пламени при их зажигании. Если теплоизоляционный материал с огнезащитной пропиткой поместить в пламя, он

обугливается и горит, однако при удалении из пламени горение прекращается. Качество огнезащитной пропитки определяется ее устойчивостью в условиях эксплуатации. Для огнезащитных материалов основным показателем является их устойчивость к мыльно-содовым обработкам и химчистке. Огнезащита – это снижение пожарной опасности материалов и конструкций путем специальной обработки. К огнестойким (огнезащитным) материалам относятся материалы, устойчивые к действию высоких температур и способные обеспечить полную защиту от огня [5]. Огнестойкость характеризует сгораемость материала, т.е. его способность воспламеняться и гореть при воздействии открытого пламени. Есть множество видов пропиток, но один из безвредных для человека и окружающей среды и популярных пропиток – это антипирен с использованием силиката магния [6].

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются: материал из конопли и антипирен на основе силиката магния. Использовались методы математической обработки оптимальных концентрации, устойчивость к физико-механическому воздействию и устойчивость к горению в соответствии требованиям следующих стандартов: ГОСТ – 53226-2008, ГОСТ-15898-70.

Математические расчеты оптимальных концентрации хлорида магния и натрия силиката. В качестве входных параметров процесса используются концентрации $MgCl_2$ (X_1) и Na_2SiO_3 (X_2). При планировании эксперимента в качестве основных уровней X_1 и X_2 были выбраны параметры обработки по следующей рецептуре ($MgCl_2$ – 10 г/л, Na_2SiO_3 – 15 г/л). Уровни исследуемых входных факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Интервалы и уровни варьирования факторов эксперимента

№	Уровни факторов	Концентрация компонентов, г/л	
		$MgCl_2$	Na_2SiO_3
1	Основной уровень	10	15
2	Интервал варьирования	2	5
3	Верхний уровень	12	10
4	Нижний уровень	8	20

В таблице 2 представлены используемые препараты по приданию и повышению огнестойкости теплоизоляционного материала из конопли. Результаты опре-

деления устойчивости к физико-механическому воздействию на разрыв представлены в табл. 3.

Таблица 2 – Используемые препараты

№	Используемые препараты	Концентрация С, г/л, (мл)
1	MgCl ₂	10
2	Na ₂ SiO ₃	15
3	H ₂ O	300

Таблица 3 – Определение устойчивости к физико–механическому воздействию на разрыв, согласно ГОСТ – 53226-2008[7].

№	Рецептура г/л	Средняя разрывная нагрузка, P _{ср.} , кг	Средне-квадратическое отклонение, S, кг	Коэффициент вариации, V, %
1	Исходный образец	2,3	0,38	6,3
2	MgCl ₂ – 10 Na ₂ SiO ₃ – 15	2,5	0,31	7,0
3	MgCl ₂ – 12 Na ₂ SiO ₃ – 10	1,8	0,20	7,3
4	MgCl ₂ – 8 Na ₂ SiO ₃ – 20	2,0	0,28	6,9

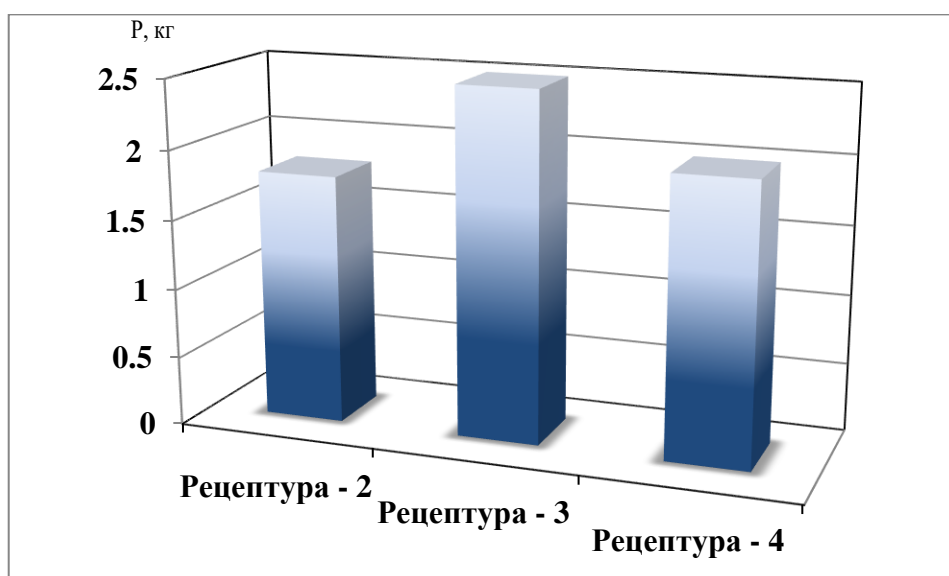


Рисунок 1 - Зависимость показателей разрывной нагрузки (P, кг) от концентрации Na₂SiO₃ (г/л).

Таким образом, математическая обработка результатов эксперимента позволила установить оптимальную концентрацию огнезащитной пропитки, что составило 10г/л MgCl₂ и 15г/л Na₂SiO₃ (рис. 1). Значение разрывной нагрузки пропитанных образцов при использовании Na₂SiO₃ в концентрации 15г/л достигает максимальных результатов. Т.о., данная рецептура является оптимальной.

Результаты и их обсуждение

Придание огнезащитных свойств целлюлозным материалам достигают путем обработки, при которой антипирены удерживаются на волокне адсорбционными силами, или посредством химической модификации волокна. Обработка происходит путем образования нерастворимых негорючих минеральных солей, в процессе ступенчатой пропитки

сначала одним раствором, а затем другим. Материал сначала пропитывается раствором хлористого магния, а затем – раствором силиката натрия, в результате чего на материале образуется нерастворимый осадок силиката магния. Огнезащитный эффект таких обработок достигается за счет образования негорючих газов и пленки на поверхности волокна. Для подавления процесса горения необходимо, чтобы выделяющаяся при горении энергия была меньше теплотерьер в окружающее пространство. В результате обработки на материале образуется нерастворимый осадок силиката магния. Вступая в химическое взаимодействие с волокном, данные препараты позволяют получить огнезащитный эффект. При этом реализуется одновременно и принцип выделения негорючих газов

и принцип образования огнезащитной пленки, которая защищает волокно от контакта с кислородом воздуха. Такая огнезащитная обработка придает материалам невоспламеняемость и стойкость к горению.

Испытание на огнестойкость (негорючесть) проводили согласно ГОСТ 15898-70, пробы испытывают при контактировании с

пламенем в течении 10 секунд и фиксируют горение по секундомеру, испытывают продолжительность контактирования с пламенем в течении 30 секунд. За остаточное горение принимают свечение образца в течении 2 секунд после удаления его из пламени горелки (рис. 2) [8]. Результаты испытаний представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты испытания на огнестойкость

№	Рецептура г/л	Продолжительность контактирования с пламенем в секундах		Примечание
		10 с	30 с	
		продолжительность остаточного горения		
		горения в с	горения в с	
1	Исходный образец	30	30	При поднесении к пламени горелки образец мгновенно усаживается, при внесении в пламя горелки – мгновенно воспламеняется, горит с запахом “жженой бумаги”, с выделением серого дыма, остаточное горение сохраняется до полного сгорания образца.
2	MgCl ₂ – 10 Na ₂ SiO ₃ – 15	5	5	При поднесении к пламени горелки образец усаживается незначительно, но происходит незначительное обугливание с выделением серого дыма, при внесении в пламя образец не горит, но усаживается, при удалении – не горит. Остаточное горение непродолжительное.
3	MgCl ₂ – 12 Na ₂ SiO ₃ – 10	7	10	При поднесении к пламени горелки образец усаживается значительно, не воспламеняется, при внесении – не загорается, но продолжает обугливаться, с выделением серого дыма “жженой бумаги”. При удалении – обугливание прекращается.
4	MgCl ₂ – 8 Na ₂ SiO ₃ – 20	2	2	При поднесении к пламени горелки образец усаживается незначительно, при внесении в пламя образец не воспламеняется, не обугливается. При удалении из пламени внешний вид образца остается исходным, но высокая концентрация Na ₂ SiO ₃ , в данной рецептуре, сказывается на грифе образца, образец имеет белый налет, становится твердым.

По полученным результатам, огнезащитная пропитка антипиреном горючих текстильных материалов препятствует распространению пламени при их зажигании [9].

Обработанные образцы устойчивы к открытому пламени горелки и соответствуют ГОСТ 15898-70 (рис. 3).

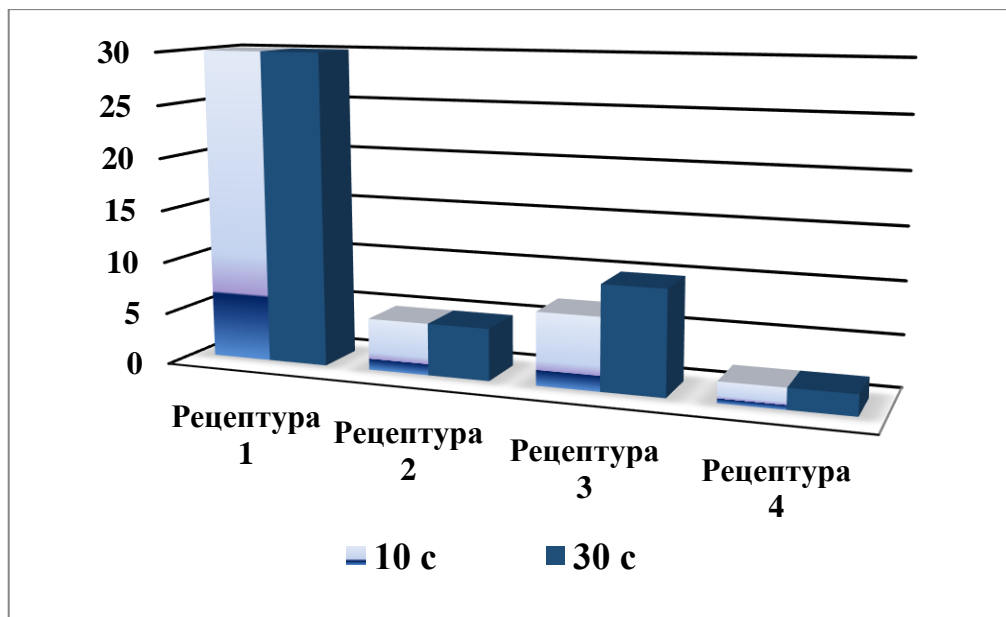
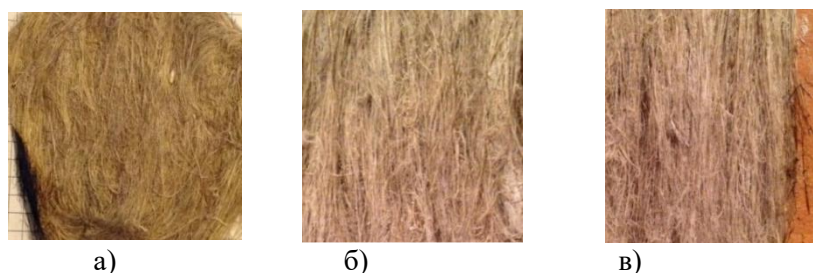


Рисунок 2 - Продолжительность остаточного горения согласно ГОСТ 15898-70.



а) необработанный образец; б) обработанный антипиреном образец;
в) образец, обработанный антипиреном после испытания на огнестойкость.

Рисунок 3 - Исходный и обработанные антипиренами огнестойкие образцы.

Таким образом, исследования показали, что наиболее эффективной является рецептура №2, поскольку устойчивость на горение и значения физико-механическому воздействию показали результаты, соответствующие требованиям стандарта.

Выводы

1. Применение разработанного состава препаратов значительно повышает огнестойкость материала, не требует сложного аппаратного оформления, длительного времени обработки, что позволяет избежать ее многостадийности.

2. Полученный раствор $MgCl_2$ и Na_2SiO_3 пригоден для придания огнестойкости теплоизоляционному материалу из конопли.

3. Расход препаратов для придания негорючести теплоизоляционному материалу из конопли является оптимальным, полученный раствор препаратов экологически рентабелен в использовании.

4. Образцы теплоизоляционного материала из конопли, обработанные полученным раствором, устойчивы к пламени горелки и соответствуют требованиям ГОСТ 15898-70.

5. Исследование по приданию огнестойкости относится к химической технологии отделки текстильных материалов и может быть использовано в отделочном производстве при получении огнестойких нетканых материалов из конопли и льняных волокон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Liu M., Thygesen A., Summerscales J., Meyer AS. Targeted pre-treatment of hemp bast fibres for optimal performance in biocomposite materials// Industrial crop sand products. - 2017. - Vol. 108. P. 660-683
2. Скосырев В. Для Китая конопля стала зеленым золотом. Интернет ресурс. Режим доступа [http://www.ng.ru/world/2017-08-29/1_7061_china.html] дата обращения: 30.11.2017
3. Das L.,Liu ES.,Saeed A.,Williams DW.,Hu HQ. Ray AE.,Shi J., Industrial hemp as a potential

bioenergy crop in comparison with kenaf, switch grass and biomass sorghum // Bioresource Technology. - 2017. - Vol. 244. - P. 641-649

4. El-Sawalhi R., Lux J., Salagnac P., Estimation of the thermal conductivity of hemp based insulation material from 3D tomographic images // Bioresource Technology. - AUG 2016. - Vol. 52, № 8. - P. 1559-1569

5. Горчакова В.М., Курицина Л.П. и др. Оборудование для производства нетканых материалов. - М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина. ООО «СовьяжБево», 2006. –780с.

6. Гарцева Л.А. Химическая технология текстильных материалов - Рязань: ИГТА, 2004 – 124с.

7. ГОСТ 53226-2008. Полотна нетканые. Метод определения прочности – М.: Стандарт информ, 2009 – С. 5-10.

8. ГОСТ 15898-70. Ткани льняные и полульняные. Метод определения огнестойкости – М.: ИПК Издательство стандартов, 1970 – С. 3-4.

9. Некрасова Н., Васильева Н., Вознесенский Э. Химическая технология текстильных материалов – М., 2001 – 190с.