

8. Biranchinarayan-Tosh «Synthesis and Sustainable Applications of Cellulose Esters and Ethers:A Review» // International Journal of Energy, Sustainability and Environmental Engineering. 11.2014, – Vol. 1(2). – С. 56–78.
9. Atanu Biswas, Maria do Socorro Rocha Bastos, Roselayne Ferro Furtado, Gary Kuzniar, Veera Boddu and H. N. Cheng «Evaluation of the Properties of Cellulose Ester Films that Incorporate Essential Oils» // Hindawi International Journal of Polymer Science 2020. – 8 p.
10. Nekrasova, V. N., Shcheglova T. L., Belokurova, O. A. «Effective thickeners for active dyes» // Technology of the textile industry. – 2009. – No. 2 – С. 49–52.
11. Tkalec, M.; Glogar, M.; Penava, Ž.; Forte Tavčer, P.; Kuščer, D.; Stojanoska, I. The Complexity of Colour/Textile Interaction in Digital Printing as an Integral Part of Environmental Design. Arts 2024, 13, 29. <https://doi.org/10.3390/arts13010029>.
12. Эшдавлатова, Г. Э. «Разработка эффективного состава загустителей» / Journal of Science, Research and Teaching Vol.2, – No.12, – 2023. – С.46–49.
13. Эшдавлатова, Г. Э., Амонов, М. Р. Оценка влияния компонентов загущающих композиций на результаты печатания смесовых тканей активными красителями / Журнал «Развитие науки и технологий». – 2021. – № 5. – С. 54–58.
14. Yakovleva, O. I., Sashina, E. S., Osipov, M. I., Smirnov, G. P. Non-Woven Needle Punched Material with Silver Nanoparticles from Natural Silk Fiber Waste. Fibre Chem. – 2020, 52, – p. 263–268.

УДК 677.02

Исследование процесса вакуумной пропитки текстильных полотен огнезащитным составом

**Гаврилов А. В., к.т.н., доц.,
Гаврилов Д. А., студ.**

Казанский национальный
исследовательский
технологический университет,
г. Казань, Республика Татарстан,
Российская Федерация

Реферат. Исследование процесса вакуумной пропитки текстильных полотен огнезащитным составом включает разработку методики, оборудования и испытания эффективности обработки. Эффективность огнезащитной пропитки оценивается по результатам испытаний на воспламеняемость и посредством оценки влияния теплового потока на образец. В статье описана экспериментальная работа по исследованию процесса пропитки полотен огнезащитным составом, проведенная на стенде, разработанном авторами в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», приведена вакуумная схема стенда. На экспериментальном стенде проведена вакуумная пропитка трех образ-

цов (бязи, рогожки, ковролина) огнезащитным составом «ОГНЕЗА-ПО-Т» с красящим пигментом. Проведена обработка таких же образцов этим же антипиреном методами опрыскивания и окунания. Представлены результаты исследования огнезащитных свойств полученных образцов на дифференциальном сканирующем калориметре и по ГОСТ Р 50810-95. Результаты исследований свидетельствуют о том, что образцы, обработанные окунанием и вакуумной пропиткой выдерживают большие температуры и у них не наблюдается самостоятельное горение.

Ключевые слова: текстильные полотна, огнезащитные составы, огнестойкость, вакуумная пропитка.

Огнезащитная пропитка текстильных материалов позволяет обеспечить пожарную безопасность в определенных условиях. Новые свойства материалов снижают горючесть материала и уменьшают вероятность возгорания при непосредственном воздействии источников огня, тем самым способствуют замедлению распространения огня. Изделиями, требующими пропитки, являются предметы интерьера – шторы, покрывала, ковры, мебельная обивка для определенных мест общественного пользования (отели, рестораны, театры и офисные здания, фабрики, склады и другие промышленные объекты), а также материалы для одежды и обуви для работы в условиях повышенного риска возгорания. Хотя огнезащитная пропитка не делает материал полностью невоспламеняемым – она замедляет процесс горения, разрушения при нагреве и снижает количество выделяющегося дыма и токсичных веществ. Применяются различные виды пропиток: водные, органические, составы с антипиренами, комплексные огнеупорные составы. К основным технологиям нанесения можно отнести распыление, импрегнацию, паddинг. Выбор метода зависит от типа материала, размера изделия возможностей оборудования. Требования к огнезащите текстильных материалов регламентированы нормативами. В ряде случаев это обязательная процедура.

Исследование процесса вакуумной пропитки текстильных полотен огнезащитным составом включает разработку методики, оборудования и испытаний эффективности обработки. Целью исследования является изучение влияния вакуума на увеличение степени проникновения огнезащитного состава в образец с обеспечением глубокой пропитки и оценка характеристик огнезащитных свойств обработанных полотен.

Процесс вакуумной пропитки включает очистку образца от загрязнений, которые могут препятствовать проникновению пропитки, дегазацию – создание вакуума для удаления воздуха и влаги, содержащихся в порах материала, введение огнезащитного состава в условиях вакуума, что позволяет составу проникать в глубокие слои и закрепляться. Для вакуумной пропитки используется специализированное оборудование, которое вклю-

чает в себя откачное оборудование, систему подачи пропитывающих веществ (насосы и резервуары для хранения пропиточных растворов, которые обеспечивают подачу состава в камеру под контролируемым давлением), контрольную систему, позволяющую отслеживать параметры процесса (давление, температуру, время обработки и др.).

Эффективность огнезащитной пропитки оценивается по результатам испытаний на воспламеняемость и посредством оценки влияния теплового потока на образец.

Вакуумная пропитка – эффективный способ обработки капиллярно-пористых материалов, широко реализуемый в различных отраслях промышленности [1–4]. Суть – создание вакуума в специальной камере с обрабатываемым материалом, в которой под действием вакуума из пор материала удаляется воздух для глубокого проникновения защитного состава в структуру материала. Три основные стадии процесса включают:

- на первом этапе создаётся вакуум, удаляется воздух и влага из пор материала;
- на втором – подаётся пропитывающий состав, он проникает в структуру материала;
- на третьем – после выдержки – состав закрепляется внутри материала, обеспечивая необходимые свойства.

Экспериментальная работа проводилась на экспериментальном стенде [5], собранном на кафедре «Вакуумная техника электрофизических установок» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», вакуумная схема которого приведена на рисунке 1.

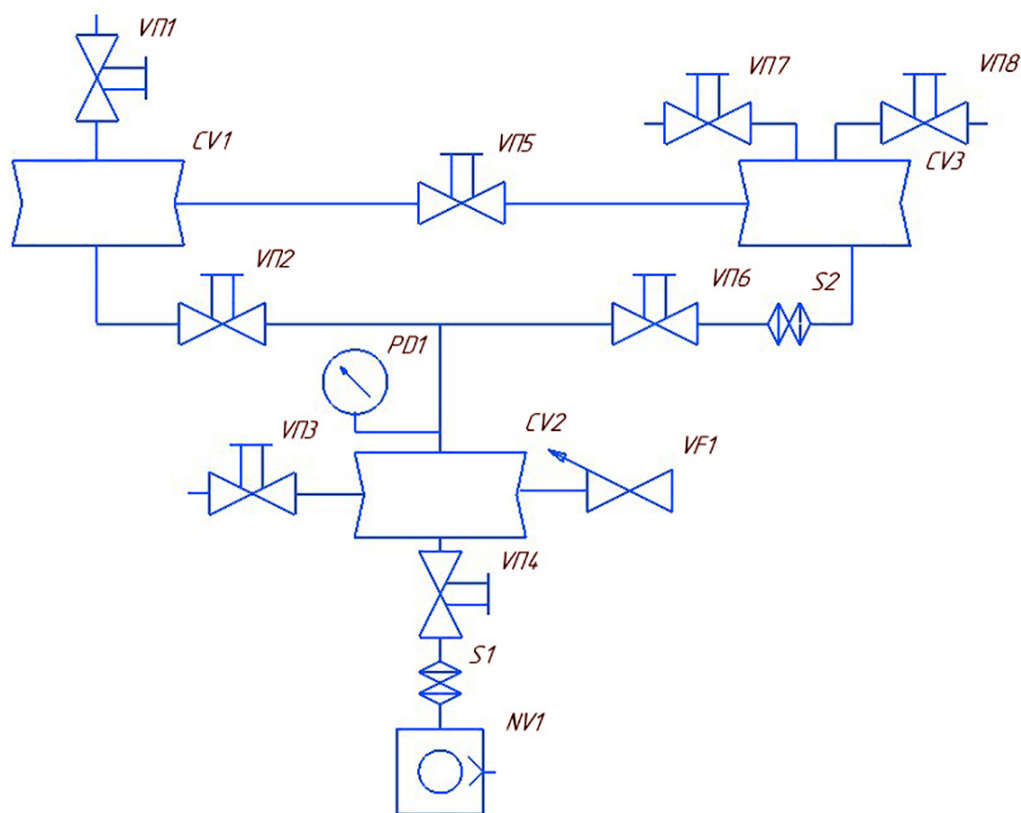


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда

Экспериментальная установка состоит из следующих основных компонентов: откачной системы, собранной на основе спирального вакуумного насоса модели ISP 250С; основной рабочей камеры; ёмкости для пропитывающего состава; ресивера для конденсации паров газа; запорная и соединительная арматура; а также приборов, регистрирующих параметры давления и температуры.

На начальном этапе проводилась дегазация жидкости в камере CV1 и обрабатываемого материала – в CV3 при давлении ≈ 1 мм рт. ст. Далее за счет перепада давлений жидкость поступала в камеру с образцом по трубопроводу. Образец выдерживался в камере определенное время, после чего открывался клапан VP7, позволяющий подать сухой воздух до достижения нормального атмосферного давления. Данный цикл повторялся 3 раза. По окончании процесса жидкость возвращалась обратно из камеры CV3 в CV1 и после выравнивания давлений образец извлекался. График изменения давления в рабочей камере приведен на рисунке 2.

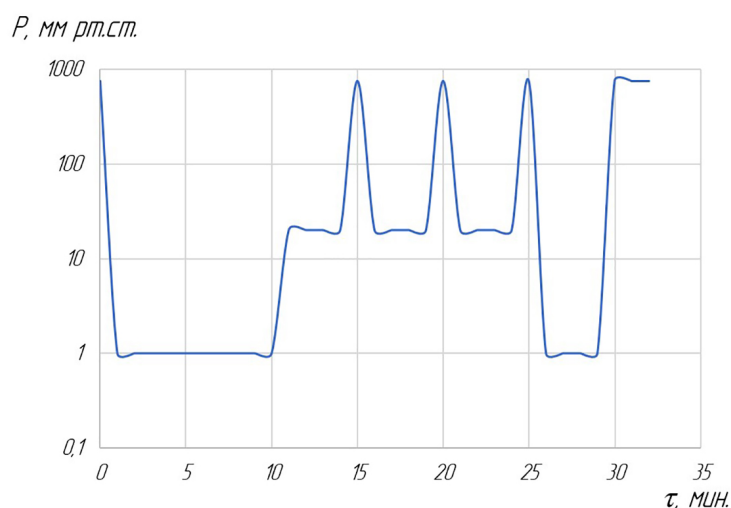


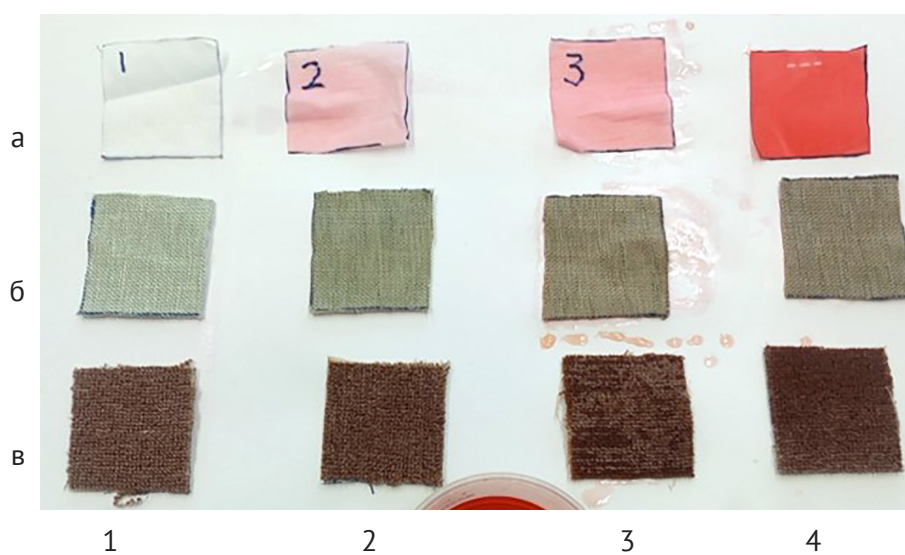
Рисунок 2 – График изменения давления в рабочей камере

В процессе исследования на экспериментальном стенде была проведена вакуумная пропитка трех образцов тканей: бязи, рогожки и ковролина огнезащитным составом «ОГНЕЗА-ПО-Т» с красящим пигментом. Кроме того, была проведена обработка таких же образцов этим же антипиреном методами опрыскивания и окунания. На рисунке 3 представлены результаты этих экспериментов.

Для оценки эффективности процесса пропитки на дифференциальном сканирующем калориметре «ДСК-500» было оценено влияние теплового потока на все образцы из бязи. Результаты представлены на рисунке 4.

По приведенным зависимостям можно сделать вывод, что количество тепла, поглощенного материалом при нагревании до структурного изменения материала заметно больше у образца, пропитанного вакуумным способом и минимально у «чистого». У образцов, обработанных опрыскиванием и окунанием, эта величина примерно одинаковая.

Кроме того, все образцы были испытаны на воспламеняемость в соответствии с методикой, описанной в ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация». Также в ходе эксперимента при помощи пирометра была оценена температура образцов в процессе испытаний. Результаты приведены в таблице 1.



1 – чистые образцы; 2 – пропитка опрыскиванием; 3 – пропитка окунанием; 4 – вакуумная пропитка

Рисунок 3 – Образцы после пропитки в огнезащитном составе «ОГНЕЗА-ПО-Т»:
а – бязь; б – рогожка; в – ковролин

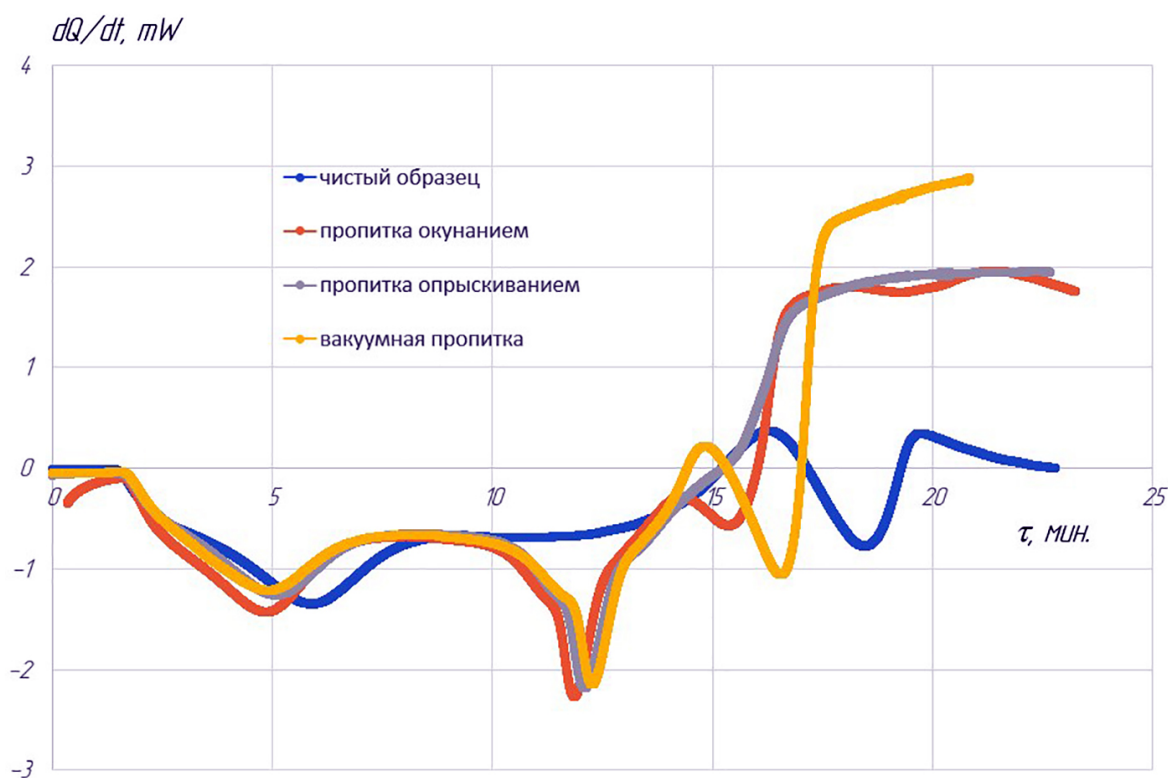


Рисунок 4 – Результаты исследования образцов бязи

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов на огнестойкость

Материал		Чистый образец	Пропитка опрыскиванием	Пропитка окунанием	Вакуумная пропитка
Бязь	Температура, °С	130	156	205	235
	Результат	Самостоятельное горение (через 4 с)	Самостоятельное горение (через 15 с)	Отсутствие самостоятельного горения, тление образца	Отсутствие самостоятельного горения и тления образца
Рогожка	Температура, °С	150	150	210	230
	Результат	Самостоятельное горение (через 4 с), каплепадение горящего расплава образца	Отсутствие самостоятельного горения (через 4 с), тление образца, отсутствие каплепадения горящего расплава образца	Отсутствие самостоятельного горения (через 4 с), тление образца, отсутствие каплепадения горящего расплава образца	Отсутствие самостоятельного горения (через 15 с), тление образца, отсутствие каплепадения горящего расплава образца
Ковролин	Температура, °С	130	150	150	170
	Результат	Самостоятельное горение (через 4 с), каплепадение горящего расплава образца	Самостоятельное горение (через 4 с), каплепадение горящего расплава образца	Самостоятельное горение (через 4 с), каплепадение горящего расплава образца	Тление (через 15 с), отсутствие каплепадения горящего расплава образца

Сравнение температур свидетельствует о том, что образцы, обработанные окунанием и вакуумной пропиткой выдерживают большие температуры и у них не наблюдается самостоятельное горение.

Список использованных источников

1. Гаврилов, А. В. Комбинированный экспериментальный стенд для исследования процессов сушки и пропитки материалов вакуумно-импульсным методом / Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 9. – С. 459–462.
2. Гаврилов, А. В. Исследование процесса вакуумно-импульсной пропитки пиломатериалов / Вестник Казанского государственного технологического университета. – 2011. – № 8. – С. 65–67.
3. Игнатъев, Н. В., Аляев, В. А., Гаврилов, А. В. Установка для импрегнации капиллярно-

пористых материалов органическими соединениями при давлениях ниже атмосферного / Интенсификация тепло-массообменных процессов в химической технологии // Тезисы докладов Седьмой Российской научно-технической студенческой конференции, приуроченной к юбилейной дате: 100-летию со дня рождения А. Г. Усманова. – 2020. – С. 82–84.

4. Рахматуллина, Р. Д., Гаврилов, А. В., Бурцев, С. А., Лисаневич, М. С. Исследование влияния вакуума на равномерность пропитки нетканого материала / В сборнике: Вакуумная техника и технология // Материалы XII Российской студенческой научно-технической конференции. – Казань, 2025. – С. 55–56.

5. Гаврилов, Д. А., Смирнов, Н. А., Гаврилов, А. В. Установка для вакуумной пропитки капиллярно-пористых материалов / В сборнике: Вакуумная техника и технология // Материалы XII Российской студенческой научно-технической конференции. – Казань, 2025. – С. 169–170.

УДК 675.14:685.34

Огнезащитная обработка кожаных материалов азот- и борсодержащей композицией

**Хакимова М. Ш.¹, PhD.,
Рафиков А. С.¹,
д.х.н., проф., доц.,
Исламова Д. А.¹, асс.,
Кадыров Ш. У.², асс.,
Мирзаев Н. Б.¹, д.т.н., проф.**

¹Ташкентский институт
текстильной и лёгкой
промышленности, г. Ташкент,
Республика Узбекистан

²Джизакский политехнический
институт, г. Джизак,
Республика Узбекистан

Реферат. Придание огнезащитных свойств кожаным материалам является важным этапом для использования их в автомобильной, мебельной и лёгкой промышленности. Традиционные огнезащитные покрытия, содержащие в своём составе галогены, при горении выделяют токсичные вещества, такие как диоксины и фураны. Поэтому, несмотря на эффективность, галогенсодержащие антипирены запрещены во многих странах из-за негативного воздействия на организм человека и окружающую среду. В связи с этим растёт интерес к применению в огнезащитных композициях органических и неорганических веществ, содержащих атомы азота, бора и фосфора. Важным свойством, обеспечивающим долговечность и стабильность огнезащитного эффекта, является способность покрытия образовывать химические связи с исходным материалом. Это препятствует выщелачиванию и смыванию активных компонентов с течением времени. С этой целью в данной работе для повышения огнестойкости натуральных кожаных материалов была предложена композиция, состоящая из азот- и борсодержащих компонентов. В качестве ос-