

Научная статья

УДК 677.12

EDN ZHVPYU

doi 10.34216/2587-6147-2022-2-56-40-45

Иван Сергеевич Мезенцев¹

Ирина Владимировна Красина²

Александр Сергеевич Парсанов³

^{1,2,3}Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

¹ifrom93@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0100-1171>

²irina_krasina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9448-121X>

³parsanov1982@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9573-1521>

РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНОГО УТЕПЛИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОН ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ

Аннотация. Целью данной работы является разработка строительного утеплителя на основе конопляных волокон с требуемыми свойствами. Климат Республики Татарстан умеренно-континентальный и отличается умеренно холодной зимой. Зима в Татарстане длится с конца ноября до конца марта. Часты вторжения холода с северо-востока, которые сопровождаются морозной (до -30 °C) и малооблачной погодой. В соответствии с климатическими условиями Татарстана при строительстве жилых и нежилых помещений встает вопрос об утеплении стен. Утепление стен производится в соответствии с нормативно-техническими документами. Основным в этой сфере является свод правил «СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий» [1]. В настоящее время для утепления зданий и сооружений выпускается базальтовая вата, пенополистирол и утеплители на основе растительных волокон – льноватин и джут.

Ключевые слова: техническая ненаркотическая конопля, строительный утеплитель, нетканый материал, иглопробивной способ, физико-механические характеристики, разрывная нагрузка, удлинение при разрыве

Для цитирования: Мезенцев И. С., Красина И. В., Парсанов А. С. Разработка строительного утеплителя на основе волокон технической конопли // Технологии и качество. 2022. № 2(56). С. 40–45. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-2-56-40-45>.

Original article

Ivan S. Mezentsev¹

Irina V. Krasina²

Alexander S. Parsanov³

^{1,2,3}Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

DEVELOPMENT OF BUILDING INSULATION BASED ON TECHNICAL HEMP FIBRES

Abstract. The purpose of this work is to develop a building insulation based on hemp fibres with the required properties. The climate of the Republic of Tatarstan is temperate continental and is characterized by moderately cold winters. Winter in Tatarstan lasts from late November to late March. There are frequent cold invasions from the northeast, which are accompanied by frosty (down to -30 °C) and partly cloudy weather. In accordance with the climatic conditions of Tatarstan, during the construction of residential and non-residential premises, the question of wall insulation arises. Wall insulation is carried out in accordance with regulatory and technical documents. The main one in this area is the set of rules “SP 50.13330.2012. Thermal protection of buildings” [1]. At present, for the insulation of buildings and structures, basalt wool, expanded polystyrene and heaters based on plant fibres – linen insulation and jute are produced.

Keywords: technical non-narcotic hemp, building insulation, nonwoven fabric, needle-punched method, stress-related characteristics, breaking load, elongation at fracture

For citation: Mezentsev I. S., Krasina I. V., Parsanov A. S. Development of building insulation based on technical hemp fibres. Technologies & Quality. 2022. Nr 2(56). P. 40–45. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-2-56-40-45>.

© Мезенцев И. С., Красина И. В., Парсанов А. С., 2022

В Татарстане действуют три крупных предприятия по выпуску материалов на основе базальтового волокна: ООО «Роквул-Волга» (ОЭЗ «Алабуга»), ООО «Завод ТЕХНО» (г. Заинск), ООО СМП «Механика» (Лаишевский р-н) общей проектной мощностью более 4,5 млн м³ в год. Строительный материал на основе базальтовых волокон (утеплитель) имеет волокнистую структуру. Многочисленные волокна из камня хаотично переплетены друг с другом, поэтому между ними присутствуют воздушные поры. При отсутствии влаги внутри утеплителя его теплоизоляционные характеристики очень высокие. Это связано с тем, что в толще материала не происходит конвекция воздуха и, следовательно, отсутствует перенос тепла. Минус минераловатных изделий заключается в том, что при попадании воды в утеплитель существенно повышается его теплопроводность, из-за чего падают теплоизоляционные показатели, а значит отсутствует возможность применения его для теплоизоляции бань и влажных помещений. Также существенным недостатком является его высокая стоимость в сравнении с другими утеплителями.

Также в Республике Татарстан реализовано производство пенополистирола (экструдированного и безпрессового): ООО «Домкор Индустрия» (г. Набережные Челны), ГК «Альтея» (г. Казань), ООО «СтройПласт» (г. Казань), вспененного пенополиуретана (ОАО «РИАТ» г. Набережные Челны), общей мощностью свыше 400 тыс. м³ в год [2]. Основным показателем для материала – его плотность, чем он плотнее и жестче, тем дороже. Однако материал имеет существенный недостаток – горючесть.

Производства утеплителей на основе растительных волокон в Татарстане не представлены, что связано отсутствием большой сырьевой базы. В Республике не выращивается лен-долгунец.

Строительный утеплитель на основе конопляных волокон с требуемыми свойствами способен занять ключевое место на рынке Татарстана. Утеплители из волокон технической ненаркотической конопли будут абсолютно безопасны для человека, так как у них нет вредной неорганической пыли, они не содержат фенольных клеев. Такие утеплители помогут поддерживать в доме оптимальную влажность и создать благоприятный человеку микроклимат. Благодаря уникальным антисептическим свойствам волокон технической ненаркотической конопли строительный утеплитель не будет подвержен плесневению, болезнетворным бактериям и грибкам, защитит деревянные

и металлические элементы конструкции, выводя влагу наружу, абсолютно не токсичен, не выделяет вредных соединений даже при горении. Утеплители из конопли прослужат более 70 лет и продлят срок службы дома, при этом возможно их повторное использование. Несмотря на натуральность, волокно непригодно для жизни мышей и других вредителей. Волокно конопли не съедобно для любых животных, в том числе для грызунов, прочность волокон делает материал практически непроходимым для мышей. Сырье из растительных волокон обладает капиллярной структурой, такие волокна позволяют надолго и качественно удерживать тепло. В отличие от минеральных и базальтовых ват утеплители из растительного сырья не снижают свои теплосберегающие характеристики даже при повышенной влажности. В них не образуется конденсат, и с ними не требуется обязательное применение абсолютно герметичной пароизоляции [3]. Производство строительных утеплителей на основе волокон технической ненаркотической конопли на сегодняшний день в Республике Татарстан не реализовано.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что разработка нетканого строительного утеплителя на основе волокон технической ненаркотической конопли является своевременной и актуальной. Сырьем для изготовления нетканого материала – строительного утеплителя является техническая ненаркотическая конопля – однолетнее растение.

Длина стебля ненаркотической конопли может колебаться в пределах от 125 до 200 см, а диаметр варьируется от 2 до 10 мм. У растения прямой стебель с характерными напоминающимися листьями с пильчатыми краями. Ненаркотической конопле необходимо умеренное тепло и достаточная влажность. Вегетационный период ненаркотической конопли – от 80 до 160 дней. По данным Росстата, в 2018 году общие посевы данной агрокультуры составили 7,9 тыс. га [4–6]. Техническая ненаркотическая конопля должна содержать менее 0,1 % тетрагидроканнабинола в составе, чтобы ее можно было использовать для промышленных целей. На полях, где растет конопля, другие растения не подвергаются заражению и устойчивы к насекомым. Ненаркотическую коноплю можно убирать на разных стадиях зрелости и даже весной после схода снега, в таком случае волокно получается более грубое. Именно из стеблей, которые составляют около 60 % общей сухой массы, изготавливают волокно. Длина и качество изготавливаемых

волокон напрямую зависит от сорта культуры, условий культивирования, количества света при выращивании. Волокна ненаркотической конопли очень прочны на разрыв, имеют небольшое упругое удлинение, высокую гигроскопичность (до 30 %) и высокую стойкость к воде. Благодаря своей высокой прочности волокна используются для производства бумаги высшего сорта. Короткие волокна ненаркотической конопли (длиной до 50 см), имеющие повышенную впитывающую способность (абсорбцию), применяются в строительной промышленности для производства композитов, в качестве изоляционного материала и др. Волокна средней длины применяются для изготовления бумаги, гигиенической продукции и в других сферах легкой промышленности. Длинные волокна (более 50 см), отличающиеся повышенной прочностью, используются для изготовления канатов, одежной ткани, ковровых покрытий, бумаги [7–10].

Для изготовления строительного утеплителя на основе волокон технической ненаркотической конопли было закуплено сырье на ООО «Мордовские пенькозаводы» (г. Инсар).

Методом получения нетканого материала был выбран иглопробивной способ, характеризующийся простотой исполнения, а также контролируемой плотностью вырабатываемого материала. Таким методом изготавливают геосинтетические, тепло- и звукоизоляционные материалы, технические ткани, основы для кровельных и напольных покрытий. Получение нетканых материалов иглопробивным способом основано на прокалывании волокнистого холста иглами специального профиля с зазубринами. При опускании игл каждая зазубрина захватывает волокна и проводит их через слой холста, а при обратном движении игл волокна освобождаются от зазубрин. В результате многократного повторения этой операции происходит механическое свойлачивание – перепутывание волокон

и сшивание основной массы волокон, расположенных в горизонтальной плоскости, волокнами, направленными вертикально и наклонно к этой плоскости. Количество проколов достигает 40...180 и более на 1 см² площади холста.

Определение разрывной нагрузки нетканого материала проводилось на испытательной машине Shimadzu AGS-X (Япония). Исследование разрывной нагрузки и удлинения при разрыве нетканого материала производилось в соответствии с ГОСТ Р 53226–2008 «Полотна нетканые. Методы определения прочности» на электромеханической разрывной машине РЭМ-5. Машина испытательная универсальная РЭМ-5 соответствует требованиям ГОСТ 28840–90, СТО 75829762-001, предназначена для механических испытаний в режиме растяжения, сжатия и изгиба образцов и изделий из материалов: металлов, древесины, резины, пластмасс, текстиля и пр.

Испытания проводили до разрушения всех элементарных проб испытываемого материала, согласно ГОСТ 9913–90 «Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию». Истирали по часовой и против часовой стрелки. Эффективность истирания зависит от жесткости шкурки, закрепленной на вращательном кольце. Истирали по циклам, их определяли по циферблату.

Определение теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме осуществлялось по ГОСТ 7076–99.

Для проведения испытаний использовалась испытательная установка в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6941–99. Горелка устанавливалась перпендикулярно, пламя горелки направлялось точно в центр элементарной пробы.

В работе получен образец нетканого полотна из ненаркотической конопли (рис. 1) и проведено его сравнение с популярными видами утеплителей – базальтовым и льняным.



Рис. 1. Образец нетканого материала, полученного иглопробивным способом

В связи с широкой областью применения нетканый материал должен обладать высокими эксплуатационными свойствами, в частности высокой стойкостью к растяжению.

Результаты исследования физико-механических свойств полученного нетканого материала и других видов утеплителей представлены в таблице.

Отсутствие результатов образца строительного утеплителя на основе базальта связано с тем, что из-за рыхлого состава образцы ломались при попытке закрепить их в зажимах РЭМ-5. Представленные в таблице результаты эксперимента свидетельствуют о том, что полученный образец нетканого материала на основе волокон ненаркотической конопли удовлетворяет предъявляемым требованиям к нетканым полотнам согласно ГОСТ 31913–2011 и может эксплуатироваться в качестве утеплителя (см. табл.).

Следующим немалозначимым фактором строительных утеплителей является их повы-

шенная сыпучесть и летучесть отдельно взятых волокон в составе исследуемых материалов.

Критерием стойкости к внешним воздействиям выбран показатель стойкости к истиранию. Для проведения испытаний был подобран абразив с зернистостью 60, результаты экспериментов представлены на рис. 2.

Анализируя результаты исследований (см. рис. 2), можно сделать вывод о том, что нетканый материал на основе конопляных волокон обладает необходимой стойкостью к истиранию, что обусловлено высоким переплетением отдельных конопляных волокон иглопробивным способом.

Т а б л и ц а

Физико-механические свойства утеплителей

Образец	Толщина, мм	Разрывная нагрузка, кН	Удлинение при разрыве		Предел прочности, мПа
			фактическое, мм	относительное, %	
Утеплитель на основе базальта	3,34	-	-	-	-
Утеплитель на основе льна	3,00	9,15	218,94	118,93	0,1
Утеплитель на основе конопли	2,95	49,88	47,63	31,75	0,2



а



б



в

Рис. 2. Образцы строительных утеплителей после испытания на стойкость к истиранию:

- а – утеплитель на основе базальта, 1000 оборотов;
 б – утеплитель на основе льна, 1000 оборотов;
 в – утеплитель на основе конопли, 1000 оборотов

Основным свойством, которым должны обладать различные утеплители, является теплопроводность, которая характеризуется коэффициентом теплопроводности, Вт/(м·К). Коэффициент теплопроводности утеплителя на основе волокон технической ненаркотической конопли составил 0,04 Вт/(м·К) и соответствует показателям теплопроводности строительных утеплителей на основе льна (льноватин) – 0,037...0,04 Вт/(м·К) и базальта – 0,033...0,046 Вт/(м·К).

Также одним из основных требований, предъявляемых к утеплителям, является их стойкость к воздействию огня. В связи с тем, что сырьем для производства нетканого материала из волокон конопли являются растительные волокна, не обладающие огнестойкостью, то применение таких материалов ограничено. По-

этому использование нетканого материала из волокон конопли допустимо с учетом модификации последних антипиренами. С целью повышения огнестойких свойств обработка полученного материала проводилась с помощью отечественных антипиренов.

Исходя из результатов экспериментов, можно сделать вывод о том, что нетканый материал на основе конопляных волокон без предварительной модификации антипиренами практически полностью деструктировал. При использовании антипирена образец на 11-й секунде начал темнеть, возгорания нет.

Следовательно, использование антипиренов на разработанном нетканом материале (утеплителе) целесообразно и способно как исключить воспламенение от случайного очага возго-

рания, так и не поддерживать его в продолжительный период воздействия.

ВЫВОДЫ

Анализируя результаты исследований, представленных в данной работе, можно сделать вывод, что утеплитель на основе волокон технической ненаркотической конопли заслуживает достойного места на рынке строительных материалов, благодаря своим характеристикам и цене. Полученный нетканый материал является серьезным конкурентом для базальто-

вых и льняных утеплителей, представленных в Республике Татарстан. В сравнении со льном техническая ненаркотическая конопля дешевле в 2,5 раза (данные на весну 2021 г.), а качество готовой продукции выше [11]. Кроме того, предел прочности нетканого материала из волокон конопли выше на 100 %, с сохранением коэффициента теплопроводности 0,04 Вт/(м·К).

Коноплеводство в России только набирает обороты, что, соответственно, окажет положительное влияние на спрос данного материала в будущем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Логинов А. В., Хахамов А. Р. Утепление стен дома: необходимость или пережиток прошлого? // Аргументы и факты : еженедельник. URL: <https://aif.ru/boostbook/uteplenie-sten.html> (дата обращения: 02.02.2022).
2. Инновации в теплоизоляции // Строительство : информационное агентство. Татарстан. URL: <http://tatarstan.iastr.ru/materialy/273-innovacii-v-teploizolyacii-.html> (дата обращения: 02.02.2022).
3. Утеплители из конопли и льна: уникальные свойства и непревзойденная долговечность // Малоэтажная страна : офиц. сайт выставки. URL: <https://m-strana.ru/articles/utepliteli-iz-lna-i-konopli> (дата обращения: 02.02.2022).
4. Кирюхин С. М. Текстильное материаловедение. М. : КолоС, 2011. 414 с.
5. Марков В. В. Первичная обработка лубяных волокон : учебник для вузов. М. : Легкая индустрия, 1974. 416 с.
6. Дорофеев В. В. Разработка и исследование технологии получения модифицированных лубяных волокон на базе ударно-волнового воздействия : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2014. 21 с.
7. Аникиенко Е. Техническая конопля: особенности производства и перспективы переработки // Нивы России. 2018. № 7(162). URL: <http://svetich.info/publikacii/krestjanskaja-praktika/tehnicheskaja-konoplja-osobennosti-proiz.html> (дата обращения: 02.02.2022).
8. Белая А. И в пир, и в мир. Техническая конопля может заменить десятки материалов в различных сферах // Агроинвестор. 2019. URL: <https://www.agroinvestor.ru/companies/article/31689-i-v-pir-i-v-mir> (дата обращения: 02.02.2022).
9. Выращивание технической конопли: что делают из растения // ВКонтакте : соц. сеть. URL: https://vk.com/@organic_wear-vyraschivanie-tehnicheskoi-konopli-cto-delaut-iz-rasteniya (дата обращения: 02.02.2022).
10. Большие перспективы технической конопли // Агропромышленная ассоциация коноплеводов : офиц. сайт. URL: <https://aparak.pro/2017/12/05/большие-перспективы-технической-кон> (дата обращения: 02.02.2022).
11. Льняные страдания // Росленконопля : сайт о льне и конопле. URL: <https://www.rosflaxhemp.ru/zhurnal/informacija-i-analiz.html/id/4282> (дата обращения: 02.02.2022).

REFERENCES

1. Loginov A. V., Nahamov A. R. Insulation of the walls of the house: a necessity or a relic of the past?*. URL: <https://aif.ru/boostbook/uteplenie-sten.html> (accessed 02.02.2022).
2. Innovations in thermal insulation*. URL: <http://tatarstan.iastr.ru/materialy/273-innovacii-v-teploizolyacii-.html> (accessed 02.02.2022).
3. Hemp and linen insulation: unique properties and unrivaled durability*. URL: <https://m-strana.ru/articles/utepliteli-iz-lna-i-konopli> (accessed 02.02.2022).
4. Kiryuhin S. M. Textile materials science. Moscow, KoloS Publ., 2011. 414 p. (In Russ.)
5. Markov V. V. Primary processing of bast fibers. Moscow, Light Industry Publ., 1974. 416 p. (In Russ.)
6. Dorofeev V. V. Development and research of technology for obtaining modified bast fibers based on shock-wave action* : abstract of the diss. ... cand. of techn. sci. Moscow, 2014. 21 p. (In Russ.)

*Перевод названия источника выполнен авторами статьи / Translated by author's of the article.

7. Anikienko E. Technical hemp: production features and processing prospects*. *Nivy Rossii* [Fields of Russia]. 2018;7(162). URL: <http://svetich.info/publikacii/krestjanskaja-praktika/tehnicheskaja-konoplja-osobennosti-proiz.html> (accessed 02.02.2022).
8. Belaya A. And in a feast, and in the world. Industrial hemp can replace dozens of materials in various fields*. *Agroinvestor* [Agroinvestor]. 2019. URL: <https://www.agroinvestor.ru/companies/article/31689-i-v-pir-i-v-mir> (accessed 02.02.2022).
9. Growing technical hemp: what is made from the plant*. URL: https://vk.com/@organic_wear-vyraschivanie-tehnicheskoi-konopli-cto-delaut-iz-rasteniya (accessed 02.02.2022).
10. Great prospects for technical hemp*. URL: <https://apak.pro/2017/12/05/bol'shie-perspektivy-tehnicheskoy-kon> (accessed 02.02.2022).
11. Linen misery*. URL: <https://www.rosflaxhemp.ru/zhurnal/informacija-i-analiz.html/id/4282> (accessed 02.02.2022).

Статья поступила в редакцию 20.04.2022

Принята к публикации 19.05.2022

*Перевод названия источника выполнен авторами статьи / Translated by author's of the article.