Научная статья
УДК 677.076.4
EDN DBZTFO
https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-3-73-59-63
Азиза Салаватовна Насретдинова[1]
Александр Сергеевич Парсанов[2]
Ирина Владимировна Красина[3]
[1,2,3] Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия
[1]nasans1305@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-1127-3560
[2]parsanov1982@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0002-9573-1521
[3]irina_krasina@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-9448-121X

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация. *В статье рассматривается возможность замены минеральной ваты на экологически безопасные и биоразлагаемые субстраты из волокон технической конопли для гидропонных систем. Исследованы физико-механические свойства нетканых материалов, полученных из тресты, механически и химически очищенного конопляного волокна, в сравнении с базальтовым субстратом. Определены показатели плотности, влагоемкости, динамики испарения воды, а также прочности на разрыв. Проведен контрольный высев микрозелени для оценки влияния субстратов на рост растений. Установлено, что химически очищенное волокно обеспечивает наилучший баланс влагоудержания, аэрации и механической стабильности, а также способствует более активному развитию корневой системы и надземной части. Сделан вывод о перспективности использования конопляных волокон в качестве основы для эффективных и биоразлагаемых гидропонных субстратов.*
Ключевые слова: *техническая конопля, нетканые материалы, гидропоника, биоразлагаемость, субстраты, влагоемкость, треста*

Благодарности. Работа выполнена за счет предоставленного в 2025 году Фондом науки и технологий Республики Татарстан гранта № 12 от 01.12.2025 на осуществление фундаментальных и поисковых исследований в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан.

Для цитирования: Насретдинова А. С., Парсанов А. С., Красина И. В. Исследование свойств нетканых материалов из технической конопли и возможности их применения // Технологии и качество. 2026. № 3(73). С. 59–63. https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-3-73-59-63.

Original article
Aziza S. Nasretdinova[1]
Alexander S. Parsanov[2]
Irina V. Krasina[3]
[1,2,3] Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Abstract. *The article considers the possibility of replacing mineral wool with environmentally friendly and biodegradable substrates made of technical hemp fibers for hydroponic systems. The physical and mechanical properties of nonwoven materials obtained from scutching tow, mechanically and chemically purified hemp fiber were studied in comparison with a basalt substrate. Density, water-holding capacity, water evaporation dynamics, as well as tensile strength were determined. A test sowing of microgreens was carried out to assess the effect of substrates on plant growth. It was found that chemically purified fiber provides the best balance of moisture retention, aeration and mechanical stability, and also promotes more active development of the root system and above-ground parts. The conclusion is made about the prospects of using hemp fibers as a basis for effective and biodegradable hydroponic substrates.*

© Насретдинова А. С., Парсанов А. С., Красина И. В., 2026

Keywords: *technical hemp, nonwoven materials, hydroponics, biodegradability, substrates, moisture capacity, retted straw*

Acknowledgements: *The work is supported by Grant No. 12 as of December 1, 2025, for fundamental and exploratory investigations at scientific and educational institutions and enterprises within the real sector of the economy of Tatarstan autonomy, awarded in 2025 by the Science and Technology Foundation of Tatarstan.*

For citation: Nasretdinova A. S., Parsanov A. S., Krasina I. V. Study of industrial hemp nonwovens' properties and their potential applications. Technologies & Quality. 2026. No 3(73). P. 59–63. (In Russ.) https://doi.org/ 10.34216/2587-6147-2026-3-73-59-63.

Техническая конопля в последние годы вновь привлекает пристальное внимание исследователей и производителей как перспективное возобновляемое сырье для текстильной промышленности. Это обусловлено целым рядом факторов: высокой урожайностью волокна с единицы площади, низкой потребностью в агрохимикатах при выращивании и меньшим, по сравнению с хлопком, водопотреблением [1, 2].

Исторически сложившаяся в России сырьевая база для производства льняных и конопляных тканей сегодня получает импульс для развития в контексте перехода к ресурсосберегающим и экологически безопасным технологиям. Современные технологии переработки позволяют получать из лубяных волокон конопли различные полуфабрикаты. Наряду с длинным волокном, идущим на производство тканей, все большее значение приобретает короткое волокно и отходы, которые находят применение в производстве нетканых материалов, композитов, теплоизоляционных изделий и гидропонных субстратов [3, 4].

Нетканые материалы, формируемые без применения традиционных процессов ткачества, представляют собой обширный класс текстильных изделий с широким диапазоном свойств. В зависимости от способа скрепления волокон (механического, физико-химического или комбинированного) можно получать полотна с заданными характеристиками плотности, пористости и влагоемкости. Одним из перспективных направлений использования таких нетканых материалов является их применение в качестве основы для гидропонных систем [5, 6].

Традиционно в гидропонике используются как неорганические (керамзит, минеральная вата, вермикулит), так и органические материалы. Последние, например кокосовое волокно или мох сфагнум, обладают рядом преимуществ, но имеют и такие недостатки, как высокое содержание солей, склонность к закисанию или быстрому разложению. В связи с этим поиск новых, экологически безопасных и биоразлагаемых волокнистых материалов является актуальной задачей.

Целью данной работы является изучение физико-механических свойств нетканых материалов, полученных из различных видов волокна технической конопли, и оценка их потенциала в качестве основы для гидропонных субстратов.

В работе использовали три типа конопляного волокна: треста (неочищенное волокно), механически очищенное волокно и химически очищенное волокно (полученное варкой и отбелкой). Для сравнения использовали нетканый материал на основе базальтового волокна – как типовой, широко применяемый материал для гидропоники.

На первом этапе работы были получены образцы нетканых материалов на основе конопляных волокон. На рисунке 1 представлен внешний вид полученных образцов. Формирование прочеса осуществлялось на чесальной машине БЧВМ1-м, зазоры между рабочими органами машины составляли 2...0,5 мм. Для формирования нетканого материала применялся бумагоделательный (мокрый) способ.

Плотность, влагоемкость и скорость испарения (способность удерживать влагу) являются ключевыми параметрами для материалов, используемых в гидропонике. Именно они определяют водно-воздушный баланс в корневой зоне. Результаты сравнительного исследования свойств полученных нетканых материалов на основе различных видов конопляного волокна и базальтового субстрата представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что изученные образцы сильно различаются по характеристикам. У базальтового нетканого материала самая большая влагоемкость (710 %) и самая низкая скорость испарения – это снижает опасность пересыхания корней, но иногда ухудшает доступ воздуха. Совсем по-другому ведут себя образцы из тресты и механически очищенного волокна: они отдают влагу быстро, за сутки теряя более 60 %. При этом полотно остается рыхлым,

что хорошо для дыхания корней. Но из-за столь быстрого высыхания приходится либо поливать часто, либо использовать непрерывную капельную систему.



а *б* *в* *г*

Рис. 1. Образцы нетканых материалов:
***а* – на основе тресты; *б* – на основе механически очищенных волокон конопли;**
***в* – на основе химически очищенных волокон конопли; *г* – на основе базальтового волокна**

Таблица 1

Исследование свойств нетканых материалов на основе волокон технической конопли

Нетканый материал	Толщина, мм	Плотность, г/см^3	Влагоемкость, %	Измерение массы каждый час (испарение воды), %				
				1	2	3	16	24
На основе базальтового волокна	10	0,08	710	1,6	3,4	5,2	26,8	28,3
На основе тресты	10	0,14	313	3,9	7,3	11,7	60,3	63,3
На основе механически очищенного волокна	10	0,15	429	4,1	7,8	11	61,2	63,7
На основе химически очищенного волокна	10	0,19	664	2,3	4,4	6,6	31,9	33,8

Лучший компромисс между способностью держать воду и пропускать воздух продемонстрировал образец из химически очищенного волокна. Величина влагоемкости у него достигает 664 %, что лишь немного ниже этого показателя у базальтового волокна, а потери влаги за сутки не превышают 33,8 % – практически на уровне минеральной ваты. Такие характеристики обеспечивают корневой системе равномерное поступление влаги без возникновения застойных явлений. Благодаря этому субстрат подходит для применения в различных гидропонных установках и для многих видов растений. Добавим также, что все исследованные конопляные образцы способны к биологическому разложению, в то время как неорганические субстраты создают серьезные проблемы с утилизацией и не являются экологически безопасными.

Однако для гидропонных систем важна не только способность удерживать воду, но и механическая прочность материала. Субстрат должен сохранять форму, не слеживаться и надежно фиксировать растения в процессе роста, особенно при пересадках или перемещении. Мы провели испытания на разрыв для каждого типа нетканого полотна. Результаты исследования представлены на рисунке 2.

Выяснилось, что материал из химически очищенного волокна выдерживает нагрузку около 17 Н. Это заметно выше, чем у остальных образцов. Образец на основе механически очищенного волокна показал примерно 9 Н. Треста и базальт оказались самыми слабыми: первая рвалась при нагрузке около 2 Н, второй – около 4 Н.

Причина низкой прочности тресты – плохая связь между волокнами из-за остатков древесной ткани и примесей. Базальтовое волокно само по себе хрупкое, и в нетканом полотне волокна легко смещаются друг относительно друга.

Химическая очистка удаляет лигнин и пектиновые вещества, которые ослабляют адгезию. В результате волокна становятся более гибкими, однородными и лучше сцепляются между собой при формовании полотна. Поэтому прочность материала на основе химически очи-

щенного волокна почти в четыре раза выше, чем у механически очищенного, и в восемь раз выше, чем у тресты. Таким образом, глубокая очистка сырья критически важна, если субстрат должен сохранять целостность в течение всего вегетационного цикла.

Помимо физико-механических тестов, мы оценили влияние субстратов на рост растений. Для этого провели контрольный высев микрозелени двух видов – салата и свеклы. Семена высаживали в одинаковых условиях (температура, освещение). Через 10 дней фиксировали внешний вид растений (табл. 2).



Рис. 2. Влияние сырьевого состава нетканого материала на прочностные свойства: *а* – на основе базальтового волокна; *б* – на основе тресты; *в* – на основе механически очищенного волокна; *г* – на основе химически очищенного волокна

Таблица 2

Результаты контрольного высева микрозелени на субстратах различной природы

Вид микрозелени	На основе базальта	На основе химически очищенного волокна	На основе тресты	На основе механически очищенного волокна
Салат				
Свекла				

На фотографиях видно, что на субстратах из очищенного конопляного волокна (особенно химически очищенного) растения развиваются лучше. У салата на таком субстрате листья крупнее, корневая система гуще, чем на базальтовой вате или тресте. Свекла также дает более равномерные всходы и быстрее наращивает зеленую массу. На тресте растения выглядят угнетенными: мало листьев, корешки тонкие и короткие. Вероятно, это связано с низкой влагоемкостью тресты и, возможно, с наличием остаточных веществ, которые тормозят рост. Механически очищенное волокно дает результат чуть хуже, чем химически очищенное, но значительно лучше, чем треста.

Таким образом, тип субстрата напрямую влияет на развитие микрозелени. Наилучшие условия создает химически очищенное конопляное волокно – оно сочетает высокую влагоемкость, умеренное испарение, достаточную прочность и отсутствие токсичных примесей.

ВЫВОДЫ

1. Полученные в работе данные позволяют утверждать, что волокна технической конопли пригодны для изготовления нетканых полотен, которые успешно можно использовать в гидропонных системах.

2. Свойства нетканого материала сильно зависят от того, насколько глубоко очищено конопляное сырье. Самые высокие показатели получены для химически очищенного волокна: плотность 0,19 г/см³, влагоемкость 664 %, суточная потеря влаги 33,8 %. Такой субстрат создает наилучший водно-воздушный режим, обходя по этому параметру тресту и механически очищенное волокно.

3. Предел прочности при разрыве у материала из химически очищенного волокна – около 17 Н, тогда как треста выдерживает лишь 2 Н, а базальт – 4 Н. Химическая обработка удаляет лигнин и пектины, которые мешают сцеплению волокон; в результате межволоконные связи становятся прочнее, и субстрат не разрушается и не разрыхляется при эксплуатации.

4. Опыты с высевом микрозелени подтвердили, что на субстрате из химически очищенного конопляного волокна растения растут активнее, чем на базальте или тресте. Это доказывает пригодность разработанного материала для практического использования.

5. Все конопляные образцы способны к биоразложению, в отличие от базальтового субстрата, который после использования становится трудно утилизируемым отходом. При разложении конопляные волокна могут дополнительно снабжать растения органическими соединениями, что отвечает задачам устойчивого сельского хозяйства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аветисян Э. А., Слащев Д. С. Коноплеводство России: история и современное состояние // Управление и экономика агробизнеса : материалы Междунар. науч. конф., Москва, 16 марта 2018 года / под ред. В. Г. Плющикова, А. Н. Жарова. М. : РУДН, 2018. С. 137–143.
2. Попов Р. А., Бакулова И. В. Результаты полевых исследований уборки технической конопли по различным технологиям // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 108–112.
3. Насретдинова А. С., Храмова А. И., Красина И. В. Современные тенденции и перспективы применения ненаркотической конопли в мире // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2025. № 5(419). С. 11–18.
4. 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.
5. Сафонова Е. В. Виды субстратов для овощей в защищенном грунте // Инновационная наука. 2015. № 7-2(7). С. 38–42.
6. Жигарева А. В. Выращивание микрозелени на субстратах разного типа // Социально-экологические проблемы Байкальского региона и сопредельных территорий : материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 26 апреля 2024 года. Улан-Удэ : БГУ, 2024. С. 60–61.

REFERENCES

1. Avetisyan E. A., Slashchev D. S. Cannabis production: history and current situation. *Upravlenie i ekonomika agrobiznesa* [Management and Economics of Agribusiness]. Moscow, RUDN Publ., 2018. P. 137–143. (In Russ.)
2. Popov R. A., Bakulova I. V. The results of field studies of harvesting technical hemp by various technologies. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal* [Agrarian Scientific Journal]. 2022;7:108–112. (In Russ.)
3. Nasretdinova A. S., Khramova A. I., Krasina I. V. Modern trends and prospects of non-narcotics hemp using in the world. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2025;5(419):11–18. (In Russ.)
4. Mezentsev I. S., Krasina I. V., Parsanov A. S. Development of building insulation based on technical hemp fibers. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies and Quality]. 2022;2(56):40–45. (In Russ.)
5. Safonova E. V. Types of substrates for vegetables in protected ground. *Innovatsionnaya nauka* [Innovative Science]. 2015;7-2(7):38–42. (In Russ.)
6. Zhigareva A. V. Growing microgreens on different types of substrates. *Sotsial'no-ekologicheskie problemy Baykal'skogo regiona i sopredel'nykh territoriy* [Socio-ecological problems of the Baikal region and adjacent territories]. Proceedings of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists, April 26, 2024. Ulan-Ude, Buryat St. Univ. Publ., 2024. P. 60–61. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 12.06.2026
Принята к публикации 02.07.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

А. С. Насретдинова, аспирант
А. С. Парсанов, кандадат технических наук, доцент
И. В. Красина, доктор технических наук, профессор