

УДК 674.812.2, 678.031:54-112
DOI 10.47367/0021-3497_2021_6_297

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И АРАБИНОГАЛАКТАНА***

**METHOD FOR OBTAINING COMPOSITE MATERIAL
BASED ON WASTE OF THE TEXTILE INDUSTRY
AND ARABINOGALACTAN**

Р.Г. САФИН, А.В. САФИНА, К.В. ВАЛЕЕВ, Р.Р. ФАХРУТДИНОВ

R.G. SAFIN, A.V. SAFINA, K.V. VALEEV, R.R. FAKHRUTDINOV

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)

(Kazan National Research Technological University)

E-mail: safin@kstu.ru, alb_saf@mail.ru, kirval116@mail.ru, ryslan22437@gmai.com

Теоретически аргументирован и экспериментально исследован способ получения композиционного материала на основе коротковолокнистых текстильных отходов текстильной промышленности и природного полисахарида арабиногалактана, извлеченного из отходов древесины лиственницы. Основными этапами предлагаемого способа являются экстрагирование арабиногалактана, измельчение коротковолокнистых текстильных отходов, их фракционирование, смешение компонентов и прессование.

* Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП "Нанотехнологии и наноматериалы" ФГБОУ ВО КНИТУ.

* The study was carried out using the equipment of the Center for Collective Use "Nanomaterials and Nanotechnology" of the Kazan National Research Technological University.

Установлено, что для обеспечения оптимальных эксплуатационных и прочностных характеристик получаемого композиционного материала эффективное содержание текстильных отходов в композите составляет 55%. Проведенные испытания позволили рекомендовать изготовление данного композиционного материала в 3 слоя. Внешние слои целесообразно изготавливать более плотными, а внутренний слой для снижения энергозатрат – с меньшей плотностью. Представленный биоразлагаемый композиционный материал на основе отходов текстильной промышленности и арабиногалактана может быть использован для производства изделий с коротким сроком эксплуатации (упаковочных и прокладывающих материалов, стелек для обуви и т.п.).

A method for producing a composite material based on short-fiber textile waste from the textile industry and natural polysaccharide arabinogalactan extracted from larch wood waste has been theoretically argued and experimentally investigated. The main stages of the proposed method are the extraction of arabinogalactan, crushing of short-fiber textile waste, their fractionation, mixing of components and pressing. It was found that to ensure the optimal operational and strength characteristics of the resulting composite material, the effective content of textile waste in the composite are 55%. The tests carried out made it possible to recommend the manufacture of this composite material in 3 layers. It is advisable to make the outer layers more dense, and the inner layer with a lower density, to reduce energy consumption. The presented biodegradable composite material based on wastes of the textile industry and arabinogalactan can be used for the production of products with a short service life (packaging and interlining materials, shoe insoles, etc.).

Ключевые слова: композиционный материал, отходы текстильной промышленности, отходы древесины лиственницы, арабиногалактан, извлечение, смешение, прессование.

Keywords: composite material, textile waste, larch wood waste, arabinogalactan, extraction, mixing, pressing.

Введение

В последние годы все большее значение приобретает разработка полимерных композиционных материалов, содержащих полимеры природного происхождения в дополнение к синтетическим полимерам. Это связано с необходимостью постепенного снижения доли полимеров, получаемых из нефти, а также с предполагаемой биоразлагаемостью таких композитов по истечении срока службы [6], [7], [9].

В этом контексте особый интерес представляет природный полисахарид арабиногалактан (АГ), который в основном содержится в древесине лиственницы сибирской и представляет собой сильно разветвленный водорастворимый полимер [1], [2]. Его основная цепь состоит из звеньев галак-

тозы, связанных гликозидными связями, и боковых цепей звеньев арабинозы, галактозы и урановой кислоты. Содержание арабиногалактана в отходах древесины лиственницы достигает 22 %. Вещество устойчивое в кислой среде, имеет термическую и гидролитическую стабильность [3], [4], что обуславливает возможность его использования в качестве технического продукта, а именно связующего в производстве композиционного материала.

Текстильные отходы производства представляют собой отходы, получаемые в процессе производства волокон, нитей, тканей и прочих швейных изделий. Текстильные отходы потребления представляют собой вышедшую из употребления одежду, которая, в конечном результате, оказыва-

ется на полигонах захоронения твердых бытовых отходов и составляет не менее 6% от его общего количества [8], [10], [11].

Наиболее острая проблема стоит в отношении отходов текстильных материалов и искусственного меха, а также коротковолокнистых отходов коврового производства. Переработка данных отходов является достаточно сложной и дорогостоящей ввиду необходимости создания специального оборудования. К данной группе текстильных материалов относятся низкосортные отходы легкой промышленности, в частности, волокна искусственного меха, невозвратные от стабилизации, стрижки и глажения, длиной 0,5...25 мм [5], [12], [13]. Они образуются в основном на подготовительном участке, их объем доходит до 34% от используемого сырья.

В работе рассмотрена возможность применения отходов текстильной промышленности и природного полисахарида арабиногалактана для создания композиционного биоразлагаемого материала и предложен способ его получения.

Методы и материалы

На кафедре переработки древесных материалов Казанского национального исследовательского технологического университета была разработана технология получения композиционного материала посредством переработки коротковолокнистых текстильных отходов с применением арабиногалактана в качестве связующего компонента.

Изготовление композиционного материала можно разделить на несколько этапов.

Первым этапом процесса служит экстрагирование арабиногалактана из отходов древесины лиственницы путем кипячения в воде.

После завершения процесса экстрагирования арабиногалактана экстракт переливается в испаритель и упаривается до сиропообразного состояния, туда же добавляется 95%-ный этиловый спирт в соотношении 1:35 и отстаивается в течение 2 часов, для выпадения арабиногалактана в осадок. После фильтрации производится отгонка жидкости из осадка под вакуумом, и осадок вы-

сушивается до полного удаления влаги. После полного удаления растворителя образуется арабиногалактан в виде порошка с содержанием до 10 % лиственничной смолы от общей массы сухого остатка.

Второй этап заключается в измельчении коротковолокнистых текстильных отходов в роторно-ножевом измельчителе ДВМ-5. Для предварительного перемешивания компонентов и снижения энергозатрат на резание, в измельчитель загружается ранее извлеченный арабиногалактан. Фракционирование измельченных текстильных отходов производится на вибро-ситовой установке ANALYSETTE 3 PRO.

Третьим и заключительным этапом изготовления композиционного материала является смешение компонентов в вальцовом смесителе и прессование. Для прессования используется пресс марки АПВМ-901. Прессование ведут при температуре 150°C под давлением 0,8 МПа.



Рис. 1

Результаты и обсуждения

Проведенные исследования позволили получить образцы композиционного материала, представленного на рис. 1 (внешний вид арабиногалактана, текстильных отходов и композиционной плиты). В качестве наполнителя использовались текстильные отходы в виде шелковых тканей, волокна из хлопка и льна. В качестве связующего использован арабиногалактан – продукт экстракции древесины лиственницы.

Далее были исследованы эксплуатационные и прочностные характеристики полученных образцов композиционного материала.

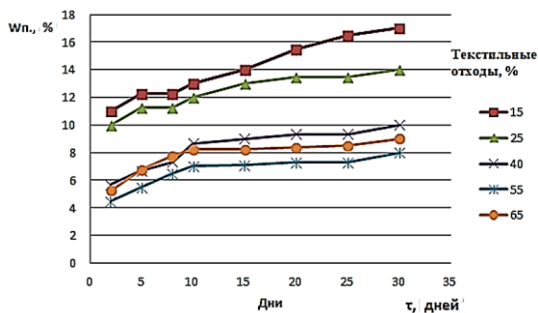


Рис. 2

Одной из важных характеристик композиционных материалов является влагопоглощение, увеличение которого приводит к заметному снижению эксплуатационных свойств. На рис. 2 представлены кинетиче-

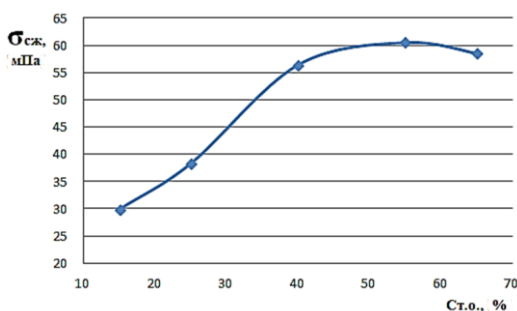


Рис. 3

Представленные графики подтверждают эффективность 55%-процентного содержания текстильных отходов в композиционных образцах, поскольку они имеют наиболее высокие механические и прочностные показатели.

Увеличение концентрации текстильных отходов требует более высоких давлений прессования, соответственно и энергозатрат, при этом увеличивается плотность материала, кг/м³.

На рис. 5 представлены зависимости водопоглощения от плотности композиционного материала.

ские зависимости влагопоглощения композиционных материалов при различных концентрациях наполнителя.

Анализ полученных данных показывает, что при увеличении концентрации текстильных отходов в композиционном материале уменьшается его влагопоглощение. Однако с повышением концентрации текстильных отходов больше 55% влагопоглощение увеличивается. В связи с этим оптимальным значением концентрации текстильных отходов в композиционном материале является 55%.

Арабиногалактан в композиционном материале способствует стабилизации водно-жировой эмульсии, улучшает пластичность и обладает антиоксидантными свойствами.

На рис. 3, 4 представлены зависимости предела прочности на сжатие и растяжение от концентрации наполнителя соответственно.

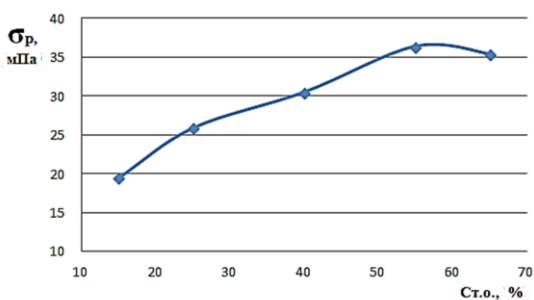


Рис. 4

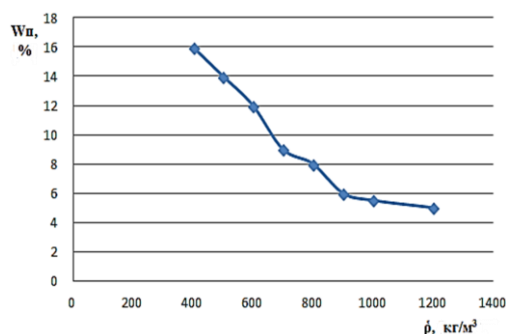


Рис. 5

Эта зависимость показывает, что увеличение плотности материала соответствует меньшему водопоглощению, поскольку

плиты с высокой плотностью не имеют крупных пор, в которые может проникать вода за время пребывания образца в воде. В связи с этим композиционный материал целесообразно изготавливать трехслойным, в котором внешние слои являются более плотными, а внутренний слой для снижения энергозатрат имеет наименьшую плотность.

Разработанная технология позволяет получать биоразлагаемый композиционный материал на основе переработки коротковолокнистых отходов текстильной промышленности и природного полисахарида арабиногалактана. Данный материал целесообразно использовать для производства изделий с коротким сроком эксплуатации: упаковочных и прокладывающих материалов, стелек для обуви и т.п.

ВЫВОДЫ

На сегодняшний день на текстильных предприятиях Российской Федерации остается большое количество отходов, которые не перерабатываются, а переносятся в места захоронений, ухудшая, тем самым, экологию. В то же время на предприятиях деревообрабатывающей промышленности также существует проблема переработки отходов. Древесные отходы имеют большое количество связующих веществ, одним из которых является арабиногалактан.

В статье описан способ получения композиционного материала из отходов текстильной промышленности и связующего арабиногалактана, включающий стадии извлечения АГ, измельчения тканей, смешения и прессования. Анализ полученного композиционного материала позволил установить, что оптимальное значение концентрации текстильных отходов в материале составляет 55%. Данное значение обеспечивает высокие прочностные показатели и эксплуатационные свойства исследуемого материала, что подтверждено исследованиями зависимости пределов прочности на сжатие и растяжение от концентрации наполнителя.

Анализ результатов испытаний полученных образцов позволил рекомендовать

трехслойное строение композиционных материалов из отходов текстильной промышленности и арабиногалактана.

Поскольку арабиногалактан относится к безвредным полисахаридам, то его использование возможно при изготовлении различных упаковочных изделий, стелек и т.п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсланова Г.Р., Валеев К.В., Абдуллина Д.Р. Современные технологии экстрагирования биологически активных веществ из древесных отходов // Мат. IV Междунар. научн.-практ. конф.: Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса. – 2021. С. 126...128.
2. Валеев К.В., Арсланова Г.Р., Гизатуллина Л.И., Сафин Р.Г. Экстрагирование арабиногалактана из древесины лиственницы // Сб. ст. Всерос. научн.-технич. конф.: Лесозащита и комплексное использование древесины. – Красноярск, 2020. С. 41...45.
3. Валеев К.В., Саттарова З.Г. Переработка древесных отходов и полиэтилена в древесно-композиционный материал // Сб. тр. Всерос. научн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: Наука и молодежь, проблемы, поиски решения. – Сибирский государственный индустриальный университет. – 2019. С. 367...369.
4. Композиционные материалы на основе отходов – материалы будущего // Высшая школа. – 2016. Т.1, №4. С.101...103.
5. Демесинова А.А., Айдарова А.Б., Молдогазиева Г.М., Досмуратова Э.Е. Энергия из отходов текстильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 1. С. 71...75.
6. Саттарова З.Г., Зиатдинова Д.Ф., Ахметова Д.А., Фахрутдинов Р.Р., Булгар Л.И. Современное состояние технологий производства древесно-полимерных теплоизоляционных материалов // Деревообрабатывающая промышленность. – 2020. С.62...72.
7. Саттарова З.Г., Сафин Р.Г., Фахрутдинов Р.Р., Байгильдеева Е.И. Современное состояние технологий производства древесно-полимерных теплоизоляционных материалов // Журнал деревообрабатывающая промышленность. – 2020. С.46...54.
8. Миккульский В.Г., Козлов В.В. Модификация строительных материалов полимерами. – М.: МИСИ, 1985.
9. Линьков Н.В. К вопросу о методике определения прочностных характеристик клеевых соединений деревянных конструкций // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 3. С. 153...158.
10. Тамразян А.Г., Минеев М.С. К возникновению трещин в модели толстостенного бетонного цилиндра при коррозии с учетом пористой зоны на

границе раздела арматуры и бетона // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 3. С. 159...165.

11. Zhorina L.A., Kuznetsova O.P., Rogovina S.Z., Vladimirov L.V. and Prut E.V. Preparation and study of the properties of compositions based on crumb rubber and natural polysaccharides // Polym. Sci. – Ser. D 13 (3), 2020. P.16...22.

12. Babkin V.A., Ostroumova L.A., Malkov Yu.A., Ivanova S.Z., Onuchina N.A. and Babkin D.V. Biologically active substances from larch wood, Khim. Interesakh Ustoichivogo Razvit. – 9 (3), 2001. P.363...367.

13. Makhijani K., Kumar R. and Sharma S.K. Biodegradability of blends polymers: A comparison of various properties // Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. – 45 (16), 2015. P. 1801...1825.

REFERENCES

1. Arslanova G.R., Valeev K.V., Abdullina D.R. Modern technologies for extracting biologically active substances from wood waste // Mat. IV Intern. scientific-practical Conf.: Actual problems and prospects for the development of the timber industry. – 2021. S. 126...128.

2. Valeev K.V., Arslanova G.R. Gizatullina L.I., Safin R.G. Extraction of arabinogalactan from larch wood // Sat. Art. Vseros. scientific and technical Conf.: Forest exploitation and integrated use of wood. – Krasnoyarsk, 2020. S. 41...45.

3. Valeev K.V., Sattarova Z.G. Processing of wood waste and polyethylene into wood-composite material // Sat. tr. Vseros. scientific conf. students, graduate students and young scientists: Science and youth, problems, search for solutions. – Siberian State Industrial University. – 2019. S. 367...369.

4. Composite materials based on waste - materials of the future // Higher school. - 2016. V.1, No. 4. P.101...103.

5. Demesinova A.A., Aidarova A.B., Moldogazieva G.M., Dosmuratova E.E. Energy from textile waste // Izv. universities. Technology of the textile industry. – 2019, No. 1. S. 71...75.

6. Sattarova Z.G., Ziatdinova D.F., Akhmetova D.A., Fakhruddinov R.R., Bulgar L.I. Modern state of technology for the production of wood-polymer heat-insulating materials // Woodworking industry. – 2020. P.62...72.

7. Sattarova Z.G., Safin R.G., Fakhruddinov R.R., Baigildeeva E.I. The current state of technology for the production of wood-polymer heat-insulating materials // Journal of wood processing industry. – 2020. P.46...54.

8. Mikulsky V.G., Kozlov V.V. Modification of building materials with polymers. – M.: MISI, 1985.

9. Linkov N.V. To the question of the methodology for determining the strength characteristics of adhesive joints of wooden structures. Izv. universities. Technology of the textile industry. - 2021, No. 3. S. 153 ... 158.

10. Tamrazyan A.G., Mineev M.S. On the occurrence of cracks in the model of a thick-walled concrete cylinder during corrosion, taking into account the porous zone at the interface between reinforcement and concrete. Izv. universities. Technology of the textile industry. - 2021, No. 3. S. 159 ... 165.

11. Zhorina L.A., Kuznetsova O.P., Rogovina S.Z., Vladimirov L.V. and Prut E.V. Preparation and study of the properties of compositions based on crumb rubber and natural polysaccharides // Polym. sci. – Ser. D 13 (3), 2020. P.16...22.

12. Babkin V.A., Ostroumova L.A., Malkov Yu.A., Ivanova S.Z., Onuchina N.A. and Babkin D.V. Biologically active substances from larch wood, Khim. Interesakh Ustoichivogo Razvit. - 9 (3), 2001. P.363...367.

13. Makhijani K., Kumar R. and Sharma S.K. Biodegradability of blends polymers: A comparison of various properties // Crit. Rev. Environ. sci. Technol. - 45 (16), 2015. P. 1801...1825.

Рекомендована кафедрой переработки древесных материалов. Поступила 13.11.21.