

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### PROMISING AREAS FOR PROCESSING TECHNOLOGICAL WASTE OF THE TEXTILE INDUSTRY

Ю.А. ЩЕПОЧКИНА

YU.A. SHCHEROSHKINA

(Ивановский государственный политехнический университет,  
Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University,  
Verkhnevolzhsk State University of Agronomy and Biothechnology)

E-mail: julia2004ivanovo@yandex.ru

*В настоящей статье сделана попытка обобщить отечественный и зарубежный опыт переработки разнообразных по составу и свойствам технологических отходов текстильной промышленности. Представлен обзор научных разработок, касающихся использования текстильных отходов при восстановлении полимерного сырья, в производстве строительных материалов и изделий, материалов для автомобильной и мебельной промышленности, при выработке технических войлоков и фетров, геотекстильных материалов, шнуров и канатов, тары, бумаги и картона, бытовых товаров, активного углерода, материалов для фильтрования сточных вод и др. Показана возможность рациональной переработки натуральных и синтетических текстильных отходов, в том числе лоскута, тряпья, обрезков тканей, нетканых материалов, волокон, в промышленную продукцию. Отмечено, что выбор перспективных направлений переработки разнообразных текстильных технологических отходов с учетом их состава и свойств является одной из важнейших задач современности.*

*Широкое вовлечение в хозяйственный оборот отходов текстиля, увеличение производственных мощностей по их сбору и переработке позволит рационально использовать материальные ресурсы, сократить потери и неоправданные расходы. При этом комплексная переработка текстильных технологических отходов в промышленную продукцию в современном мире является необходимостью, направленной и на развитие наукоемких технологий, на основе которых возможна дальнейшая интенсификация производства, тем более в межотраслевом факторе, когда отходы текстиля являются сырьевым резервом для предприятий других отраслей промышленности.*

*In this article, an attempt to summarize the domestic and foreign experience in processing technological wastes of the textile industry that are diverse in composition and properties is made. An overview of scientific developments related to the use of textile waste in the recovery of polymer raw materials, in the production of building materials and products, materials for the automotive and furniture industries, the production of technical felts and felt, geotextile materials, cords and ropes, containers, paper and cardboard, household goods, active carbon, waste water filtration materials and others is presented. The possibility of rational processing of natural and synthetic textile waste, including scraps, rags, fabric scraps, nonwovens,*

*fibers into industrial products is shown. It is noted that the choice of promising areas for processing a variety of textile technological waste, taking into account their composition and properties, is one of the most important tasks of our time.*

*The widespread involvement of textile waste in economic turnover, an increase in production capacities for their collection and processing will make it possible to rationally use material resources, reduce losses and unjustified costs. At the same time, the complex processing of textile technological waste into industrial products in the modern world is a necessity aimed at the development of high-tech technologies, on the basis of which further intensification of production is possible, especially in the intersectoral factor, when textile waste is a raw material reserve for enterprises of other industries.*

**Ключевые слова:** текстильные технологические отходы, направление, переработка, вторичное сырье, производство, продукция, промышленность.

**Keywords:** textile technological waste, direction, processing, secondary raw materials, production, products, industry

Текстильные технологические отходы, в том числе невозвратные, возникают практически на всех этапах производства: при первичной переработке натуральных волокон, выработке текстильных и трикотажных изделий, химических волокон и нитей [1]. Образующиеся отходы (хлопковые, шерстяные, лубяные, шелковой промышленности, химических волокон, смешанные, а также с не текстильными включениями) представляют собой огромные сырьевые резервы для переработки в промышленную продукцию. Заметим, что в настоящее время в мире перерабатывается всего лишь 12-15 % текстильных отходов [2]. Очевидно, что выбор рациональных направлений комплексной переработки разнообразных текстильных технологических отходов с учетом их состава и свойств является одной из важнейших задач современности.

Безусловно, одним из приоритетных направлений переработки текстильных отходов является восстановление из них полимерного сырья. Для этого не рассортированные текстильные отходы полиамидных, полиэфирных и целлюлозных волокон обрабатывают органическими растворителями. При экстрагировании сохраняется макромолекулярная структура полимеров. Отходы нарезают, отделяют от них твердые частицы, затем при нагреве растворяют в соответствующих растворителях (для поли-

амида – метанол, для полиолефинов, поливинилхлорида, ацетилцеллюлозы – дихлорметан), отделяют полимеры от растворителя, сушат, прессуют, гранулируют. Полученное сырье используют для прессования изделий под давлением, получения модифицированного полиэфира, полимерных покрытий. Выделение синтетических полимеров из текстильных отходов считается экономически целесообразным при содержании в них вышеуказанных волокон в количестве не менее 30 % [1]. Заметим, что источником полиамида являются накапливающиеся в больших количествах такие текстильные отходы, как трикотажные, чулочно-носочные изделия, подворотничковая ткань, нетканые материалы [3]. Получение волокон возможно из растворов полиакрилонитрила и его сополимеров (растворители – диметилацетамид, диметилформамид, диметилсульфоксид, пропиленкарбонат или их смеси) [4]. Известен также способ выделения полимера на основе полиакрилонитрила из 15-22 % раствора (растворитель – диметилсульфоксид) [5].

Еще одним перспективным направлением переработки больших количеств текстильных отходов можно считать производство строительных материалов. Подсчитано, что если использовать промышленные отходы в производстве строительных материалов, то можно сэкономить от 5 до 40 % материальных ресурсов [6]. Это в пол-

ной мере можно отнести и к отходам текстильной промышленности. В частности, для армирования строительных композитов на основе цемента, извести, гипса находят широкое применение отходы натуральных и синтетических волокон. Так, цементные композиты армируют волокнами льна, хлопка, полиамида [7], стеклянными, асбестовыми и другими волокнами [8...11]. В качестве армирующего материала для теплоизоляционных изделий на основе цемента можно использовать хлопковые волокна, шерстяные очесы, льняные волокна [12], на основе извести – волокна льна, конопля [13], допустимо применение окшары и подзола [14]. Для упрочнения гипсовых изделий находят применение полимерные, базальтовые и стеклянные волокна. Введение стеклянных волокон обеспечивает увеличение прочности изделий из газогипса [15, 16]. Измельченные отходы стекловолокна могут быть использованы в производстве кирпича [17]. Отходы первичной переработки льна и шерсти можно использовать в производстве пористых заполнителей на основе глинистого сырья [18, 19]. Для армирования пластмасс также можно применять отходы стеклянного волокна и синтетических волокон. В качестве наполнителей для изделий из искусственных смол употребляют отходы хлопка [1]. Возможно получение конструкционных изделий из композиции, содержащей совместно разволокненные текстильные отходы (в качестве наполнителя) и полипропиленовую мешковину (в качестве связующего), с последующим формованием массы в изделия при нагреве до температуры 170-200 °С [20]. Путем нагрева льняной костры без доступа воздуха до выделения смолистых веществ с последующим прессованием под давлением полученной массы вырабатывают твердый материал, поддающийся обточке, сверлению и шлифованию. Измельченная в муку костра может служить наполнителем для пластмасс [21]. Для изготовления плит на синтетическом связующем подходят коротковолокнистые отходы текстильного производства в сочетании с отходами деревообработки [22]. Для получения биокompозитных материалов предлагается

использовать конопляные волокна и костру в сочетании с кремнеземистой матрицей [23], для стеновых материалов – конопляные волокна в сочетании с известью [24]. В качестве тепло- и звукоизоляции находят применение костроплиты и костроволокнит, получаемые на основе выделяемой на льнозаводах костры [25]. В производстве строительных панелей возможно использование полипропиленовых пленок и отходов полипропиленовых нетканых материалов. Для армирования асфальтобетона рекомендуется использовать полиамидные (капроновые) нити, уменьшающие вероятность возникновения усталостных разрушений материала от воздействия подвижной нагрузки [26]. В производстве тепло- и звукоизоляционных материалов, покрытий для пешеходных дорожек находят применение отходы швейной промышленности, в частности, межлекальные выпадки [2]. Отходы швейного производства могут также служить сырьем для производства нетканых материалов [27]. При этом наиболее ценными для изготовления нетканых материалов считаются отходы с преобладанием синтетических волокон [28]. Подкладочные материалы для напольных покрытий из поливинилхлорида и искусственной кожи, материалы для автомобильной и мебельной промышленности изготавливают из текстильного вторичного сырья. При этом возможна переработка сырья низкого качества, в том числе отходов льняного и конопляного производства, восстановленных волокон шерстяного типа небольшой длины. Материалы из хлопковых волокон или отходов применяют в качестве основы при выработке так называемых пластических кож для изготовления папок, галантереи [29]. Холст, получаемый из низкокачественного волокна, текстильных отходов и вторичного сырья, может быть использован в изготовлении мягкой мебели. В частности, технология производства матов, применяемых в качестве наполнителей для мебели, предусматривает применение отходов свиной щетины, кокосового волокна, отходов сизаля и восстановленных полиамидных волокон [1]. На основе технологических отходов текстильной промышленности воз-

можно выработка технических войлоков и фетров (отходы шерстяного типа), геотекстильных материалов (отходы полиэфирных и полипропиленовых волокон). Для получения синтетических войлоков могут найти применение полиэфирные, полиакрилонитрильные, полиамидные волокна, а также их смеси с вискозными волокнами, отходами льнопенькоджутовых предприятий, восстановленной шерстью и грубым волосом. Восстановленную шерсть, выработанную из лоскута и швейных обрезков, используют в производстве утепленной обуви, ковровых изделий [28]. В производстве обуви, ватина, настилочного материала для мягкой мебели находят применение нетканые материалы, получаемые при переработке вторичного текстильного сырья [30].

Текстильные отходы могут служить сырьевым материалом для изготовления шнуров и канатов. При этом особенности структуры изделий определяются оплеткой, охватывающей сердечник плотными параллельными рядами. Для получения оплетки возможно использование полиамидного кабеля, полиамидных и полиэфирных нитей, а для сердечника пригодны различные виды отходов прядильных, трикотажных, ткацких фабрик, швейных и отделочных предприятий (чесальная лента, концы пряжи, лоскуты, остатки основы, кромки тканей, ленты из вторичного сырья и другое) [1].

Производство бумаги и картона является крупным потребителем текстильных отходов. Для приготовления тряпичной полумассы применяют старое тряпье (льняное, пеньковое, хлопчатобумажное), новые обрезки со швейных фабрик (льнопеньковые, хлопчатобумажные), старые льнопеньковые, веревочно-канатные, сетеснастные изделия, короткое хлопковое волокно [30]. На производство бумаги, упаковки идет хемитермомеханическая целлюлоза, добываемая из соломы конопли без выделения костры [31]. Хлопчатобумажная полумасса идет на выработку фильтровальных бумаг. Низкие сорта хлопчатобумажного тряпья (ватник, тряпье-брак) в количестве до 75 % включают в смеси для бумаги-основы толстого картона. Для этой же цели используют

волокна шерсти, также поступающие в виде тряпья [32]. В производстве картона могут быть использованы даже сильнозагрязненные короткие восстановленные волокна различного происхождения. Находят также применение отходы переработки хлопка [29]. При этом хлопчатобумажные отходы затрудняют прокрашивание картона, но придают ему прочность и гибкость, а шерстяные – увеличивают гигроскопичность, снижают прочность материала (их доля не должна превышать 15 % от общей массы, а с примесями синтетических волокон – 3-5 %) [1]. Бумагу лучших сортов вырабатывают из соломки масличных льнов и костры. Из тряпья высокого качества, в основном льняного, состоит масса для выработки бумаги путем ручной вычерпки, а низкосортное хлопчатобумажное тряпье идет на выработку высококачественной бумаги более низких сортов. Стригальный пух, скатертная стрижка, подметь прядильного и ткацкого производства могут служить сырьем для выработки оберточной бумаги, картона [22]. Для производства кровельного картона используют низкосортные обрезки тканей. Синтетические волокна (лавсан, нитрон, капрон, виол, вискоза) употребляют в производстве бумаги в смеси с целлюлозными волокнами. Для получения специальных видов бумаги (денежной, картографической, фотографической, чертежной, электроизоляционной, фильтровальной) применяют смесь синтетических и натуральных волокон. Так называемую синтетическую бумагу получают из 100 % синтетических волокон. Она приближается по свойствам к ткани и может быть использована для изготовления мешков, одежды, салфеток, скатертей и др. При добавлении связующих веществ к синтетическим волокнам получают бумагоподобный материал – текстрин [32].

Уловленная фильтрами на текстильных предприятиях волокнистая хлопковая пыль может служить сырьем для изготовления листового материала, а также тары с ячейками для укладки яиц [25]. Такие материалы целесообразно рассматривать как заменители картона. Пух хлопковый, трубную

пыль, подметь, орешки после очистки можно использовать для выработки упаковочной набивки [21].

Резинотканевые вулканизированные отходы, образующиеся в производстве резинотехнических изделий (остатки от штамповки и отделки готовых изделий либо бракованные изделия), подлежат измельчению и употребляются при производстве бытовых товаров, надувных лодок. Резинотканевые невулканизированные отходы в виде остатков прорезиненных тканей (капрон, анид, терплен, хлопчатобумажные ткани, шелк) могут быть использованы для производства амортизационных досок, передников, рукавиц, бирок [17].

Возможна повторная переработка синтетического волокна из отходов, обладающих термопластичными свойствами и состоящих из следующих полимеров: полигексаметилендиамид, поликапроамид, полиэтилентерефталат, полипропилен. Такой переработке подлежат полимерные нити и кабель, остатки нитей, полученные во время прядения, при вытяжке, с нанесенными препаратами, отходы пленки. Цвет готового регранулята зависит от цвета отходов перед переработкой. Получаемый регранулят может быть применен в изготовлении высококачественных нитей и волокон (в смеси с оригинальным гранулятом), штапельных волокон, пластмасс, прессованных изделий, щеток, профилей [1]. Особо следует отметить перспективность переработки вторичного капрона, учитывая его способность к плавлению, формообразованию и обработке. Переработку отходов этого материала можно вести литьевым способом. Очищенный от посторонних предметов и загрязнений капрон промывают водой, сушат и подвергают плавлению при 250-270 °С. Расплавленную массу формируют под давлением в подогретых до 40-50 °С пресс-формах. В них изделия выдерживают до остывания, затем извлекают из пресс-форм и подвергают механической обработке. Возможна переработка капроновых отходов (рыболовные сети, старые капроновые изделия) в гранулы. Технологический процесс также предусматривает сортировку отходов, удаление примесей не

капронового происхождения, промывку загрязненных отходов и плавление при температуре 260-270 °С. Полученный расплав капрона продавливают через фильтры в охлаждающую ванну, где он застывает с образованием ленты. Ленту измельчают в крошку, которую фасуют для отправки потребителю. При литьевой переработке вторичного капрона в изделия полезный выход продукта достигает 90-93 % [21].

Из отходов пенькового волокна, смеси отходов льняных, джутовых, кенафных волокон вырабатывают паклю. Паклю, вату, обтирочные материалы получают из вторичного текстильного сырья [33, 34]. Хлопчатобумажную подметь используют для выработки одежной, тюфячной, мебельной ваты. Для изготовления обтирочной ваты перерабатывают рвань ткацкую. Из отходов шерстяной ткани вырабатывают коврики, из отходов хлопчатобумажной – формируют полировальные круги, выполняют крой для игрушек, заготовки для обтяжки пуговиц [21].

Пропыленные низкосортные отходы хлопко-, льно- и шерстопрядильных фабрик могут быть востребованы в сельском хозяйстве. Так, добавки пыли и мелких волокон улучшают структуру глинистых и заболоченных почв [25, 35].

С применением коротковолокнистых текстильных отходов и природного полисахарида арабиногалактана (продукт экстракции отходов древесины лиственницы) возможно получение биоразлагаемого композиционного материала для производства изделий с коротким сроком эксплуатации, в частности, упаковочных материалов [36].

Хлопчатобумажную пыль (мелкую после барабанного фильтра), а также льняную костру после брикетирования применяют как топливо [37...39].

Льняная, конопляная, кенафная костра (при обработке соляной кислотой) является сырьем для синтеза фурфурола, выход этого продукта соответственно 7 %, 7,5 % и 4,5 %. Конопляная костра может быть использована для производства кормовых дрожжей (на 1 т дрожжей затрачивается 10 т костры) [40].

Немаловажно, что на основе текстильных отходов посредством пиролиза можно получать углерод [1, 41, 42]. При этом в отходах на основе натуральных волокон (льняные, хлопчатобумажные и др.) учитывают содержание целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина. Перед переработкой отходы сушат, пиролиз осуществляют при температуре 500°C, что обеспечивает максимальный выход сухого остатка. В результате переработки резинотканевых отходов и синтетических тканей получают углерод с примесями, жидкое топливо, горючие газы [41, 43].

Отходы в виде обугленных остатков с частичками шерсти, образующиеся при карбонизации текстильных материалов, пригодны к использованию при фильтрации для очистки сточных вод красильно-аппретурного производства [1]. Как известно, сточные воды предприятий текстильной промышленности содержат значительные количества органических и минеральных примесей, красителей, синтетические поверхностно-активные вещества, шлихтующие и другие препараты [44]. Для сорбционной очистки промышленных сточных вод также находят применение отходы синтетических волокон и нетканых материалов. Отходы лавсана, нитрона, капрона обладают сорбционной способностью к нефтепродуктам [45].

Отметим, что рациональная переработка текстильных технологических отходов оказывает непосредственное влияние на интенсивность развития различных отраслей промышленности, требует нового подхода к экономии сырья, экологическим проблемам [13, 34, 46]. Широкое вовлечение в хозяйственный оборот отходов текстиля, увеличение производственных мощностей по их сбору и переработке позволит рационально использовать материальные ресурсы, сократить потери и неоправданные расходы. При этом комплексная переработка текстильных технологических отходов в промышленную продукцию в современном мире является необходимостью, направленной и на развитие наукоемких технологий, на основе которых возможна дальнейшая интенсификация производства, тем более в межотраслевом факторе, когда

отходы текстиля являются сырьевым резервом для предприятий других отраслей промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петканова Н.Н., Урумова Д.Г., Чернев В.П. Переработка текстильных отходов и вторичного сырья: пер. с болг. / под ред. А.М. Чельшева. М.: Легпромбытгиздат, 1991. 240 с.
2. Каюмова Р.Ф., Невольни Ю.М. Пути использования текстильных отходов на примере межлекальных выпадов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2023. № 1. С. 108...113.
3. Суворова А.И., Тюкова И.С. Вторичная переработка полимеров и создание экологически чистых полимерных материалов. Екатеринбург: Урал. гос.ун-т, 2008. 126 с.
4. Пат. 2265679 РФ. Способ получения волокна.
5. Пат. 2549075 РФ. Способ выделения полимера из раствора при формировании ПАН-прекурсора для получения углеродных волокон.
6. Mačiulaitis R., Žurauskienė R. Mažo poringumo statybini keramika iš vietinių ir technogeninių žaliavų. Vilnius: Technika, 2007. 220 p.
7. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В., Кобелева С.А. Экологическая безопасность использования текстильных волокон в промышленности строительных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2017. № 1. С. 194...198.
8. Дисперсно-армированный бетон и изделия из него. Тематическая подборка. Рига: ЛатНИИНТИ, 1979. 44 с.
9. Щепочкина Ю.А. Цементный композит с волокнами лавсана // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб-к матер. XXIV Междунар. науч.-практ. форума "SMARTEX-2021". Иваново: ИВГПУ, 2021. С. 158...160.
10. Egem Teomete, Ozgun Ylkin Kocyigit Zależność pomiędzy oporem elektrycznym i odkształceniem przy ściskaniu kompozytów cementowych zbrojonych włóknami stalowymi // Cement. Wapno. Beton. 2015. No 4. S. 244...252.
11. Kasagani H., Rao C.B.K. Wpływ dodatku szklanych włókien o jednakowej długości i mieszanym na właściwości betonu // Cement. Wapno. Beton. 2016. No 5. S. 361...372.
12. Fic S., Brzyski P. Badanie kompozytu opartego na lekkich wypełniaczach (len i perlit) do zastosowań w budownictwie jako materiał ścienny // Przegląd budowlany. 2015. No 2. S. 30...35.
13. Румянцева В.Е., Коновалова В.С., Румянцев Е.В., Одицова О.И., Касьяненко Н.С. Использование отходов текстильной промышленности в производстве строительных композитов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2021. № 6. С. 21...29.

14. Федосов С.В., Щепочкина Ю.А., Румянцева В.Е., Коновалова В.С. Вторичные материальные ресурсы для строительной индустрии. Иваново: ИВГПУ, 2017. 188 с.
15. Гордашевский П.Ф., Перов П.В., Шингин С.И., Карначева О.В. Армирование гипсовых и гипсоцементно-пуццолановых изделий стекловолокном // Строительные материалы. 1977. № 3. С. 24...25.
16. Ильина Л.В., Завадская Л.В. Газогипсовые изделия, армированные стекловолокном // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. № 5. С. 52...54.
17. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. М.: Стройиздат, 1990. 352 с.
18. Щепочкина Ю.А. Утилизация отходов первичной переработки льна и шерсти // Охрана труда и окружающей среды на предприятиях текстильной и легкой промышленности: межвуз. сб. науч. тр. Иваново, 1998. С. 104...105.
19. А.с. 628129 СССР. Сырьевая смесь для производства керамзита.
20. Ставров В.П., Колос А.А., Стиглазов А.В., Карпович О.И., Наркевич А.Л., Калинка А.Н. Технологическая схема и средства переработки текстильных отходов в изделия конструкционного назначения // Химия, технология органических веществ и биотехнология. Тр. БГТУ. Серия IV. Минск, 2009. С. 127...129.
21. Никитин Г.М., Пантелькин А.А., Тряпичин М.З. Отходы производства легкой промышленности. М.: Легкая индустрия, 1973. 256 с.
22. Грошев И.М., Соколова Е.М., Зимина Е.Л. Товароведная экспертиза и классификация отходов легкой и деревообрабатывающей промышленности и направления их использования в Республике Беларусь // Новое в технике и технологии в текстильной и легкой промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. Витебск, 2015. С. 337...339.
23. Парсанов А.С., Антонова М.В., Красина И.В. Применение конопли в производстве композитных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2021. № 6. С. 292...297.
24. Brzyski P. Właściwości termoizolacyjne materiału ściennego opartego na wapie i paździerzach kopornych // Izolacja. 2019. No 2. S. 46...50.
25. Щепочкин А.М. Текстильная пыль в технологии хлопка, льна, шерсти. Иваново: ИГТА, 2004. 168 с.
26. Лукашевич В.Н., Агафонова М.В. Исследование влияния процессов старения асфальтобетонов на свойства дисперсной арматуры из полиамидных нитей // Актуальные проблемы строительного материаловедения: материалы Всерос. науч.-техн. конф. Томск, 1998. С. 112...113.
27. Азанова А.А., Сухова А.А. Нетканый материал на основе текстильных отходов // Технологии и качество. 2023. № 1. С. 33...39.
28. Фролова И.В., Фролов В.Д., Макаров В.В. Малоотходная технология в производстве нетканых материалов. Иваново: ИГТА, 1997. 310 с.
29. Фролова И.В., Фролов В.Д., Сапрыкин Д.Н. и др. Малоотходная технология в производстве нетканых материалов. Ч. 2. Иваново, 1998. 400 с.
30. Шингисбаева Ж.А., Абдуова А.А., Изтлеуов Г.М. и др. Особенности переработки отходов хлопчатобумажного комбината // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2019. № 1. С. 319...322.
31. Лаврентьева Е.П., Санина О.К., Белоусов Р.О. Глубокая переработка лубяных волокон – путь к возрождению национальных традиций России // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 3. С. 130...139.
32. Шитов Ф.А. Технология бумаги и картона. М.: Высшая школа, 1973. 432 с.
33. Вторичные материальные ресурсы номенклатуры Госснаба СССР: образование и использование: справочник. М.: Экономика, 1987. 244 с.
34. Голов Р.С., Костыгова Л.А., Смирнов В.Г. Использование текстильных отходов: анализ состояния и перспективы развития // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2021. № 5. С. 241...250.
35. Полякова Д.А., Алленова А.П., Ганеман Е.К., Асриян К.С., Смирнова М.М. Отходы хлопчатобумажной промышленности: справочник. М.: Легпромбытиздат, 1990. 208 с.
36. Сафин Р.Г., Сафина А.В., Валева К.В., Фахрутдинов Р.Р. Способ получения композиционного материала на основе отходов текстильной промышленности и арабиногалактана // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2021. № 6. С. 297...302.
37. Щепочкин А.М. О повышении качества аспирационных устройств текстильных машин // Оздоровление воздушной среды на предприятиях: тематич. сб. науч. тр. Свердловск, 1974. С. 58...60.
38. Stüble H. Entstaubung, filterierrung und automatische abgangentsorgung im spinnenreivorwerk // Textil Praxis. 1985. Bd. 40 No. 5. S. 479...484.
39. Баишков А.П., Маринич В.Я. Предложения по сбору и утилизации невозвратных отходов прядильного производства // Безопасность жизнедеятельности и экология текстильных предприятий: юбил. сб. науч. тр. Иваново, 2001. С. 14...18.
40. Вторичные материальные ресурсы в легкой промышленности (образование и использование): справочник. М.: Экономика, 1983. 664 с.
41. Сафин Р.Г., Сотников В.Г., Зиятдинова Д.Ф. Пирогенетическая переработка органических отходов текстильной промышленности в адсорбенты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2021. № 5. С. 229...235.
42. 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.
43. Пат. 2731633 РФ. Способ получения активированного угля.
44. Абдуова А.А., Изтлеуов Г.М., Дайрабаева А.Ж. и др. Методы очистки сточных вод тек-

стильной промышленности от органических соединений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2020. № 5. С. 107...111.

45. *Гринин А.С., Новиков В.Н.* Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. 336 с.

46. *Щепочкина Ю.А.* Возможности применения текстильных отходов в производстве строительных материалов и изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2023. № 5. С. 184...191.

## REFERENCES

1. *Petkanova N.N., Urumova D.G., Chernev V.P.* Processing of textile waste and secondary raw materials: trans. from bolg. / edited by A.M. Chelyshev. M.: Legprombytizdat, 1991. 240 p.

2. *Kayumova R.F., Nevolani Yu.M.* Ways of using textile waste on the example of the remnants of the fabric between patterns // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2023. No. 1. P. 108...113.

3. *Suvorova A.I., Tyukova I.S.* Recycling of polymers and creation of environmentally friendly polymer materials. Yekaterinburg: Ural State University, 2008. 126 p.

4. Pat. 2265679 Russian Federation. Method of fiber production.

5. Pat. 2549075 Russian Federation. A method for separating a polymer from a solution during the formation of a precursor PAN for the production of carbon fibers.

6. *Mačiulaitis R., Žurauskienė R.* Mažo poringumo statybini keramika iš vietinių ir technogeninių žaliavų. Vilnius: Technika, 2007. 220 p.

7. *Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V., Kobleva S.A.* Environmental safety of the use of the textile wastes in the construction materials industry // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2017. No. 1. P. 194...198.

8. Dispersed reinforced concrete and products from it. Thematic selection. Riga: LatNIINTI, 1979. 44 p.

9. *Shchepochkina Yu.A.* Cement composite with lavsan fibers // *Physics of fibrous materials: structure, properties, high-tech technologies and materials*. XXIV International Scientific and Practical. Forum "SMARTEX-2021". Ivanovo: IVGPU, 2021. P. 158...160.

10. *Egem Teomete, Ozgun Ylким Kocyigit.* Zależność pomiędzy oporem elektrycznym i odkształceniem przy ścisłaniu kompozytów cementowych zbrojonych włóknami stalowymi // *Cement. Wapno. Beton*. 2015. No 4. S. 244...252.

11. *Kasagani H., Rao C.B.K.* Wpływ dodatku szklanych włókien o jednakowej długości i mieszanych na właściwości betonu // *Cement. Wapno. Beton*. 2016. No 5. S. 361...372.

12. *Fic S., Brzyski P.* Badanie kompozytu opartego na lekkich wypełniaczach (len i perlit) do zastosowań w budownictwie jako materiał ścienny // *Przegląd budowlany*. 2015. No 2. S. 30...35.

13. *Rumyantseva V.E., Konovalova V.S., Rumyantsev E.V., Odintsova O.I., Kasyanenko N.S.* The use of textile industry waste in the production of building composites // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2021. No. 6. P. 21...29.

14. *Fedosov S.V., Shchepochkina Yu.A., Rumyantseva V.E., Konovalova V.S.* Secondary material resources for the construction industry. Ivanovo: IVGPU, 2017. 188 p.

15. *Gordashevsky P.F., Perov P.V., Shingin S.I., Karnacheva O.V.* Reinforcement of gypsum and gypsum cement products with fiberglass // *Construction materials*. 1977. No. 3. P. 24...25.

16. *Ilyina L.V., Zavadskaya L.V.* Gas gypsum products reinforced with glass fiber // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2011. No. 5. P. 52...54.

17. *Palgunov P.P., Sumarokov M.V.* Utilization of industrial waste. M.: Stroyizdat, 1990. 352 p.

18. *Shchepochkina Yu.A.* Utilization of waste from primary processing of flax and wool // *Labor and environmental protection at textile and light industry enterprises: mezhvuz. sb. scientific tr.* Ivanovo, 1998. P. 104...105.

19. A.s. 628129 USSR. Raw mixture for the production of expanded clay.

20. *Stavrov V.P., Kolos A.A., Spiglazov A.V., Karpovich O.I., Narkevich A.L., Kalinka A.N.* Technological scheme and means of processing textile waste into structural products // *Chemistry, technology of organic substances and biotechnology. The works of BSTU. Series IV*. Minsk, 2009. P. 127...129.

21. *Nikitin G.M., Pantelkin A.A., Tryapitsin M.Z.* Waste products of light industry. M.: Light industry, 1973. 256 p.

22. *Groshev I.M., Sokolova E.M., Zimina E.L.* Commodity expertise and classification of waste from light and woodworking industry and directions of their use in the Republic of Belarus // *New in engineering and technology in textile and light industry. Checkmate. International Scientific and Technical conf.* Vitebsk, 2015. P. 337...339.

23. *Parsanov A.S., Antonova M.V., Krasina I.V.* The use of hemp in the production of composite materials // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2021. No. 6. P. 292...297.

24. *Brzyski P.* Właściwości termoizolacyjne materiału ściennego opartego na wapień i paździerzach konopnych // *Jzolacja*. 2019. No 2. S. 46...50.

25. *Shchepochkin A.M.* Textile dust in the technology of cotton, linen, wool. Ivanovo: IGTA, 2004. 168 p.

26. *Lukashevich V.N., Agafonova M.V.* Investigation of the effect of asphalt concrete aging processes on the properties of dispersed reinforcement made of polyamide filaments // *Actual problems of building materials science. Mat. All-Russian scientific and technical conf.* Tomsk, 1998. P. 112...113.

27. *Azanova A.A., Sukhova A.A.* Nonwoven fabric based on textile waste // *Technologies and quality*. 2023. No. 1. P. 33...39.



28. *Frolova I.V., Frolov V.D., Makarov V.V.* Low-waste technology in the production of nonwovens. – Ivanovo: IGTA, 1997. 310 p.
29. *Frolova I.V., Frolov V.D., Saprykin D.N. etc.* Low-waste technology in the production of nonwovens. Part 2. Ivanovo, 1998. 400 p.
30. *Shingisbayeva J.A., Abduova A.A., Iztleulov G.M. etc.* Features of processing of waste of cotton plant // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2019. No. 1. P. 319...322.
31. *Lavrentieva E.P., Sanina O.K., Belousov R.O.* The deep processing of bast fibers as the way to the revival of the national traditions of Russia // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2022. No. 3. P. 130...139.
32. *Shitov F.A.* Technology of paper and cardboard. M.: Higher School, 1973. 432 p.
33. Secondary material resources of the nomenclature of the USSR State Staff: education and use: Handbook. M.: Economics, 1987. 244 p.
34. *Golov R.S., Kostygova L.A., Smirnov V.G.* The use of textile waste: analysis of the state and development prospects // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2021. No. 5. P. 241...250.
35. *Polyakova D.A., Allenova A.P., Hahne-mann E.K., Asriyan K.S., Smirnova M.M.* Waste from the cotton industry: A reference book. M.: Legprombitizdat, 1990. 208 p.
36. *Safin R.G., Safina A.V., Valeev K.V., Fakhrutdinov R.R.* Method for obtaining composite material based on waste of the textile industry and arabinogalactan // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2021. No. 6. P. 297...302.
37. *Shchepochkin A.M.* On improving the quality of aspiration devices of textile machines // Improvement of the air environment at enterprises. Thematic collection of scientific tr. Sverdlovsk, 1974. P. 58...60.
38. *Stüble H.* Entstaubung, filterierrung und automatische abgangentsorgung im spinnenreivorwerk // *Textil Praxis*. 1985. Bd. 40. No. 5. S. 479...484.
39. *Bashkov A.P., Marinich V.Ya.* Proposals for the collection and disposal of non-returnable waste from spinning production // Life safety and ecology of textile enterprises. Anniversary of the collection of scientific works. Ivanovo, 2001. P. 14...18.
40. Secondary material resources in light industry (Education and use): Handbook. M.: Economics, 1983. 664 p.
41. *Safin R.G., Sotnikov V.G., Ziatdinova D.F.* Textile industry organic waste pyrogenetic processing into adsorbents // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2021. No. 5. P. 229...235.
42. *Demisinova A.A., Aidarova A.B., Moldogazieva G.M., Dosmuratova E.E.* Energy from waste of testing production // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2019. No. 1. P. 71...75.
43. Pat. 2731633 Russian Federation. A method for producing activated carbon.
44. *Abduova A.A., Iztleulov G.M., Dairabayeva A.Zh. etc.* Methods of wastewater treatment of textile industry from organic compounds // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2020. No. 5. P. 107...111.
45. *Grinin A.S., Novikov V.N.* Industrial and household waste: Storage, utilization, processing. M.: FAIR PRESS, 2002. 336 p.
46. *Shchepochkina Yu.A.* The possibilities of using textile waste in the production of building materials and products // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2023. No. 5. P. 184...191.

Рекомендована кафедрой естественных наук и техносферной безопасности ИВГПУ. Поступила 09.01.24.