

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования

«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УО «ВГТУ»

УДК 502.174:620.17

№ ГР 20191727

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
Е.В. Ванкевич
«29» _____ 2023 г.



ОТЧЁТ

о научно-исследовательской работе

«РАЗРАБОТКА РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ»

2019–ВПД–018

(заключительный за 2019-2023 г.)

Научный руководитель



Н.Н. Ясинская

Начальник НИЧ



В.А. Сажин

Витебск 2023



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель

Заведующий кафедрой,

д.т.н., доцент



Ясинская Н.Н.

29.12.2023

(введение, заключение, раз-

дел 1,3,5,7,9)

Исполнители

доцент, к.т.н., доцент



Скобова Н.В.

29.12.2023

(раздел 1,3,5,7,9)

доцент, к.т.н., доцент



Тимонов И.А.

29.12.2023

(раздел 2,4,6,8,10)

доцент, к.т.н., доцент



Гречаников А.В.

29.12.2023

(раздел 2,4,6,8,10)

Нормоконтролер



ассистент Бужинская К.О.

29.12.2023

РЕФЕРАТ

Отчёт 250 с., 1 кн., 73 рис., 68 табл., 102 источн.

ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ, АМИЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ, ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА, ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ, ВТОРИЧНОЕ СЫРЬЁ

Цель НИР – разработка экологичной энерго-, ресурсосберегающей технологии отделки текстильных материалов; всестороннее изучение проблем ресурсо- и энергосбережения, анализ технологий переработки отходов, образующихся на промышленных объектах.

Задачи НИР – разработка ресурсо- и энергосберегающих технологий отделки текстильных материалов, рекомендаций по переработке отходов, мероприятий по улучшению экологической обстановки на промышленных объектах.

Проведен анализ рынка ферментных препаратов амиллолитического действия от различных производителей, применяющихся в текстильной отрасли. Разработана технология биокрашения льняных, хлопчатобумажных материалов с введением этапа энзимной подготовки в операции подготовки и колорирования текстильных материалов. Осуществлен выбор оптимальных параметров процесса биокрашения (температуры, длительности и концентрации красильного раствора). Разработана технология биополировки текстильных материалов из целлюлозных волокон и их смесей с химическими. Разработаны технологии биомягчения шерстяных текстильных материалов и осуществлен выбор оптимальных параметров процесса биомягчения этих материалов. Проведена оптимизация состава ферментных композиций для обработки целлюлозных и хлопчатобумажных материалов. Выполнена оптимизация технологических режимов биообработки этих материалов. Проведен анализ отходов легкой промышленности, термопластичных и термореактивных полимерных отходов, отходов угля, торфсодержащих компонентов, смеси кокса, древесных отходов и отходов каменных материалов, образующихся в строительной отрасли, используемых при производстве строительных материалов. Исследованы свойства этих отходов, позволяющие использовать их в качестве добавок в строительных материалах, а также свойства строительных материалов и изделий с добавками указанных отходов.

Степень внедрения – результаты выполнения НИР используются в учебном процессе кафедры «Экология и химические технологии».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПЕКТИНОЛИТИЧЕСКОГО, АМИЛАЛИТИЧЕСКОГО, ЦЕЛЛЮЛОЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ. АНАЛИЗ АМИЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ	10
1.1 Препараты пектинолитического действия для текстильных материалов	10
1.2 Препараты целлюлолитического действия	12
1.3 Амилолитические ферменты (амилазы)	13
1.4 Анализ амилазной активности ферментных препаратов	16
2. ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИМ ТЕХНОЛОГИЯМ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕМУ ОБОРУДОВАНИЮ. АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	25
2.1 Анализ видов отходов легкой промышленности, используемых при производстве строительных материалов	25
2.2 Анализ видов отходов машиностроения, используемых при производстве строительных материалов	27
2.3 Анализ видов гальванических отходов	31
2.4 Анализ видов отходов легкой промышленности, используемых при производстве строительных материалов	32
2.5 Анализ видов отходов машиностроения, используемых при производстве строительных материалов	40
2.6 Современные методы в сфере энергосбережения	48
3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИОКРАШЕНИЯ ЛЬНЯНЫХ, ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ, ШЕРСТЯНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ pH НА АМИЛАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ	51
3.1 Анализ способов биокрашения льняных и хлопчатобумажных материалов	51
3.2 Анализ способов биокрашения шерстяных текстильных материалов	55
3.3 Исследования эффективности процессов биокрашения льняных материалов, хлопчатобумажных материалов	57
3.4 Исследования эффективности процессов биокрашения шерстяных текстильных материалов	69
3.5 Исследование свойств биоокрашенных льняных материалов, хлопчатобумажных и шерстяных материалов	71

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЧИСТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ И ДРУГОГО НАВЕСНОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ	75
4.1 Анализ видов отходов легкой промышленности, используемых при производстве строительных материалов	75
4.2 Использование отходов костры	78
4.3 Переработка отходов лигнина	79
4.4. Анализ существующих технологий использования отходов стекловолокна	82
4.5 Исследование свойств строительных материалов общего назначения с добавками отходов стекловолокна	86
4.6 Исследование свойств строительных материалов общего назначения с добавками отходов костры	88
4.7 Исследование свойств строительных материалов с добавками отходов лигнина	90
4.8 Организация сбора и переработки отработанных масляных фильтров	92
4.9 Разработка технологии по подготовке очищенного оборудования (автомобильных фильтров) к переработке	94
5 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИОПОЛИРОВКИ ТРИКОТАЖНЫХ, ТКАНЫХ, ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ НА АМИЛАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ	98
5.1 Анализ способов биополировки текстильных материалов	98
5.2 Разработка технологии биополировки текстильных материалов из целлюлозных волокон и их смесей с химическими	99
5.3 Исследование эффективности биополировки текстильных материалов	103
5.4 Оценка влияния технологии биообработки текстильных материалов на показатель пиллингуемости их поверхности	105
5.5 Исследование свойств биообработанных текстильных материалов	106
6. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВОК К СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЭФФЕКТИВНОГО СЖИГАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ	114
6.1 Анализ видов термопластичных полимерных отходов, используемых в качестве добавок при производстве строительных материалов общего назначения	114

6.2 Анализ видов термореактивных полимерных отходов, используемых в качестве добавок при производстве строительных материалов	115
6.3. Анализ существующих технологий использования термопластичных полимерных отходов	117
6.4 Анализ существующих технологий использования термореактивных полимерных отходов	121
6.5 Исследование свойств полимерных отходов, позволяющих использовать их в качестве добавки в строительные материалы общего назначения	124
6.6 Исследование свойств строительных материалов общего назначения с добавками полимерных отходов	132
6.7 Особенности эксплуатации энергогенерирующих установок на различных видах топлива	137
6.8 Способы эффективного сжигания различных видов топлива в теплоэнергетических установках	139
6.9 Анализ технологии эффективного сжигания различных видов топлива в теплоэнергетических установках	141
6.10 Разработка технологии эффективного сжигания различных видов топлива в теплоэнергетических установках для снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух	143
7 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИОМЯГЧЕНИЯ ШЕРСТЯНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. АНАЛИЗ РЫНКА ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ НА АМИЛАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ	148
7.1 Анализ существующих технологий биообработки шерстяных текстильных материалов	148
7.2 Анализ способов биоподготовки под крашение шерстяных текстильных материалов	150
7.3 Анализ технологии биомягчения шерстяных текстильных материалов	152
7.4 Разработка технологии биообработки шерстяных текстильных материалов	154
7.5 Исследование свойств биообработанных текстильных материалов	163
7.6 Анализ ферментных препаратов для расшлихтовки и биоотварки шерстяных текстильных материалов	169
7.7 Анализ ферментных препаратов для биополировки шерстяных текстильных материалов	173
7.8 Анализ ферментных препаратов для заключительной отделки шерстяных текстильных материалов	176

8 ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ТЭК В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ. АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА	178
8.1 Анализ отходов угля теплогенерирующих установок, используемых при производстве строительных материалов	178
8.2 Анализ отходов торфсодержащих компонентов, используемых при производстве строительных материалов	182
8.3 Анализ отходов смеси нефтяного кокса, используемых при производстве строительных материалов	184
8.4 Анализ существующих технологий использования отходов угля	185
8.5 Анализ существующих технологий использования отходов торфсодержащих компонентов	190
8.6 Анализ существующих технологий использования отходов смеси нефтяного кокса	194
8.7 Исследование отходов угля, торфсодержащих компонентов, смеси нефтяного кокса, позволяющих использовать ее при производстве строительных материалов	195
8.8 Исследование свойств строительных материалов с добавками отходов угля, торфсодержащих компонентов, смеси кокса	197
8.9 Качественные показатели воздействия на окружающую среду при эксплуатации теплоэнергетических установок на различных видах топлива	203
8.10 Количественные показатели воздействия на окружающую среду при эксплуатации теплоэнергетических установок на различных видах топлива	204
8.11 Анализ качественных и количественных показателей воздействия на окружающую среду при эксплуатации теплоэнергетических установок на газовом и жидком топливе	205
8.12 Анализ качественных и количественных показателей воздействия на окружающую среду при эксплуатации теплоэнергетических установок на местных видах топлива	207
9. ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ФЕРМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПРОЯВЛЕНИЯ АМИЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ	208
9.1 Анализ эффективности использования ферментных композиций для биообработки хлопчатобумажных текстильных материалов	208
9.2 Оптимизация состава ферментных композиций для обработки хлопчатобумажных материалов	210

9.3 Оптимизация технологических режимов биообработки хлопчатобумажных текстильных материалов	211
10. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЕВОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ. МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА МИНИМИЗАЦИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК	216
10.1 Анализ древесных отходов, образующихся в строительной отрасли	216
10.2 Анализ каменных отходов, образующихся в строительной отрасли	218
10.3 Анализ существующих технологий использования древесных отходов	220
10.4 Анализ существующих технологий использования отходов каменных материалов	224
10.5 Исследование свойств древесных отходов, позволяющих использовать их для получения энергии	228
10.6 Технологии использования древесных отходов для получения энергии	230
10.7 Исследование свойств материалов и изделий, полученных с использованием отходов каменных материалов	234
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	238
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	242

ВВЕДЕНИЕ

Отделочные производства текстильной отрасли, в своем развитии осваивают новые виды сырья, внедряют новые технологии обработки, потребляют широкий ассортимент красителей и текстильно-вспомогательные вещества (ТВВ) такие, как щелочи, кислоты, окислители, восстановители, полимеры, органические растворители, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и т.д., что приводит к увеличению сбросов в сточные воды продуктов переработки, производство становится экологически грязным. В связи с этим особую важность приобретает вопрос разработки новых высокоэффективных технологий, обеспечивающих экологическую чистоту готовой продукции, экологическую безопасность производственного процесса, а также снижение водных и энергетических ресурсов. Одним из направлений решения этой проблемы являются биохимические технологии. Использование биохимических препаратов – один из возможных путей комплексного решения проблемы получения текстильных материалов улучшенного качества более рентабельным путем, поскольку в отличие от традиционно применяемых в текстильной промышленности реагентов они являются 100 % расщепляемыми веществами высокоселективного действия, проявляющими активность при низких температурах и в нейтральных средах.

Кроме этого, в настоящее время все большее значение приобретают вопросы, связанные с разработкой ресурсосберегающих и экологобезопасных технологий переработки промышленных отходов с целью возврата материалов в производство, использование отходов в производстве различных изделий, а также разработки мероприятий по улучшению экологической обстановки на промышленных объектах Республики Беларусь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Биотехнология: учебное пособие для вузов. В 8 кн. / Под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова. Кн. 8: Инженерная энзимология / А. В. Березин, А. А. Клесов, В. К. Швядас и др. М.: Высшая школа. – 1987. – 143 с.
2. Интернет ресурс. Режим доступа: https://studwood.ru/1751830/tovarovedenie/amiloliticheskie_fermenty_preparaty_osnove
3. Практикум по микробиологии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук и др.; Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Издательский центр "Академия". – 2005. – 608 с.
4. ГОСТ 31662-2012 Препараты ферментные. Методы определения ферментативной активности целлюлазы.
5. Чешкова А.В. Ферменты и технологии для текстиля, моющих средств, кожи, меха: учеб. пособие для вузов.-И.: ГОУВПО ИГХТУ, 2007.-282 с.
6. Гальванотехника : Справ. изд. Ажогин Ф. Ф., Беленький М. А., Гилль И. Е. и др. М.: Металлургия, 1987. – 736 с.
7. Как используют нетканый укрывной материал в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// semidelov. ru/ mar](http://semidelov.ru/mar)
8. Фиброволокно для бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// zamesbetona. ru/ armirovanie](http://zamesbetona.ru/armirovanie).
9. Зимина Е.Л., Коган А.Г. Технология бетонных смесей с использованием текстильных отходов в качестве армирующей добавки. Материалы и технологии, ВГТУ, 2018, № 1 (1)
10. Зимина Е.Л. Анализ возможности использования отходов легкой промышленности в производстве материалов строительного назначения. Вестник ВГТУ, 2016, № 2 (31)
11. Костра и ее применение в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// gidroekt. com/ kostra](http://gidroekt.com/kostra).
12. Коган А.Г., Зимина Е.Л. Технологии переработки текстильных отходов и способы их использования. Материалы докладов МНТК «Переработка отходов текстильной и легкой промышленности: Теория и практика», ВГТУ, 2016.
13. Геотекстиль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// dvabrevna. ru/ stroymaterialyi/ geotekstil](http://dvabrevna.ru/stroymaterialyi/geotekstil).

14. Ясинская Н.Н., Мурычева В.В. Разработка алгоритма формирования слоистых текстильных материалов декоративно- отделочного назначения. Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. С. – Петербург, 2019, Т. 43, № 1.
15. Плеханов А.Ф., Битус Е.И. и др. Инновационные технологии нетканых материалов. Полимерные материалы. Москва, РГУ им. А.Н. Косыгина, 2019, № 2
16. Metallургический шлак и золошлаковые отходы [Электронный ресурс]. URL: <http://xlom.ru/recycling-and-disposal/metallurgicheskij-shlak-i-zoloshlakovyie-othody/>
17. Patil S.B., Vyas A.K., Gupta A.B., Patil R.S. Imperial smelting furnace slag as fine aggregate in cement concrete mixes. Journal of solid waste technology and management. Widner University, USA. 2016. Vol. 42. No. 2. P.128–136.
18. Бабачев Г.Н. Зола и шлаки в производстве строительных материалов / Пер. с болгарского Л. Шариновой. Киев: Будівельник, 1987. 136 с.
19. Ефимов Н.Н., Яценко Е.А., Смолий В.А., Косарев А.С., Копица В.В. Экологические аспекты и проблемы утилизации и рециклинга золошлаковых отходов тепловых электростанций // Экология промышленного производства. 2011. № 2. С. 40–44.
20. Горшков Р.К. Использование вторичных ресурсов в промышленности строительных материалов: методология и практика: монография. М.: Экслибрис-Пресс, 2004. 288 с.
21. Использование промышленных отходов в производстве строительных материалов [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/statya-ispolzovanie-promishlennih-othodov-v-proizvodstve-stroitelnih-materialov-3421162.html>
22. Воробьева А.А., Шахова В.Н., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г., Сысоев Э.П., Чухланов В.Ю. Получение облицовочной керамики с эффектом остекловывания на основе малопластичной глины и техногенного отхода Владимирской области // Стекло и керамика. 2018. № 2. С. 13–17.
23. Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Использование отходов, содержащих тяжелые металлы, для получения кислотоупорной керамики с эффектом самоглазурования // Экология промышленного производства. 2018. № 2. С. 2–6.
24. Trifonova T.A., Selivanov O.G., Chukhlanova N.V., Selivanova N.V. Polymeric Coatings Composition Based on Modified Oligopiperylene Styrene Binders with Galvanic Sludge as a Filler. Chemical Engineering and Science, Newark, De. USA. 2013. Vol. 1. No. 4. P. 75–78.
25. Mymrine V., Ponte M. J.J.S., Ponte H. A., Kaminari N. M.S., Pawlowsky U., Solyon G. J.P. Oily diatomite and galvanic wastes as raw materials for red ceramics fabrication // Construction and Building Materials. – 2013. – V. 41. – P. 360–364.

26. Волочко, А. Т. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы / А. Т. Волочко, К. Б. Подболотов, Е. М. Дятлова. - Минск : Бсларус. павука. 2013. - 375 с. - ISBN 978-985-08-1640-5.
27. Гиндин Л. М., Бобиков П. И., Патюков Г. М. и др. Экстракционно-электролизный способ получения кобальта высокой частоты. – Цветные металлы, 1961, No 12, с 22–26.
28. Физико-химические основы процесса химического кобальтирования. Горбунова К. М., Никифорова А. А., Садаков Г. А., Моисеев В. П., Иванов М. В. М., Наука, 1974, стр. 220.
29. Шелег В.К., Ковчур А.С., Пятов В.В. Переработка гальваноотходов. — Витебск: УО «ВГТУ», 2004 г. — 185 с.
30. Ковчур, А. С. Влияние поверхностно-активных веществ на эксплуатационные свойства строительных растворов / А. С. Ковчур, П. И. Манак, С. Г. Ковчур, В. Н. Потоцкий // 51-я Международная науч.-техн. конф. препод. и студ. : материал. докл., Витебск, 25 апр. 2018 г. / Вит. гос. технол. ун-т. – Витебск, 2018. – Т-1. – С. 362–364.
31. Ю.С. Саркисов, Н.П. Горленко, Л.Б. Наумова, А.И. Кудяков, Н.О. Копаница Физико-химические особенности процессов активации и модифицирования торфа в технологии строительных материалов. Вестник ТГПУ. 2008. Выпуск 4 (78), СС. 26-30.
32. Способ производства поризованного строительного кирпича: пат. 2422409 Рос. Федерация 2010101916/03, заявл. 20.01.2010; опубл. 27.06.2011.
33. Будников П.П., Бережной А.С., Булавин И.А., Каллига Г.П., Куколев Г.В., Полу бояринов Д.Н.. Технология керамики и огнеупоров : под общей редакцией академика АН УССР, чл.-корр. АН СССР П.П. Будникова. – Москва, Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. – 707 с.
34. Кашкаев И.С. Производство глиняного кирпича: [Учебник для подготовки рабочих на производстве] / И. С. Кашкаев, Е. Ш. Шейнман. – Москва : Высш. школа, 1970. – 283 с.
35. Стороженко Г. И., Столбоушкин А. Ю., Иванов А. И. Переработка углистых ар- гиллитов для получения керамического сырья и технологического топлива // Строитель- ные материалы. – 2015. – №8. – С. 50–54.
36. Кайракбаев А. К., Абдрахимова Е. С., Абдрахимов В. З. Влияние различных от- ходов углеобогащения на физико-механические показатели и фазовый состав теплоизо- ляционных материалов // Стекло и керамика. – 2017. – №2. – С. 23–28.

37. Кайракбаев А. К., Абдрахимова Е. С., Абдрахимов В. З. Фазовый состав теплоизоляционных материалов на основе отходов горючих сланцев // Стекло и керамика. – 2015. – №3. – С. 22–26.
38. Котляр В. Д., Устинов А. В., Ковалев В. Ю., Терехина Ю. В., Котляр А. В. Керамические камни компрессионного формования на основе опок и отходов углеобогащения // Строительные материалы. – 2013. – №4. – С. 44–46.
39. Столбоушкин А. Ю., Иванов А. И., Дружинин С. В., Зоря В. Н., Злобин В. И. Особенности поровой структуры стеновых керамических материалов на основе углеотходов // Строительные материалы. – 2014. – №4. – С. 46–51.
40. Столбоушкин А. Ю., Иванов А. И., Пермяков А. А. Петрографические исследования структуры керамического кирпича из отходов Коркинского угольного разреза // Строительные материалы. – 2013. – №4. – С. 49–53.
41. Стороженко Г. И., Столбоушкин А. Ю., Мишин М. П. Перспективы отечественного производства керамического кирпича на основе отходов углеобогащения // Строительные материалы. – 2013. – №4. – С. 57–61.
42. Котляр В. Д., Явруян Х. С. Стеновые керамические изделия на основе тонкодисперсных продуктов переработки терриконигов // Строительные материалы. – 2017. – №4. – С. 38–41.
43. Балашова Т.Д., Журавлева Н.В., Коновалова М.В., Куликова М.А. Основы химической технологии волокнистых материалов: Учебное пособие. – М.: МГТУ им.Косыгина, 2005. – 363 с.
44. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: учебник для вузов: в 3 т. / Г.Е. Кричевский. – М., 2000.–Т.3.
45. Биотехнология: учебное пособие для вузов. В 8 кн. / Под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова. Кн. 8: Инженерная энзимология / А. В. Березин, А. А. Клесов, В. К. Швядас и др. М.: Высшая школа. – 1987. – 143 с.
46. Балашова Т.Д., Журавлева Н.В., Коновалова М.В., Куликова М.А. Основы химической технологии волокнистых материалов: Учебное пособие. – М.: МГТУ им.Косыгина, 2005. – 363с.
47. ГОСТ 595-79 «Целлюлоза хлопковая. Технические условия»
48. Клинков, А. С., Беляев, П. С., Соколов, М. В. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов : Учеб. пособие. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 80 с.

49. Попова М.Н., Голованов А.В., Рябов А.В. Полимерные отходы – сырье для изготовления строительных материалов // *Успехи современного естествознания*. – 2005. – № 11. – С. 82-83.
50. Белов В.В., Петропавловская В.Б. Краткий курс материаловедения и технологии конструкционных материалов для строительства: Учебное пособие. – 2-е изд. – Тверь: ТГТУ, 2005. – 180 с.
51. Вторичная переработка пластмасс: структура, свойства, добавки, оборудование, применение / под ред. Ф. Мантия. – СПб : Профессия, 2006. – 400 с.
52. Промышленные отходы – сырье для строительных материалов [Электронный ресурс] – Условия доступа: http://www.baurum.ru/_library/?cat=mineral-additives&id=312
53. Переработка промышленных отходов и разработка документов для предприятия : учебно-методическое пособие / В. М. Мисюченко. – Минск: ИВЦ Минфина. 2018. – 99 с.
54. Сафин, Р. Г., Степанов, В. В., Исхаков, Т. Д., Гайнуллина, А. А., Степанова, Т. О. Новые исследования и разработки в области получения древесно-композиционных материалов на основе древесных отходов // *Вестник технологического университета*. – 2015. – Т. 18. – № 6. – С. 139–142.
55. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 368 с.
56. Технологии и оборудование [Электронный ресурс] / Технологии и оборудование для переработки полимерных отходов в изделия. – Режим доступа: http://vlarta.group.com/articletelmologii_i_obonidoame.litml. Дата доступа: 06.11.2021.
57. Давыдова Л.Н., Лукасик В.А., Соловьева Ю.В. Рециклинг термопластов и реактопластов: учебное пособие. - Волгоград 2014 г. Дата доступа: 06.11.2021.
58. Свойства отходов полимеров и направления использования. [Электронный ресурс] . – <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=133>
59. Матвеев, К. С. Влияние процесса термомеханического рециклинга на структуру и свойства материалов, изготовленных из отходов пенополиуретана / К. С. Матвеев, В. В. Пятков // *Вестник Витебского государственного технологического университета*. – 2010. – № 1 (18). – С. 53–58.
60. Claus, M. Aufbereitung von Abfällen aus teilvernetzten Polyurethanintegralschäumen / M. Claus, H. Krell, H-J. Radasch // *Plaste und Kautschuk*, 1980. - № 5. - p. 276-278.

61. Вейнберг, И. А. Совершенствование технологии производства низа на обуви из полимерных материалов // Кожевенно-обувная промышленность .– 1983 . – №8. – С. 29-30.
62. Бодьян, Л. А., Варламова, И. А., Гиревая, Х. Я., Калугина, Н. Л., Гиревой, Т. А. Исследование композиционных материалов на основе вторичного полимерного сырья // Современные наукоемкие технологии. Технические науки. – 2015. – № 2. – С. 15–18.
63. Материалы: физические и технологические свойства и их регулирование [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2-х ч. — Ч. 2 / Р.П. Заднепровский, А.В. Дяшкин ; М-во образования и науки Росс. Федерации ; Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Электрон. Текстовые издан. (1,9 Кбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2012.
64. Отходы производств и потребления – резерв строительных материалов : монография / В. И. Бархатов, И. П. Добровольский, Ю. Ш. Капкаев. Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2017. 477 с.
65. Информационно-технический справочник по НДТМ «Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии». ИТС 38-2017. Москва, бюро НДТ, 2017г.
66. Нижников, А. В. Савенок, В. Е. Оценка экологического ущерба при эксплуатации котельных установок: пути решения проблемы, Промышленная безопасность, 2020, №1, С. 27-31.
67. Контролируемый химический недожог – эффективный метод снижения выбросов оксидов азота [Электронный ресурс]. – <http://www.combienergy.ru/nts/1-Sekciya-Energoberegayushchie-i-ekologicheskie-problemy/15-Kontroliruemyy-himicheskiy-nedojog--effektivnyy-metod>
68. Хаванов П. А. Принципиальные тепловые схемы автономных источников тепло-снабжения с коллекторами малых перепадов давления // АВОК. – 2002. – № 3.
69. Чешкова А.В. Ферменты и технологии для текстиля, моющих средств, кожи, меха: Учеб.пособие для вузов.-И.: ГОУВПО ИГХТУ, 2007.-282 с.
70. Николов, А. Энзимы фирмы Ново Нордикс для текстильной промышленности / А. Николов // Текстильная химия. – 1998. – № 2 – С. 65-67.
71. Кричевский, Г. Е. Химическая технология текстильных материалов : учебник для студ. хим. вузов / Г. Е. Кричевский. – Москва : Высшая школа, 2001. – 503 с.
72. Процесс производства тканей // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ttkan.ru/stati/%D1%82%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B8.html>
73. Дуба кора // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vidal.ru/drugs/quercus_cortex__15894

74. Скобова, Н. В. Пути повышения эффективности крашения хлопчатобумажных тканей природными красителями / Н.В. Скобова, Н.Н. Ясинская, А.О. Кузнецова // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2022. — № 1(42). — С. 115. DOI:10.24412/2079-7958-2022-1-115-124.

75. ГОСТ 10550–93 «Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе».

76. Явруян Х.С., Гайшун Е.С. Анализ состояния отходов угледобывающей промышленности и использования их в производстве керамических изделий // Научное обозрение, 2016. №24. С. 40-46.

77. Панова В.Ф., Панов С.А. Отходы углеобогащения как сырье для получения строительных материалов // Вестник СибГИУ, 2015. №2 (12), С.71-75.

78. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфокомпозиты / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. 256 с.

79. Красюков А.Ф. Нефтяной кокс. М.: Химия, 1966. 264 с.

80. Переработка нефти и газа // Нефтяной кокс // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://neftegaz.ru/tech_library/category167

81. Карпачева, А. А. Стеновые керамические изделия на основе отходов углеобогащения и железосодержащих добавок: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / А. А. Карпачева ; Томский государственный архитектурно-строительный университет. – Новосибирск, 2009. – 161с.

82. Соловьев Н.Л. Разработка способов модифицирования торфа в технологиях получения продукции с заданными свойствами // Дисс. канд. техн. наук. Тверь.: Тверской гос. техн. ун-т, 2002. 165 с.

83. Мясников О., Гамаюнов С. Пустотелый заполнитель для легкого бетона на основе торфа и минерального сырья // Строительные материалы. 2004. № 5. С. 22—24.

84. Копаница Н.О. Композиционные строительные материалы на основе моделирования торфов // Авт. дисс. на соискание уч. ст. докт. техн. наук. Томск: Томск. гос. архитектурно-строительный ун-т, 2011. 48 с.

85. Копаница Н.О., Кудяков А.И., Калашникова М.А. Теплоизоляционная композиция для производства строительных материалов на основе торфа // Пат. RU 2393128 от 09.01.2008. Оpubл. 27.06.2010 (56).

86. Кинаш, М. П., Федарович, Е. Г., Гундилович, Н. Н. Использование твердых отходов нефтепереработки в производстве строительной керамики // Эпоха науки № 28, 2021, С. 65–73.
87. Патент RU 2422409, кл. C04B38/06. Способ производства поризованного строительного кирпича.
88. Нормативы ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: утв. Пост. Минздрава РБ №113 от 08.11.2016 г. с послед.изм., последнее: от 09.01.2018 №6. – 284 с.
89. СТБ 1626.1-2006. Установки котельные. Установки, работающие на газообразном, жидком и твердом топливе/ Нормы выбросов загрязняющих веществ. – Введен 19.04.2006. – Минск: Госстандарт. – 2006. – 11 с.
90. СТБ 1626.2-2006. Установки котельные. Установки, работающие на биомассе/ Нормы выбросов загрязняющих веществ. – Введен 19.04.2006. – Минск: Госстандарт. – 2006. – 7 с.
91. Шимова, О. С. (2005) Управление природопользованием и природоохранной деятельностью, Минск, ЮПАК, 220 с.
92. Войтов, И. В., Гатих, М. А., Рыбак, В. А. (2010), Методические принципы анализа и оценок ресурсобеспеченности, природоемкости и экологичности производств как важных показателей инновационного развития экономики Беларуси, Новости науки и технологий, 2010, № 2 (15), С. 3–11.
93. Б. Н. Мельников Роль текстильных вспомогательных веществ. Прогресс текстильной химии и технологии // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2002, т. XLVI, № 1. – Режим доступа: <http://chem.msu.su/rus/journals/jvho/2002-1/9.pdf>
94. Башевая Т.С. Проблема отходов строительства и сноса в контексте экологической безопасности государства [Текст] // Актуальные проблемы экологии и охраны: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практич. конф. – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т., 2016. – С. 81-87.
95. Кондращенко Е.В. О проблеме городов по использованию строительных отходов от сноса зданий и сооружений [Текст] / Е.В. Кондращенко, А.А. Качура // Коммунальное хозяйство городов: сб. ст. – Харьков, 2012. – № 107. – С. 150-155.
96. Бобович Б.Б. Обращение с отходами производства и потребления / Б.Б. Бобович // НИЦ ИНФА. Уч. Пособие. – 2019. – 436 с.
97. Баженов П.И. Комплексное использование минерального сырья при производстве строительных материалов [Текст] / П.И. Баженов. – Л-М.: Химия, 1983. – 215 с.

98. СТБ 1867-2017 «Отходы древесные. Общие технические условия». Введ. 01.10.2017. – Минск: БелГИСС, 2017. – 12 с.

99. ГН 2.6.1.10-1-01-2001 «РДУ/ЛХ-2001 Республиканские допустимые уровни содержания цезия – 137 в древесине, продукции из древесины и древесных материалов и прочей пищевой продукции лесного хозяйства»

100.Шейх, А. А., Башевая, Т. С. Обоснование целесообразности использования отходов строительства в процессе возведения зданий с целью повышения уровня ресурсосбережения / А.А. Шейх, Т.С. Башевая // Научные труды КубГТУ, № 3, 2019. С. 975–983.

101.Опекунов, В. В. Ячеистые бетоны неавтоклавного твердения / В. В. Опекунов // Строительная наука и техника. – 2009. – № 3(24). – С. 53–56.

102.Ефименко, А. З. Строительные отходы от сноса зданий – сырье для малоотходных технологий / А. З. Ефименко // Научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы», декабрь 2010. С. 73–75.

