

УДК 691

КАМЕННОЕ (БАЗАЛЬТОВОЕ) ВОЛОКНО: ИССЛЕДОВАНИЯ И НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ

Аблесимов Н.Е., Малова Ю.Г.

*Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск,
Ablesimov1@yandex.ru*

В работе обобщены данные о 78 диссертациях на русском и украинском языках, посвященных исследованиям как самих каменных (базальтовых) волокон и ваты, так и композитов армированных ими. Охватывается период с 1993 по 2013 годы (2014-2016 годы отражены частично). Области исследования: химические (10), технические (66) и экономические (2) науки.

Ключевые слова: каменное, базальтовое, минеральное, силикатное волокно и вата; технология неорганических веществ; химия твердого тела; композиты; базальтопластики; плазменные технологии; теплоизоляция; строительные материалы

STONE (BASALT) FIBRE: RESEARCH AND SCIENTIFIC SCHOOLS

Ablesimov N.E., Malova Y.G.

Far Eastern State transport University, Khabarovsk, Ablesimov1@yandex.ru

The article summarizes data on 78 dissertations in Russian and Ukrainian languages, dedicated to the research of the stone (basalt) fibres and wool, and composites reinforced with them. Covers the period from 1993 to 2013 (2014-2016 reflects in part). Field of study: chemical (10), automotive (66) and economic (2) sciences.

Keywords: stone, basalt, mineral, silicate wool and fibre; technology of inorganic substances; chemistry of solids; composites; basalt plastic; plasma technology; insulation; construction materials

13 лет назад в 2003 году состоялась первая в Перми конференция специалистов в области производства и применения каменного (базальтового) волокна. С тех пор Некоммерческим Партнерством «Базальтовые технологии» были проведены еще 8 подобных встреч. К сожалению, научные аспекты каменных волокон на этих форумах освещались недостаточно. Поэтому остановимся на исследованиях обобщенных в русско- и украинскоязычных диссертациях с 1993 по 2016 гг.

За это время защищено 78 работ (рис. 1): химические науки – 10 (из них 3 докторские), технические науки – 66 (из них 9 докторские). Есть даже две по экономике. Сразу отметим выросший в двух первых десятилетиях XXI века научный интерес к каменноволокнистой тематике. Это в целом совпадает с оживлением промышленного производства в нашей стране. Данные за 2014-2016 годы, естественно, неполные.

Каким же темам посвящены диссертации?

В области **химических наук** это работы по физической химии, технологии неорганических веществ, химии твердого тела, радиохимии и экологии [1-10]. В работах [2, 6] для исследования базальта и волокна из него впервые применены мессбауэровская спектроскопия и малоугловое рассеяние нейтронов. Работа [4] затрагивает проблемы переработки техногенных отходов: металлургических и мартеновских шлаков, шлаков ферросплавных заводов, отходы

сжигания углей – в волокно. В работе [5] впервые применена спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Показано, что, в отличие от массивных стекол, кристаллизация непрерывных базальтовых волокон начинается на поверхности. Работами А.В. Кнотько, С.И. Гутникова, М.С. Манылова и аспиранта К.Л. Кузьмина сформирована химическая научная школа по изучению каменных волокон на кафедре «Химическая технология и новые материалы» химического факультета МГУ.

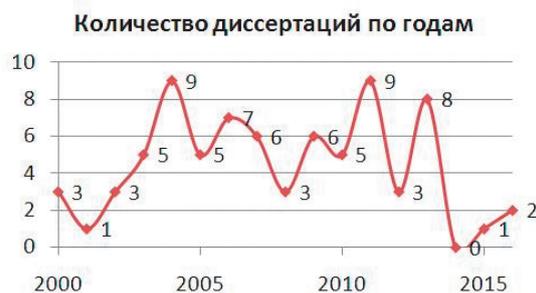


Рис. 1. Распределение диссертаций каменноволокнистой тематики по годам (данные за 2014-16 годы неполные)

Всего *десять по химии* волокна! Это говорит о недостаточном внимании к химическим аспектам подготовки прекурсоров (сырья, в частности его стандартизации), процессов плавления, взаимодействия с материалами фильер и раздувочных агре-

готов, кинетики закалки волокон и к их структурам. Движение в этом направлении представляется весьма перспективным. В ИОНХе РАН готовится к защите химическая докторская диссертация С.В. Фомичева «Химико-металлургическая переработка базальтов». Интересным аспектом этой работы является применение программного комплекса «Селектор» для термодинамического моделирования технологических процессов переработки базальтов. Это направление развивается д.г.-м.н. К.В. Чудненко в Институте геохимии СО РАН (Иркутск) [11].

Отмечу, что отсутствуют работы по таким вопросам как *органические и неорганические* связующие для теплоизоляционных материалов. В этом направлении нужны как химические, так и технологические обобщения. Нет работ по фазовым превращениям в материалах при нагреве (комбинация дифференциального термического анализа и высокотемпературной рентгеновской дифрактометрии).

В области **технических наук**.

Шесть работ касаются *плазменных технологий* получения керамических, силикатных и тугоплавких неметаллических строительных материалов и изделий [10-15]. Это две школы: Томского архитектурно-строительного университета (кафедра «Прикладная механика и материаловедение») и Восточно-Сибирского государственного университета (Улан-Уде). Плазменные плавильные установки позволяют получать полностью однородный по химическому составу расплав.

Девятнадцать работ выполнены по специальности 05.17.06 – *технология и переработка полимеров и композитов* [16-34]. Сформировались школы Саратовского государственного университета (14 работ, кафедра «Химическая технология»). В настоящее время научная школа, сформированная под руководством д.т.н., проф. С.Е. Артеменко, успешно развивается ее учениками, обеспечивая создание новых материалов и технологических решений по разработке интеркаляционной технологии базальтопластиков (проф. С.Е. Артеменко, проф. Ю.А. Кадыкова). Это обусловило открытие в Саратовском государственном университете Совета по защите диссертаций по специальности 05.17.06 – технология и переработка полимеров и композитов. За последние 5 лет (2016 г.) на кафедре защищено 2 докторских (Арзамасцев С.В., Кадыкова Ю.А.) и более 20 кандидатских диссертаций. Сейчас на кафедре обучаются 3 докторанта (Бычкова Е.В., Бурмистров И.Н., Черемухина И.В.), 14 аспирантов дневного и 3 аспиранта заочного обучения. 2 доцента являются соискателями ученой степени доктора наук.

Школа Института проблем химико-энергетических технологий СО РАН (Бийск, 3 работы). Этот коллектив использует каменное волокно и чешуи в качестве наполнителей для композиционных материалов самого различного назначения.

Семнадцать работ посвящены традиционному использованию каменного волокна, в качестве *строительных материалов и изделий* – специальность 05.23.05 [12, 13, 33, 35-48]. По работе [35] написана монография [49]. Здесь сформировались школы Новосибирского, Самарского и Ивановского архитектурно-строительных университетов, Института проблем химико-энергетических технологий СО РАН (Бийск). В работе [37] в качестве связующего использовалось алюмосиликатное соединение, что предпочтительнее органических связок. Исследовались два состава: АС-А – алунд 30%, кремнезем 30%, жидкое стекло 40%; АС-Г – глинозем 30%, кремнезем 30%, жидкое стекло 40%. В работе [40] разработан промышленный способ изготовления минеральной ваты методом индукционного плавления горных пород в «холодном» тигле с последующим раздувом расплава сжатым воздухом до супертонких волокон и сформулированы научные подходы к повышению производительности установок.

Шесть работ посвящены вопросам *экологии* (две – химические) [3, 8, 51, 53] и *геоэкологии* [50, 52]. Из выложенных нами на сайте <http://www.twirpx.com/> авторефератов наибольшей популярностью пользуются работы по водоподготовке с применением модифицированных каменных волокон [52, 53].

Пять работ исследуют *процессы и аппараты для получения каменных волокон* [54-58]. Вышла также монография по получению волокон методом вертикального раздува [59].

Девятнадцать работ выполнены по разным материаловедческим специальностям [60-78], в том числе две работы Санкт-Петербургской школы по тематике «*Бумагоподобные композиционные материалы на основе минеральных волокон*» [63, 67]. На основе этих исследований разработаны капиллярно-пористые материалы для косвенно-испарительных охладителей вместо фреоновых кондиционеров для закрытых помещений типа метро, где отсутствует естественное проветривание. Их применение позволило снизить температуры в подземных трансформаторных подстанциях метро с 40 до 30°C. Работа [79] касается устойчивости силикатных волокон в надкритических средах.

Есть и две экономические работы [80, 81].

Помимо уже упоминавшихся монографий [11, 49, 59] за это время вышли также

книги [82, 83]. В монографии [82] подведены итоги развития каменноволокнистого производства во второй половине XX века. В работе [83] в шестой главе «Физико-химические свойства стекловолокон из алюмосиликатов базальтового состава» подробно описаны новые методы исследования волокон (мессбауэровская спектроскопия и малоугловое рассеяние нейтронов).

В заключении заметим, что научная база для подготовки, оппонирования и рецензирования диссертаций и монографий по каменноволокнистой тематике в России сформирована (от Улан-Уде до Санкт-Петербурга). Актуальность этих работ несомненна. Просим коллег принять это к сведению и пользоваться сложившимися благоприятными обстоятельствами для обобщения Вашего огромного накопившегося опыта. *Ученым можешь ты не быть, но кандидатом быть обязан!*

Список литературы

1. Зюзин А.Ю. Исследование адсорбции кислых газов и паров воды выщелоченными базальтовыми волокнами с использованием радиоактивных изотопов: дисс... канд. хим. наук: 02.00.14. Москва: 1993. – 150 с.
2. Аблесимов Н.Е. Релаксационные эффекты и фазообразование в неравновесных конденсированных системах: дисс... д-ра хим. наук: 02.00.04. Хабаровск: 2000. – 317 с.
3. Мандзий М.Р. Разработка технологии адсорбционной очистки сточных вод с использованием модифицированных алюмосиликатных сорбентов: дисс... канд. хим. наук: 03.00.16. Кемерово: 2004. – 157 с.
4. Павлов В.Ф. Основы технологии получения кальцийалюмосиликатных материалов из техногенного сырья: дисс... д-ра хим. наук: 05.17.01. Красноярск: 2006. – 265 с.
5. Гутников С.И. Влияние оксида алюминия на свойства базальтовых стекол и волокон на их основе: дисс... канд. хим. наук: 02.00.21. Москва: 2009. – 127 с.
6. Малова Ю.Г. Физико-химические свойства стекловолокон из алюмосиликатов базальтового состава: дисс... канд. хим. наук: 02.00.04. Хабаровск: 2010. – 143 с.
7. Кнотько А.В. Химические методы управления процессами твердофазного распада в объеме оксидных матриц: дисс... д-ра хим. наук: 02.00.21. Москва: 2010. – 258 с.
8. Федеряева В.С. Исследование процессов очистки газовых выбросов на базальто- и стекловолокнистых оксидных катализаторах: дисс... канд. хим. наук: 03.02.08. Санкт-Петербург: 2012. – 151 с.
9. Манылов М.С. Влияние модификации базальтового сырья на условия кристаллизации волокон: дисс... канд. хим. наук: 02.00.21. Москва: 2013. – 121 с.
10. Рыбин В.А. Физико-химическое исследование базальтового волокна с защитными щелочестойкими покрытиями: дисс... канд. хим. наук: 02.00.21. Новосибирск: 2016. – 143 с.
11. Чудненко К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения. – Новосибирск: изд-во ГЕО, 2010. – 287 с.
12. Унжаков С.О. Плазменная электротехнология получения минерального волокна: дисс... канд. техн. наук: 05.09.10. Томск: 1996. – 135 с.
13. Никифоров А.А. Технология получения минерального волокна из природного и техногенного силикатсодержащего сырья с помощью низкотемпературной плазмы: дисс... канд. техн. наук: 05.17.11. Томск: 1998. – 143 с.
14. Сульtimoва В.Д. Теплоизоляционные материалы из золошлаковых отходов тепловых электростанций, полученные с применением низкотемпературной плазмы: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Улан-Удэ: 2004. – 146 с.
15. Дондоков А.Ц. Теплоизоляционный материал волокнистой структуры из базальта, полученный с применением плазменнотермической обработки: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Улан-Удэ: 2007. – 116 с.
16. Волокитин О.Г. Получение силикатных расплавов с использованием энергии низкотемпературной плазмы при производстве минерального волокна: дисс... канд. техн. наук: 05.17.11. Томск: 2010. – 144 с.
17. Волокитин О.Г. Физико-химические закономерности получения силикатных расплавов в низкотемпературной плазме и материалов на их основе: дисс... д-ра. техн. наук: 05.17.11. Томск: 2015. 285 с.
18. Кадыкова Ю.А. Физико-химические основы интеркаляционной технологии базальто-, стекло- и углепластиков: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2003. – 127 с.
19. Бочаров Д.Н. Технология и свойства армированных композитов на основе минеральных вяжущих и отходов промышленности: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2004. – 162 с.
20. Леонтьев А.Н. Физико-химические закономерности интеркаляционной технологии базальто- и стеклопластиков: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2004. – 122 с.
21. Степанова Е.В. Структура и свойства базальтопластиков, армированных базальтовыми нитями разных производителей, и модификация их физическими и химическими методами: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2006. – 118 с.
22. Гончарова Т.П. Технологические особенности создания рулонных кровельных материалов на основе базальтовых наполнителей и полиэтиленовых пленок: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2007. – 105 с.
23. Ефанова В.В. Физико-химические превращения в процессах получения базальтовых наполнителей и полимерных композиционных материалов: дисс... д-ра техн. наук: 05.17.06. Киев: 2007. – 323 с.
24. Зимин Д.Е. Армированный базальтовыми волокнами полимерный композиционный материал с повышенной тепло- и химической стойкостью: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Бийск: 2009. – 130 с.
25. Савин В.Ф. Прогнозирование прочностных свойств стекло- и базальтопластиковых стержней на основе полимерных матриц из эпоксидных компаундов: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Бийск: 2009. – 164 с.
26. Литус А.А. Исследование и разработка технологии шумопоглощающих материалов различного функционального назначения: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2009. – 176 с.
27. Пенкина Н.А. Катионообменные композиционные материалы на основе базальтовых волокон и нитей: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2010. – 122 с.
28. Павлов В.В. Технология базальто- и фосфогипсополненных композиционных материалов: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2011. – 121 с.
29. Александров В.А. Разработка технологии модифицированных катионообменных композиционных материалов на основе базальтовых волокон: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2011. – 162 с.
30. Шатунов Д.А. Технология модифицированных композиционных материалов дорожно-строительного назначения повышенной долговечности: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2011. – 146 с.
31. Арзамасцев С.В. Закономерности технологии базальто- и фосфогипсополненных полимерных композиционных материалов: дисс... д-ра техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2011. – 337 с.
32. Иманкулова А.С. Теоретические основы и технология текстильных композитов на основе базальтовых волокон: дисс... д-ра. техн. наук: 05.17.06. Бишкек: 2005. – 338 с.

31. Пономарев М.В. Структура и свойства многослойного композита на основе пенополиуретана и базальтопластика: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2013. – 123 с.
32. Варюхин В.В. Технологические особенности, структура и свойства модифицированных катионообменных волокнистых материалов (КОВМ) на основе термо- и СВЧ-обработанного базальтового волокна: дисс... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов, 2016. – 130 с.
33. Кондратенко А.С. Теплоизоляционные материалы волокнистой структуры из базальта и золошлаковых отходов, полученные с использованием электромагнитного реактора: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Улан-Удэ, 2013. – 158 с.
34. Кадыкова Ю.А. Физико-химические закономерности создания полимерматричных композитов функционального назначения на основе базальтовых дисперсно-волокнистых наполнителей, углеродных и стеклянных волокон: дисс... д-ра. техн. наук: 05.17.06. Саратов: 2013. – 308 с.
35. Коледин В.В. Минераловатные материалы на основе природного и техногенного сырья Сибирского и Дальневосточного регионов: дисс... д-ра техн. наук: 05.23.05. Новосибирск: 2000. – 345 с.
36. Сошкина Г.Н. Легкие бетоны неавтоклавного твердения на основе зол и отходов производства минеральной ваты: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Новосибирск: 2002. – 147 с.
37. Латынцева Е.А. Теплоизоляционные изделия на основе минерального волокна и алюмосиликатной связки: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Новосибирск: 2003. – 149 с.
38. Цыбуля Ю.Л. Высокотемпературные фильтровальные и композиционные материалы на основе непрерывных волокон из базальтовых горных пород: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Киев, 2003. – 208 с.
39. Елин В.К. Фибробетон армированный волокнами, модифицированными плазмой тлеющего разряда: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Иваново: 2006. – 155 с.
40. Татаринцева О.С. Изоляционные материалы из базальтовых волокон, полученных индукционным способом: дисс... д-ра техн. наук: 05.23.05. Бийск: 2006. – 272 с.
41. Павлов А.А. Влияние структуры минеральных волокнистых теплоизоляционных материалов на теплофизические свойства в условиях эксплуатации: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Самара: 2007. – 172 с.
42. Боровских И.В. Высокопрочный тонкозернистый базальтофибробетон: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Казань: 2009. – 168 с.
43. Бучкин А.В. Мелкозернистый бетон высокой коррозионной стойкости, армированный тонким базальтовым волокном: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Москва: 2011. – 130 с.
44. Калугин И.Г. Пенобетоны дисперсно-армированные базальтовым волокном: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Красноярск: 2011. – 152 с.
45. Вдовина Е.В. Получение керамического кирпича на основе бейделлитовой глины и отходов минеральной ваты: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Челябинск: 2011. – 188 с.
46. Бабаев В.Б. Мелкозернистый цементобетон с использованием базальтового волокна для дорожного строительства: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05 – строительные материалы и изделия. Белгород: 2013. – 180 с.
47. Строев Д.А. Дисперсно-армированные бетоны на битумно-цементном вяжущем для строительных и ремонтных работ: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Ростов-на-Дону: 2013. – 192 с.
48. Кудинова И.В. Теплоизоляционные холсты из базальтовых супертонких волокон, вырабатываемых методом электроплавания: дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. Бишкек: 2003. – 144 с.
49. Коледин В.В. Минераловатные теплоизоляционные материалы. Новосибирск: НГАСУ, 2002. 92 с.
50. Захарченко А.Н. Совершенствование технологии производства минераловатных изделий из шлаков переработки сульфидных медно-никелевых руд: дисс... канд. техн. наук: 25.00.36 – геоэкология. Апатиты, 2004. – 125 с.
51. Макарова И.В. Снижение техногенной нагрузки на окружающую среду при использовании отходов горнопромышленного комплекса в производстве силикатных материалов: дисс... д-ра техн. наук: 03.00.16. Казань, 2005. – 322 с.
52. Лебедев И.А. Разработка технологий фильтровально-сорбционной очистки воды от нефтепродуктов, взвешенных веществ и ионов железа с применением минеральных базальтовых волокон: дисс... канд. техн. наук: 25.00.36. Барнаул, 2007. – 131 с.
53. Кондратюк Е.В. Совершенствование методов водоподготовки и очистки загрязненных вод на предприятиях машиностроения и теплоэнергетики с использованием модифицированных природных материалов: дисс... канд. техн. наук: 03.00.16. Барнаул, 2008. – 155 с.
54. Литвинов А.В. Разработка и совершенствование процессов и аппаратов технологии производства теплоизоляционных базальтоволокнистых материалов на основе создания и исследования автоматизированной опытно-промышленной установки: дисс... канд. техн. наук: 05.17.08. Бийск: 2003. – 164 с.
55. Новицкий А.Г. Исследования и совершенствование процессов получения базальтовых волокон и изделий на их основе: дисс... канд. техн. наук: 05.17.08. Киев: 2005. – 165 с.
56. Ширококов К.П. Моделирование процесса получения волокна из минеральных расплавов способом вертикального раздува воздухом: дисс... канд. техн. наук: 05.02.13. Ижевск: 2005. – 138 с.
57. Шияев А.И. Разработка методов и средств снижения концентрации неволокнистых включений при производстве базальтового волокна дуплексным способом: дисс... канд. техн. наук: 05.02.13. Ижевск: 2012. – 142 с.
58. Шаронов А.В. Разработка и исследование механизма раскладки однопроцессного базальтового ровинга текстильного назначения: дисс... канд. техн. наук: 05.02.13. Москва: 2006. 188 с.
59. Шияев А.И. Технология и оборудование для производства материалов способом вертикального раздува / А.И. Шияев, К.П. Ширококов и др. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2008. – 248 с.
60. Чурилова Ю.В. Волокнистые теплоизоляционные материалы на основе композиций системы $Al_2O_3-SiO_2-MgO-P_2O_5$: дисс... канд. техн. наук: 05.17.11 – технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Харьков, 2002. – 161 с.
61. Кошелев В.Ю. Взаимодействие базальтовых расплавов с материалами на основе платины и углерода: дисс... канд. техн. наук: 05.16.06 – порошковая металлургия и композиционные материалы. Москва, 2004. – 179 с.
62. Монастырев П.В. Физико-технические и конструктивно-технологические основы термомодернизации ограждающих конструкций жилых зданий: на примере Центрально-Черноземного региона: дисс... д-ра техн. наук: 05.23.01 – строительные конструкции, здания и
63. Дубовый В.К. Бумагоподобные композиционные материалы на основе минеральных волокон: дисс... д-ра техн. наук: 05.21.03 – технология и оборудование химической переработки биомассы дерева. Санкт-Петербург, 2006. – 370 с.
64. Скобелкина Т.Н. Моделирование и диагностика теплофизических характеристик быстротемпературной теплоизоляции многоазового использования для атомных станций с реактором ВВЭР: дисс... канд. техн. наук: 05.14.03 – ядерные энергетические установки. Москва, 2007. – 127 с.
65. Ахунов Даниер Бахтиерович. Стекла и ситаллы на основе базальтов Кутчинского месторождения: дисс... канд. техн. наук: 05.17.11 – технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Ташкент, 2008. – 143 с.
66. Дьяков К.В. Технология устройства монолитных покрытий из магнезиального базальтофиброармированного раствора: дисс... канд. техн. наук: 05.23.08 – технология и организация строительства. Челябинск, 2008. – 151 с.

67. Безлаковский А.И. Основы технологии бумагоподобных минеральноволокнистых композитов повышенной прочности: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03 – технология и оборудование химической переработки биомассы дерева. Архангельск, 2009. – 162 с.
68. Романычев Н.К. Разработка и получение на станках СТБ технических тканей из термостойких нитей стекла и базальта: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.02 – технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья. Иваново, 2010. – 151 с.
69. Игнатова А.М. Дизайн художественных изделий на основе каменного литья – симиналов: дис. ... канд. техн. наук: 17.00.06 – техническая эстетика и дизайн. Санкт-Петербург, 2011. – 159 с.
70. Уваров Александр Сергеевич. Слоистые ограждающие конструкции с применением базальтоволокнистых композиционных материалов и технология их производства: дисс... канд. техн. наук: 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения. Москва: 1995. 118 с.
71. Алиев К.У. Растянутые элементы из керамзитоброжелезобетона на грубом базальтовом волокне с обычной и высокопрочной арматурой: дисс... канд. техн. наук: 05.23.01. Воронеж: 2004. –164 с.
72. Ильдияров Е.В. Экспериментально-теоретическая оценка надежности трехслойных кровельных панелей с ортотропным средним слоем из минеральной ваты на основе базальтового волокна: дисс... канд. техн. наук: 05.23.01. Москва: 2012. – 168 с.
73. Андреев В.В. Стеклокристаллические покрытия на основе базальтов Приморского края: дисс. ... канд. техн. наук: 05.16.06. Владивосток: 2002. – 177 с.
74. Тимофеев Л.В. Исследование влияния факторов процесса волокнообразования на качество холстов из базальтового волокна: дисс... канд. техн. наук: 05.02.08: 05.02.01. Ижевск: 2000. – 150 с.
75. Макаревич К.С. Исследование, разработка и получение базальтовых волокон из магматических пород (на примере базальтов Дальнего Востока): дисс... канд. техн. наук: 05.02.01. Комсомольск-на-Амуре: 2006. – 132 с.
76. Алексеева Т.Е. Разработка технологии переработки базальтовых волокон в геотекстильные полотна: дисс... канд. техн. наук: 05.19.02. СПб: 2001. – 156 с.
77. Лисаковский А.Н. Совершенствование технологии изготовления базальтовых тканей: дисс... канд. техн. наук: 05.19.03. Киев: 2004. – 234 с.
78. Буравлев В.О. Демангация подземных вод с помощью нового сорбционно-каталитического материала на основе базальтовых волокон: дисс... канд. техн. наук: 25.00.27. Барнаул: 2013. – 124 с.
79. Сушенцова Б.Ю. Взаимодействие углекислого газа с ультраосновными и основными породами: дисс... канд. г-м. наук: 25.00.09. Москва: 2013. – 255 с.
80. Гончаревский М.В. Обоснование технологической структуры наукоемкого производства с учетом согласования краткосрочных и долгосрочных спросовых ограничений: дисс... канд. экон. наук: 08.00.05. Москва: 2004. – 154 с.
81. Комилов А.Ф. Особенности формирования политики импортозамещения в промышленности Республики Таджикистан: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством. Душанбе, 2011. – 136 с.
82. Джигирис Д.Д., Махова М.Ф. Основы производства базальтовых волокон и изделий. М.: Теплоэнергетик, 2002. – 411 с.
83. Аблесимов Н.Е., Земцов А.Н. Релаксационные эффекты в неравновесных конденсированных системах. Базальты: от извержения до волокна. М.: ИТиГ ДВО РАН, 2010. – 400 с.