

18+

КНИИ
им. Х.И. Ибрагимова
РАН

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. Х.И. ИБРАГИМОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
KH. IBRAGIMOV COMPLEX INSTITUTE OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES (CI RAS)

Вестник КНИИ РАН.
Серия «Естественные и технические науки»

ВЕСТНИК КНИИ РАН

•2022•№ 1 (9)•

№ 1 (9) 2022

Научный журнал

**ВЕСТНИК КНИИ РАН. СЕРИЯ
«ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

Scientific journal

**BULLETIN CI RAS. SERIES
«NATURALAND TECHNICAL SCIENCES»**

УДК 05
ББК 95
В 387

**Вестник КНИИ РАН. Серия
«Естественные и технические науки»**

Учредители журнала:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Комплексный научно-исследовательский институт им. Х. И. Ибрагимова РАН

Издается с 2020 года

Периодичность: 4 раза в год

Founders of the magazine:

Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences

Published since 2020

Frequency: 4 times in year

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации

Эл № ФС77-83326 от 19.05.2022 года

Журнал включен в РИНЦ

Адрес редакции/издателя: 364051,

ул. Вахи Алиева (Старопромысловское шоссе) д. 21 а), г. Грозный

<http://kniiranvestnik.ru/?i=1>

e-mail: vestnik_kniiran@mail.ru

Главный редактор

Батаев Д.К.-С., доктор технических наук, профессор, директор Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

Заместители главного редактора

Осмаев А.Д., доктор исторических наук, доцент, зам. директора Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

Ибрагимов Канта Х., доктор экономических наук, профессор, зам. директора Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

Ответственный секретарь

Ганиева М.М., младший научный сотрудник Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

Редакционная коллегия

Автаева Т.А., кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела биологических исследований Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН.

Батукаев А.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией виноградарства Чеченского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Гаплаев М.Ш., доктор сельскохозяйственных наук, директор Чеченского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Дадашев Р.Х., доктор физико-математических наук, профессор, академик Академии наук Чеченской Республики.

Джамбулатов Р.С., кандидат физико-математических наук, заведующий отделом физико-математических исследований, ученый секретарь Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

Даукаев А.А., доктор геолого-минералогических наук, заведующий отделом проблем топливно-энергетического комплекса Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН.

Забураева Х.Ш., доктор географических наук, главный научный сотрудник отдела проблем топливно-энергетического комплекса Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН.

Ибрагимов Кюри Х., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории социально-политических исследований Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН.

Мажиев Х.Н., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные конструкции» Грозненского государственного нефтяного технического университета имени академика М.Д. Миллионщикова.

Мицаев Ш.Ш., доктор ветеринарных наук, заведующий лабораторией ветеринарной медицины Чеченского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Солтаханов Ш.Х., доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры «Прикладная математика и компьютерные технологии» Чеченского государственного университета.

Тайсумов М.А., доктор биологических наук, профессор, вице-президент Академии наук Чеченской Республики.

Умаров М.У., доктор биологических наук, доцент, заведующий отделом биологических ресурсов Академии наук Чеченской Республики.

Умхаева З.С., доктор физико-математических наук, профессор, заведующая отделом материаловедения Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН.

Хасбулатова З.С., доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой химии и методики ее преподавания Чеченского государственного педагогического университета.

Editor in chief

Bataev D.K.-S., doctor of technical Sciences, Professor, Director of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Deputy editor

Osmaev A.D., doctor of historical Sciences, docent, Deputy Director of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Ibragimov Kanta. Kh., doctor of economics Sciences, Deputy Director of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Executive Secretary

Ganieva M.M., junior researcher at the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Editorial Board

Avtaeva T.A., candidate of biological Sciences, docent, leading researcher of the Department of biological sciences of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Batukaev A.A., doctor of agricultural Sciences, Professor, head of the Laboratory of Viticulture of the Chechen research Institute of agriculture.

Gaplaev M.Sh., doctor of agricultural Sciences, director of the Chechen research Institute of agriculture.

Dadashev R.Kh., doctor of physical and mathematical Sciences, Professor, academician of the Academy of Sciences of the Chechen Republic.

Dzhambulatov R.S., candidate of physical and mathematical Sciences, head of the Department of physical and mathematical research, Scientific secretary of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Daukaev A.A., doctor of geological and mineralogical Sciences, head of the Department of problems of the fuel and energy complex of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Zaburaeva Kh.Sh., doctor of geographical Sciences, chief scientific worker of Department of problems of fuel and energy complex of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Ibragimov Curie Kh., doctor of agricultural Sciences, Professor, chief researcher of the laboratory of social and political research of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Mazhiev Kh.N., doctor of technical Sciences, Professor, head of the Department of "Building structures" of the Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov

Mitsaev Sh.Sh., doctor of veterinary Sciences, head of the laboratory of veterinary medicine of the Chechen research Institute of agriculture.

Soltakhanov Sh.Kh., doctor of physical and mathematical Sciences, docent, Professor of the Department of Applied mathematics and computer technologies of the Chechen state University.

Taisumov M.A., doctor of biological Sciences, Professor, vice president of the Academy of Sciences of the Chechen Republic.

Umarov M.U., doctor of biological Sciences, docent, head of the Department of biological resources of the Academy of Sciences of the Chechen Republic.

Umkhaeva Z.S., doctor of physical and mathematical Sciences, Professor, head of the department of materials science of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Khasbulatova Z.S., doctor of chemical Sciences, Professor, head of the Department of chemistry and methods of teaching of the Chechen state pedagogical University.

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Джамбулатов Р.С., Абдуллаев Р.М., Альтемиров М.А. Концентрационная зависимость плотности и молярного объема системы ацетон-этанол.....	9
Умхаева З.С., Терешина И.С., Панкратов Н.Ю., Алиев И.М. Особенности поведения сплавов многокомпонентной системы $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ в сильных магнитных полях.....	19

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аларханова З.З. Химические добавки для бетонов и растворов: номенклатура, классификация, основной эффект действия.....	31
Алиев И.М., Дудаева М.А., Сугаипова М.У. История развития и применения сегнетоэлектриков.....	40
Батаева П.Д., Батаева Х.М. Доломитовое вяжущее вещество для приготовления ремонтно-реставрационного состава.....	47
Даудова Л.Х., Ахматова М.И. Препятствия для внедрения информационного моделирования зданий (BIM) в строительной отрасли.....	53
Махаева С.С., Аларханова З.З. Сложнооксидные бронзы: состояние и перспективы развития.....	58

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Гизатулин И.И. Динамика весенних и осенних миграций гнездящихся перелетных птиц Чеченской Республики.....	66
Умаров Р.М. Заболеваемость геогельминтозами (аскаридозом) населения Чеченской Республики за 2017-2019 гг.....	78

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Ганиева М.М. Традиционные и альтернативные источники энергии.....	87
Даукаев А.А., Абубакарова Э.А. Экзогенные процессы в горных районах Чеченской Республики: синергетические и геологические аспекты.....	93

CONTENTS

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

- Dzhambulatov R.S., Abdullayev R.M., Altemirov M.A.**
 Concentration dependence of density and molar volume of
 the acetone-ethanol system.....9
- Umkhaeva Z.S., Tereshina I.S., Pankratov N.U., Aliev I.M.**
 Features of the behavior of a multicomponent
 system $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ alloys in strong magnetic fields.....19

TECHNICAL SCIENCES

- Alarkhanova Z.Z.**
 Chemical additives for concrete and mortar:
 nomenclature, classification, main effect of action.....31
- Aliev I.M., Dudaeva M.A., Sugaipova M.U.**
 History of development and application of ferroelectric.....40
- Bataeva P.D., Bataeva Kh.M.**
 Dolomite binder for preparation of repair and restoration composition.....47
- Daudova Laila Khamidovna (a), Akhmatova Maret Idrisovna**
 Obstacles to the implementation of building information
 modeling (BIM) in the construction industry.....53
- Makhaeva S.S., Alarkhanova Z.Z.**
 Composite oxide bronzes. status and prospects.....58

BIOLOGICAL SCIENCES

- Gizatulin I.I.**
 Dynamics of spring and autumn migrations nesting and migratory
 birds of the Chechen Republic.....66
- Umarov R.M.**
 The incidence of ascaris lumbricoides population of the Chechen Republic
 for the 2017-2019 biennium.....78

EARTH SCIENCES

- Ganieva M.M.**
 Traditional and alternative energy sources.....87
- Daykaev A.A., Abubakarova E.A.**
 Exogenous processes in mountainous areas Chechen Republic:
 synergetic and geological aspects.....93

УДК 538.9

DOI: 10.34824/VKNIRAN.2022.9.1.001

КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОТНОСТИ И МОЛЯРНОГО ОБЪЕМА СИСТЕМЫ АЦЕТОН-ЭТАНОЛ

© Джамбулатов Роман Суламбекович (а), Абдуллаев Рамзан Магомедович (b),
Альтемиров Магомед Алхазурович (с)

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; отдел физико-математических исследований, заведующий отделом, научный сотрудник. Чеченский Государственный Университет им. А.А. Кадырова, г. Грозный, asldzam@mail.ru

(b) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; отдел физико-математических исследований, младший научный сотрудник, ramzan007abd@mail.ru

(с) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; отдел физико-математических исследований, младший научный сотрудник, m_altemirov@bk.ru

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментального изучения зависимости плотности ацетона, этанола и их бинарных растворов от температуры и состава. Результаты проведенных измерений показали, что зависимость плотности от температуры как ацетона и этанола, так и всех растворов двойной системы ацетон-этанол имеет линейный характер. Анализ концентрационной зависимости плотности в бинарной системе ацетон-этанол при различных температурах показывает, что изотермы плотности при изученных температурах совпадают с аддитивными прямыми.

Ключевые слова: Плотность, этанол, ацетон, раствор ацетон-этанол, изотермы плотности, изотермы молярных объемов, органические вещества.

CONCENTRATION DEPENDENCE OF DENSITY AND MOLAR VOLUME OF THE ACETONE-ETHANOL SYSTEM

© Dzhambulatov Roman Sulambekovich (a), Abdullayev Ramzan Magomedovich (b),
Altemirov Magomed Alkhazurovich (c)

(a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; department of physics and mathematics research, head of department, researcher. Chechen State University named after A.A. Kadyrov, asldzam@mail.ru

(b) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; department of physics and mathematics research, junior researcher,

ramzan007abd@mail.ru

(c) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; department of physics and mathematics research, junior researcher, m_altemirov@bk.ru

Abstract. The paper presents the results of experimental studies of the density dependence of acetone, ethanol and their binary solutions on temperature and composition. The results of the measurements have shown that the density dependence on the temperature of acetone and ethanol, as well as of all the solutions of acetone-ethanol dual system has a linear character. Analysis of the concentration dependence of density in the acetone-ethanol binary system at different temperatures shows that the density isotherms at the studied temperatures coincide with the additive straight lines.

Key words: Density, ethanol, acetone, acetone-ethanol solution, density isotherms, molar volume isotherms, organic substances.

Введение. Данные о растворах имеют важное значение для многих областей прикладных наук: от химической инженерии до геохимии, экологии и биомедицинских технологий. Кроме того, за последние несколько десятилетий, значительные достижения в области разработки прецизионных методов измерения физико-химических свойств [1-3,5-9] и экспериментальных исследований двойных и многокомпонентных растворов, позволили накопить массив экспериментальных данных и значительно расширить арсенал методов определения объемных свойств (плотности, молярных и парциально молярных объемов) в различных диапазонах температуры и давления. Вместе с тем, несмотря на большое количество экспериментальных исследований плотности двойных систем, плотности некоторых двухкомпонентных растворов, в их числе и системы ацетон-этанол, изучены недостаточно.

Плотность является одним из важнейших физико-химических свойств термодинамической системы. Точные данные по значениям плотностей жидких и твердых тел могут дать, в некоторых случаях, неоценимую информацию о строении и структуре материала. Плотность является структурно-чувствительным термодинамическим параметром термодинамической системы, которая позволяет найти температурную зависимость таких свойств материала, как удельный, молярный объем. По температурной зависимости плотности определяют критическую температуру вещества, в которой значения плотности жидкости и равновесного пара равны друг к другу. Знание плотности материалов необходимы при решении огромного количества практически важных проблем. Поэтому неудивительно, что разработке методов измерения плотности и исследованию зависимости плотности от различных факторов уделяется большое внимание.

К настоящему времени имеется множество надежных методов измерения плотности металлов и сплавов в широких температурных интервалах [1,3,5-8,11]. В последние годы интенсивное развитие получили новые методы измерения, основанные на использовании зависимости различных физических величин от плотности вещества. К ним относятся методы, основанные на изменении: излучения (радиоактивного, рентгеновского) при прохождении через вещество; скорости распространения звука; частоты и амплитуды вибраций

вспомогательного тела, соприкасающегося с испытуемым веществом и др. Сравнительный анализ и подробное описание основных методов и приборов для измерения плотности имеются в работе [9].

Теоретическая часть

Среди методов измерения плотности наибольшее распространение, при исследовании жидких материалов, получили пикнометрический и ареометрические методы измерения плотности [4]. Поэтому рассмотрим некоторые принципиально важные вопросы, касающиеся истории развития пикнометрического и ареометрического методов измерения плотности жидких многокомпонентных растворов.

Пикнометрический метод измерения плотности основан на измерении массы жидкости, залитой в сосуд известного объема. Зная массу и объем, занимаемой жидкостью не сложно найти плотность. Первоначально были сконструированы различные пикнометры, позволяющие измерить плотность при комнатной температуре. Однако для определения температурной зависимости плотности эти приборы не были приспособлены. Для этих целей были сконструированы специальные пикнометры, которые состоят из сосуда определенного объема и тонкого капилляра. При нагревании жидкости её объём увеличивается, и мениск жидкости в тонком капилляре поднимается, что легко фиксировать измерительными приборами. Этот вариант пикнометра оказался очень удобным и практичным, чем обусловлено широкое использование его на практике и в настоящее время.

Однако при изучении свойств металлов и сплавов приходится учитывать окисление металла, что оказывает заметное влияние на физико-химические свойства. Поэтому точные измерения физико-химических свойств металлов и сплавов проводят в глубоком вакууме, что в свою очередь создает большие проблемы. В частности, металлы не смачивают стекло и даже при наличии вакуума в капиллярах, происходит формирование газовых пузырьков. Указанную проблему удалось решить Х.И. Ибрагимову, которым был разработан для этих целей двухкапиллярный пикнометр [7], в дальнейшем существенно усовершенствованный [8,4].

При изучении свойств многокомпонентных систем экспериментатор сталкивается с необходимостью проведения большого числа опытов. Осуществление измерений свойств каждого сплава в отдельности задача крайне трудоемкая, так как связана с необходимостью предварительной подготовки (промывка, сушка, получение высокого вакуума) прибора к измерениям. Поэтому в лабораториях физического факультета Чечено-Ингушского государственного университета были сконструирована серия комбинированных приборов [1,3,5,6,11], которые широко используются в различных лабораториях РФ и других стран.

Для успешного проведения исследований плотности чистых жидкостей и растворов необходимо выбрать наиболее оптимальный метод измерения. Выбор метода измерения определяется свойствами и молекулярной природой исследуемой жидкости, особенностями границы раздела, температурным интервалом и давлением, при которых производятся измерения.

В работе показано, что оптимальными для изучения концентрационной и температурной зависимости плотности растворов ацетон-этанол являются вибрационный метод измерения плотности, который основан на принципах определения периодичности резонансных колебаний в измерительной трубке (измерительной ячейки) во время нахождения в ней

исследуемого образца жидкости. По результатам измерения величины периодичности колебания измерительной трубки, определяется плотность исследуемой жидкости с погрешностью, не превышающей 0.001 г/см^3 .

По своим свойствам жидкие растворы являются промежуточным этапом между твердым веществом, имеющего объем и строго определенную периодичность структуры во всем объеме и газовым состоянием вещества, которое характеризуется отсутствием определенной формы и каких-либо структурных единиц в объеме. Кроме того, данный процесс сопровождается изменениями в характере межмолекулярного взаимодействия. Обусловлено это тем, что в растворе, кроме взаимодействия между молекулами растворителя, наблюдается возникновение различных видов взаимодействия, связанного с наличием разноименных молекул, различающихся между собой набором химических свойств и параметров. В одних процессах может происходить ионизация молекул. В других процессах в результате межмолекулярного взаимодействия между растворителем и растворенным веществом может приводить к образованию более сложных комплексных молекул или кластеров. Все эти процессы отражаются на температурной и концентрационной зависимости плотности.

По знаку и величине отклонения плотности (молярных объемов) от аддитивных значений можно судить об особенностях взаимодействия атомов или молекул компонентов в растворе. Если на изотермах молярных объемов двойной системы наблюдаются положительные отклонения от аддитивных прямых, то этот результат свидетельствует о том, что силы взаимодействия между одноименными атомами в растворе доминируют над силами взаимодействия разноименных атомов. И, наоборот, отрицательные отклонения являются свидетельством доминирования сил взаимодействия разноименных атомов.

Для определения молярных и парциально-молярных величин необходимо иметь данные по концентрационной зависимости плотности в растворе исследуемых веществ. Для этой цели нами были проведены измерения величины плотности ацетона, этанола при различных температурах и определены зависимости плотности от состава бинарного раствора ацетон-этанол.

Экспериментальная часть

Исследования плотности чистых веществ и растворов различных концентрации были проведены вибрационным методом измерения плотности на установке ВИП-2 МР.

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Зависимость плотности веществ от температуры

Раствор	Плотность, г/см^3										
	273К	283К	293К	303К	313К	323К	333К	343К	353К	363К	373К
Ацетон	0.812	0.801	0.790	0.778	0.766	0.754	0.742	0.729	0.716	0.702	0.689
Этанол	0.812	0	0.801	0.790	0.779	0.768	0.756	0.744	0.732	0.720	0.707

По полученным данным (рис. 1) построены политермы плотности ацетона и этанола в исследованном диапазоне температур.

Как видно из полученных экспериментальных данных (рис. 1), с увеличением температуры плотность чистых веществ (ацетона и этанола) уменьшается и зависимость плотности от температуры, в целом имеет линейный характер. Кроме того, температурные коэффициенты плотности в изученном диапазоне температур (273-373К) в пределах погрешности измерения совпадают. Обусловлено это тем, что значения плотностей ацетона и этанола во всем изученном интервале температур в пределах погрешности эксперимента совпадают. Линейной зависимостью от температуры характеризуются и температурные зависимости плотностей всех изученных растворов.

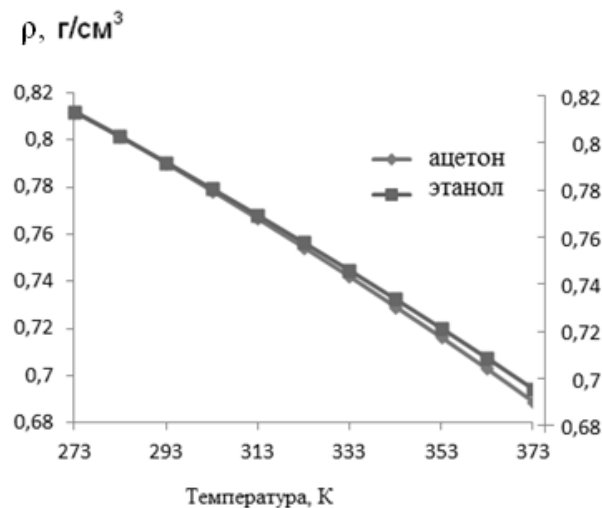


Рис. 1. Политермы плотности ацетона и этанола

При этом экспериментально установлено, что зависимость температурного коэффициента плотности от состава в исследуемой системе представляет собой прямые линии параллельные оси составов. Следует отметить, что это редкий случай, когда плотности и температурные коэффициенты плотностей чистых компонентов практически совпадают. Установлено, что растворы, образованные такими компонентами, как правило, близки к идеальным. Однако, как показано автором [4], несмотря на близость к идеальным растворам, на изотермах таких систем, наблюдаются особенности в виде пологих минимумов [4]. Такие экстремумы были обнаружены на концентрационной зависимости поверхностного натяжения двойных металлических систем индий-олово и таллий-свинец. Отметим, что чистые компоненты индий, олово и таллий-свинец близки по значениям всех физико-химических свойств. Термодинамические активности компонент этих растворов подчиняются законам Рауля, т.е. эти системы, согласно имеющимся экспериментальным данным близки к идеальным. Исходя из этого, можно ожидать, что и изотермы поверхностного натяжения исследуемой системы характеризуются подобными экстремумами. Однако это отдельная экспериментальная задача, решение которой выходит за рамки данного исследования.

Важную информацию о строении растворов, во всем интервале составов, могут дать изотермы плотности, молярных и парциально-молярных объемов. В связи с этим по полученным экспериментальным данным нами построены зависимости плотности, молярных

объемов и парциально-молярных объемов от состава при разных температурах в двойной системе ацетон-этанол (рис. 2-4).

На рисунке 2 представлены изотермы концентрационной зависимости плотности бинарной системы ацетон-этанол при различных температурах.

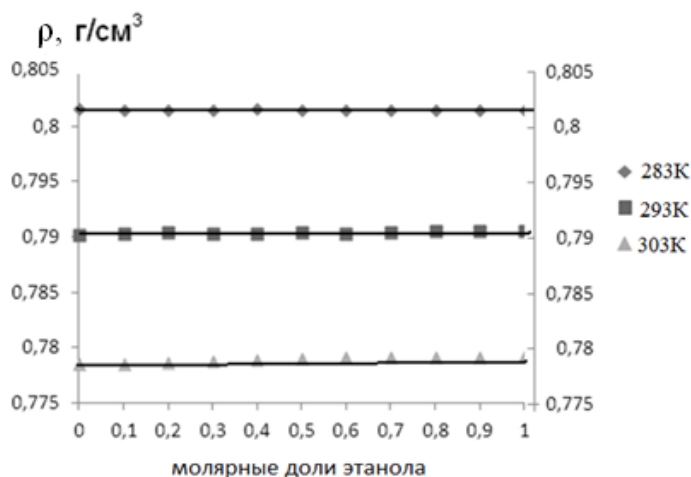


Рис. 2. Зависимость плотности от молярных долей этанола в бинарной системе ацетон-этанол при различных температурах

Как видно из полученных данных, изотермы плотности в бинарной системе ацетон-этанол практически совпадают с аддитивной прямой. Равенство значений плотностей чистых веществ приводит к тому, что эти прямые при всех температурах параллельны оси составов. Полученные результаты можно объяснить тем, что величина плотности компонентов раствора имеют очень близкие значения (± 0.005 г/см³), поэтому является вполне закономерным, что и значения плотности для их бинарного раствора также будут иметь характер прямой без наклона к оси составов.

При выражении состава раствора в молярных долях для многих систем более информативными являются изотермы молярных объемов. Поэтому по полученным экспериментальным данным нами проведены расчеты молярных объемов экспериментально изученных растворов. Полученные результаты по концентрационной зависимости молярных объемов бинарной в системе ацетон-этанол при 293К представлены на (рис.3).

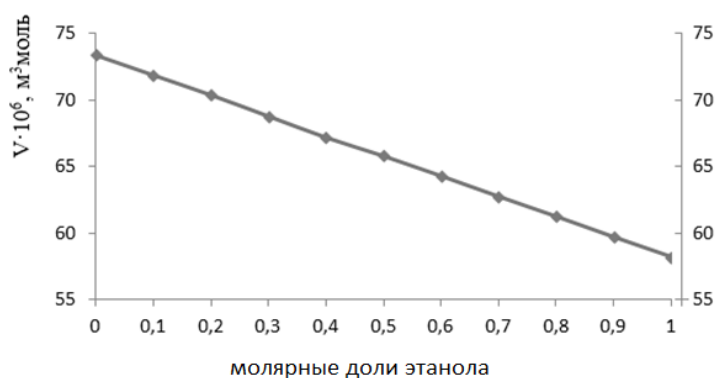


Рис. 3. Зависимость молярных объемов от молярных долей этанола в системе ацетон-этанол при 293К

Как видно из полученных данных, кривая зависимости молярного объема от концентрации второго компонента (этанола) имеет тенденцию к снижению при увеличении концентрации этанола. Весьма важным и ценным результатом этих исследований является то, что изотермы молярных объемов в двойной системе ацетон-этанол в пределах погрешности эксперимента совпадают с аддитивной прямой. Такой результат является свидетельством того, что эти растворы близки к идеальным. Однако для окончательного вывода относительно отклонений физико-химических свойств этих растворов от идеальных (от закона Рауля), необходимы данные по термодинамическим активностям компонентов в этих растворах. Такие исследования активно проводятся в различных научно-исследовательских лабораториях и имеющиеся данные о равновесии жидкости с паром в этих растворах свидетельствуют о том, что эти растворы действительно близки к идеальным [10].

Для определения парциально молярного объема растворов ацетон – этанол нами использован графический метод, который позволяет по концентрационной зависимости молярных объемов вычислить парциально молярный объем в двойных системах. Если зависимость молярной величины (в нашем случае молярного объема) от состава выражена через молярную долю одного из компонентов (для определенности пусть от первого компонента). Проведем касательную к этой кривой в той точке, в которой мы определяем парциально-молярный объем. Однако, полученная нами на основе экспериментальных данных зависимость молярного объема от состава, в пределах погрешности эксперимента совпадает с аддитивной прямой. Отсюда вытекает, что частная производная от функциональной зависимости молярного объема от состава постоянна во всем интервале составов от 0 до 1 и парциально молярные объемы компонентов равны их молярным объемам. Этот результат, пусть и косвенным, является подтверждением вывода о том, что исследуемые растворы являются идеальными. Для определенности рассмотрим понятие парциально-молярного объема. В общем случае парциально -молярная величина (в нашем случае парциально-молярный объем) в бинарных системах определяется выражением:

$$M_i = V_m + (1 - x_1) \left(\frac{\partial V_m}{\partial x_1} \right)_{T,p} . \quad (1)$$

В последнем выражении M_i парциально-молярный объем i компонента в бинарном растворе; x -молярные доли компонента в растворе; V_m - молярный объем m -го компонента в растворе.

Из полученного выражения вытекает, что парциальные молярные величины будут равны отрезкам, отсекаемым на осях координат касательной в данной точке к кривой зависимости молярного объема от состава. Из этого выражения следует, что при постоянстве частной производной от молярного объема по молярным долям компонента, зависимость молярного объема раствора от состава передается аддитивной прямой. При этом значение частной производной в этом выражении равна разности молярных объемов чистых компонентов, откуда вытекает, что парциально-молярные объемы (M_m) при всех концентрациях равны молярным объемам компонентов ($M_m=V_m$).

С использованием данного уравнения были вычислены значения парциально-молярного объема ацетона и этанола при температуре 293К (рис. 4). Для определения парциально-молярной величины объема системы ацетон – этанол был использован графический метод,

позволяющий определять парциально-молярную величину в двойных системах. Проведенные расчеты показали, что парциально-молярные объемы компонентов в исследуемой двойной системе равны молярным объемам чистых компонент.

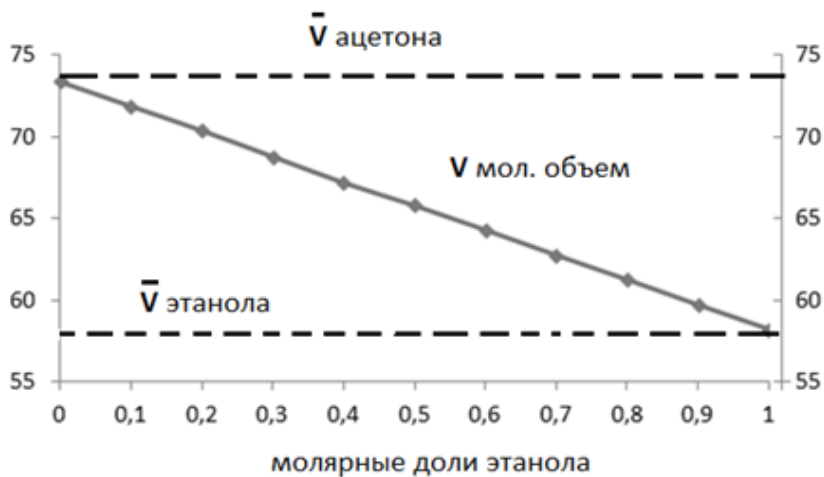


Рис. 4. Зависимость парциально молярного объема этанола от концентрации в системе ацетон-этанол, при температуре 293К

Заключение

Таким образом, полученные экспериментальные данные по концентрационной зависимости плотности растворов ацетон-этанол и проведенные на базе этих данных вычисления изотерм молярного объема и парциально молярных объемов компонент дают основание для вывода о том, что растворы ацетон-этанол по концентрационной зависимости физико-химических свойств близки к идеальным.

Об этом свидетельствуют:

- концентрационные зависимости плотности и температурного коэффициента плотности в двойной системе ацетон-этанол. Эти зависимости совпадают с аддитивными прямыми и представляют собой прямые параллельные оси составов;
- изотермы молярных объемов при всех изученных температурах, которые совпадают с аддитивными прямыми;
- изотермы парциально-молярных объемов компонентов в бинарной системе, которые описываются линейной зависимостью. Парциально-молярные объемы компонентов равны молярным объемам чистых компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алчагиров, Б.Б. Дадашев Р. Х. Метод большой капли для определения плотности и поверхностного натяжения металлов и сплавов: учеб. Пособие. Нальчик: КБГУ, 2000. 260 с.
2. Басин А.С., Бачинский А.В., Колотов Я.А. и др. Высокотемпературный гамма-плотномер и дилатометр // Гамма-метод в металлургических экспериментах. Новосибирск: ИТФ. СО АН СССР. 1981. С. 11-22.
3. Дадашев, Р.Х. Способ определения истинной плотности твердой фазы дисперсной системы / Р.Х. Дадашев, Д.З. Элимханов, Р.С. Джамбулатов, И.В. Мусханова // Патент. – 2014. – 2572295.

4. Дадашев, Р.Х. Термодинамика поверхностных явлений / Р. Х. Дадашев. М.: Физматиздат, 2008. 278 с.
5. Дадашев, Р.Х., Джамбулатов Р.С., Элимханов Д.З., Дадашев И.Н. Усовершенствованная методика измерения плотности и поверхностного натяжения суспензий // 5 Международная научно-техническая конференция «Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ». СПб., 2019. 42 с.
6. Ибрагимов Х.И., Дадашев Р.Х. Комбинированный прибор для измерения поверхностного натяжения, работы выхода электрона и плотности жидких металлов и сплавов // К изучению поверхностных явлений в металлических расплавах. СОГУ, 1989. С. 68-71.
7. Ибрагимов Х.И., Покровский Н.Л., Пугачевич П.П. Вакуумный двухкапиллярный пикнометр для измерения плотности металлических расплавов // Журнал физической химии. 1966. Т.40. № 4. С. 957-959.
8. Ибрагимов, Х.И. Прибор для определения плотности жидких металлических растворов / Х. И. Ибрагимов, В. С Саввин, Р. Х. Дадашев // Журнал физической химии. 1976. Т. 50. №8. С. 2158–2159.
9. Кивилис С.С Плотномеры. М.: Энергия, 1980. 278 с.
10. Морачевский А.Г., Фирсова Е.Г. Физическая химия. Гетерогенные системы. СПб.: «Лань» 2015. 192 с.
11. Dadashev R.Kh., Elimkhanov D.Z., Dzhambulatov R.S., Mezhidov V.K Concentration dependences of the surface tension and density of solutions of acetone–ethanol–water systems at 293 K. Russian Journal of Physical Chemistry A. 2018. Т. 92. № 5. Pp. 1041-1042.

REFERENCES

1. Alchagirov, B.B. Dadashev R.Kh. big drop method for determining the density and surface tension of metals and alloys: textbook - Nalchik: KBGU, 2000. 260 p.
2. Basin A.S., Bachinskiy A.V., Kolotov Y.A., etc. High-Temperature Gamma-Density Meter and Dilatometer // Gamma Method in Metallurgical Experiments. Novosibirsk: ITP. SB AS USSR. 1981. Pp. 11-22.
3. Dadashev, R.Kh. Method of definition of true density of solid phase of disperse system / R.Kh. Dadashev, D.Z. Elimkhanov, R.S. Dzhambulatov, I.V. Muskhanova // Patent. - 2014. - 2572295.
4. Dadashev, R.Kh. Thermodynamics of surface phenomena / R.Kh. Dadashev. М.: Fizmatizdat, 2008. 278 p.
5. Dadashev, R.H., Dzhambulatov R.S., Elimkhanov D.Z., Dadashev I.N. Improved method of measuring density and surface tension of suspensions // 5 International Scientific and Technical Conference "Modern methods and means of research of thermophysical properties of substances". St. Petersburg, 2019. 42 p.
6. Ibragimov Kh.I., Dadashev R.Kh. Combined device for measuring surface tension, electron yield work and density of liquid metals and alloys// To the study of surface phenomena in metallic melts. SOGU, 1989. Pp.68-71.
7. Ibragimov H.I., Pokrovsky N.L., Pugachevich P.P. Vacuum two-capillary pycnometer for measuring density of metallic melts // Journal of Physical Chemistry. 1966. Т.40. № 4. Pp. 957-959.

8. Ibragimov H.I. Device for determination of density of liquid metal solutions / H.I. Ibragimov, V.S. Savvin, R.H. Dadashev // Journal of Physical Chemistry. 1976. Т. 50. №8. Pp. 2158-2159.
9. Kivilis S.S. Density meters. Moscow: Energia, 1980. 278 с.
10. Morachevsky A.G., Firsova E.G. Physical Chemistry. Heterogeneous systems. SPb: Lan' 2015. 192 p.
11. Dadashev R.Kh., Elimkhanov D.Z., Dzhambulatov R.S., Mezhidov V.K. Concentration dependences of the surface tension and density of solutions of acetone-ethanol-water systems at 293 K. Russian Journal of Physical Chemistry A. 2018. Т. 92. № 5. Pp. 1041-1042.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ СПЛАВОВ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ В СИЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

© Умхаева Зарган Сайпудиновна (а), Терешина Ирина Семеновна (б),
Панкратов Николай Юрьевич (с), Алиев Ислам Магомедович (д)

- (а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, г. Грозный; отдел материаловедения, заведующий отделом, доцент, доктор физико-математических наук, zargan.umhaeva@yandex.ru
- (б) Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Российская Федерация, г. Москва; кафедра физики твердого тела, внс, доктор физико-математических наук, irina_tereshina@mail.ru
- (с) Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Российская Федерация, г. Москва; кафедра общей физики и магнитоупорядоченного состояния, доцент, кандидат физико-математических наук, pankratov@phys.msu.ru
- (д) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, г. Грозный; отдел материаловедения, снс, кандидат физико-математических наук, ialiew@mail.ru

Аннотация. В работе приводятся результаты исследования намагниченности сплавов многокомпонентной системы $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$, где параметр замещения принимает значения $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1$, в сильных магнитных полях, стационарных и импульсных.

Известно, что, варьируя концентрацию компонент, температуру и внешние поля, можно успешно влиять на величину обменных взаимодействий, приводящих к тому или иному типу магнитного упорядочения в редкоземельных интерметаллидах. Поэтому, основной целью в данной работе был поиск возможности наблюдения магнитного фазового перехода «ферримагнетизм - ферромагнетизм» в сплавах системы $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ по кривым полевых зависимостей намагниченности в сильных магнитных полях. Исследования проведены в стационарных полях до 14 Тл и в импульсных полях до 60 Тл. Приведенные в работе результаты получены при температуре кипения жидкого гелия. Определены основные магнитные характеристики сплавов данной системы, как намагниченность насыщения σ_s , магнитный момент на формульную единицу μ и магнитный момент на атомах железа μ_{Fe} . Установлены их зависимости от концентрации иттрия. Теоретически вычислены возможные значения магнитного момента на формульную единицу в случае ферромагнитного упорядочения данных сплавов. Сделан вывод о том, что данных полей недостаточно для наблюдения фазового перехода «ферримагнетизм - ферромагнетизм».

Ключевые слова: интерметаллические соединения, фазы Лавеса, импульсные магнитные поля, намагниченность, магнитный момент, температура Кюри.

**FEATURES OF THE BEHAVIOR OF A MULTICOMPONENT SYSTEM
(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe₂ ALLOYS IN STRONG MAGNETIC FIELDS**

© Umkhaeva Zargan Saipudinovna (a), Tereshina Irina Semenovna (b),
Pankratov Nicolay Urievich (c), Aliev Islam Movldievich (d)

(a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; department of materials science, department head, docent, doctor of physical and mathematical sciences, zargan.umhaeva@yandex.ru

(b) Moscow State University by M.V. Lomonosov, Russian Federation, Moscow; department of solid state physics, leading researcher, doctor of physical and mathematical sciences, irina_tereshina@mail.ru

(c) Moscow State University by M.V. Lomonosov, Russian Federation, Moscow; department of physics of magnetic phenomena, docent, candidate of physical and mathematical sciences, pankratov@phys.msu.ru

(d) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; laboratory of metals, alloys and composite materials, leading researcher, candidate of physical and mathematical sciences, ialiew@mail.ru

Abstract. The paper presents the results of a study of the magnetization of alloys of a multicomponent system (Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe₂, where the substitution parameter takes the values $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1$, in strong magnetic fields, stationary and pulsed.

It is known that by varying the concentration of components, temperature and external fields, it is possible to successfully influence the magnitude of exchange interactions leading to one or another type of magnetic ordering in rare-earth intermetallics. Therefore, the main goal in this work was to search for the possibility of observing the magnetic phase transition "ferrimagnetism - ferromagnetism" in alloys of the (Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe₂ system by the curves of the field dependences of magnetization in strong magnetic fields. The studies were carried out in stationary fields up to 14 Тл and in pulsed fields up to 60 Тл. The results presented in this paper were obtained at the boiling point of liquid helium. The main magnetic characteristics of the alloys of this system are determined, such as saturation magnetization σ_s , magnetic moment per formula unit μ and magnetic moment on iron atoms μ_{Fe} . magnetic characteristics of alloys of this system, such as saturation magnetization σ_s , magnetic moment per formula unit μ and magnetic moment on iron atoms μ_{Fe} . Their dependences on the concentration of yttrium have been established. The possible values of the magnetic moment per formula unit in the case of ferromagnetic ordering of these alloys are theoretically calculated. It is concluded that these fields are not sufficient to observe the "ferrimagnetism - ferromagnetism" phase transition.

Key words: intermetallic compounds, Laves phases, pulsed magnetic fields, magnetization, magnetic moment, Cure temperature.

1. Введение

Интерметаллические соединения на основе редкоземельных металлов широко известны в науке и технике благодаря своим уникальным магнитным свойствам. Среди многочисленных редкоземельных интерметаллидов, особое место занимают соединения RFe_2 , где R – редкоземельный элемент. Соединения данной стехиометрии относятся к фазам Лавеса и представлены в двух структурных типах: кубическая структура $MgCu_2$ (структурный тип C15) и гексагональная структура типа $MgZn_2$ (структурный тип C14) [4]. Они сочетают в себе относительно простую кристаллическую структуру и важные магнитные свойства, такие как высокие температуры Кюри, гигантская магнитострикция и большой магнитокалорический эффект [6,7].

Большинство редкоземельных интерметаллических соединений находятся в магнитоупорядоченном состоянии в определенной температурной области [3]. Одной из основных причин возникновения магнитного упорядочения в РЗМ интерметаллидах являются обменные взаимодействия. Обменные взаимодействия, как известно, могут иметь разные знаки, они могут быть как положительными, так и отрицательными. В зависимости от знака интеграла обменного взаимодействия в магнетиках реализуется ферро- или ферримагнитный порядок расположения магнитных моментов атомов, из которых состоит тот или иной магнетик. Чаще всего, их представляют в виде двухподрешеточных магнетиков, у которых одна подрешетка состоит из редкоземельных R -ионов, а другая – из $3d$ -переходных ионов. Большинство соединений RFe_2 обладают коллинеарными магнитными структурами, у которых магнитные моменты R и $3d$ - подрешеток параллельны друг к другу, причем для легких редкоземельных элементов суммарные магнитные моменты M_R и M_{3d} редкоземельной и $3d$ -переходной подрешеток направлены в одну и ту же сторону, поэтому полный магнитный момент равен $M_{RFe_2} = M_R + 2M_{3d}$ и мы имеем дело с ферромагнетизмом.

Для тяжелых редкоземельных элементов суммарные магнитные моменты редкоземельной и $3d$ -подрешеток M_R и M_{3d} антипараллельны, поэтому полный магнитный момент равен соотношению $M_{RFe_2} = M_R - 2M_{3d}$ и, следовательно, это ферримагнетики. Для некоторых соединений возможно наблюдение магнитного фазового перехода из ферримагнитного состояния в ферромагнитное в соответствующих полях. Этот эффект создается приложением сильного магнитного поля, когда все магнитные моменты стремятся выстроиться параллельно приложенному полю, как это показано на рис. 1.

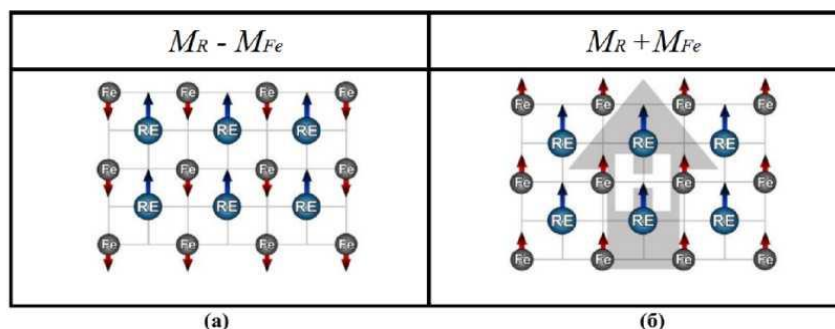


Рис. 1. Магнитная структура ферримагнетика без приложения внешнего поля (а) и в сильном магнитном поле, индуцирующем ферромагнитное состояние (б).

Изучение природы магнетизма, механизмов намагничивания и определение основных магнитных характеристик является достаточно актуальной задачей физики магнитных

явлений.

Поэтому, целью данной работы являлось, использование сильных магнитных полей, статистических и импульсных, для наблюдения процессов вращения магнитных моментов отдельных подрешеток, а также наблюдение явления, индуцированного внешним магнитным полем ферромагнитного состояния.

В настоящий момент, максимальное значение напряженности магнитного поля, доступного ученым для проведения исследований, составляет около 100-120 Т [9]. Такие эксперименты являются разовыми и дорогостоящими ввиду их технической сложности. Относительно доступными являются эксперименты в полях до 60 Т, которые реализуются в нескольких лабораториях мира [11]. Однако работы, описывающие такие эксперименты, не часто встречаются в литературе. Важность исследований такого рода вытекает из того, что РЗМ интерметаллиды находят достаточно широкое применение в различных отраслях электротехники, оптоэлектроники, вычислительной техники, микро - и наноэлектроники, а также в качестве датчиков малых перемещений. Самое главное - остро стоит проблема получения магнитных материалов нового типа с управляемым комплексом физико-химических параметров.

2. Материалы и методы

Объектами исследования в данной работе являются интерметаллические сплавы редкоземельных металлов с железом типа $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$, синтезированных на основе $TbFe_2$. Исследованная нами система является многокомпонентной. В ней, как сказано выше, происходит замещение магнитоактивных атомов тербия атомами немагнитного самария в стационарной концентрации 20 % и затем замещение атомов тербия в редкоземельной подрешетке атомами немагнитного иттрия. Параметр замещения в данной системе $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$.

Синтез сплавов был произведен на основе высокочистых редкоземельных металлов и железа (99,95%) в дуговой печи с нерасходуемым вольфрамовым электродом на медном водоохлаждаемом поду специальной конструкции в атмосфере очищенного инертного газа (аргона) при нормальном давлении. Затем образцы подвергались гомогенизирующему отжигу в течении двух недель.

Рентгеновские спектры снимались при комнатной температуре на дифрактометре Panalytical Emgugen с использованием медного анода (рабочие режимы $I = 40$ мА, $U = 40$ кВ), в геометрии Брегга-Брентано с шагом 0.026° , в диапазоне углов от 5° до 140° , с использованием двухкоординатного детектора Pixel3D, системы варьируемых щелей, никелевого фильтра на дифрагированном пучке. Дифрактограммы содержат Си- Ka1 и Cu—Ka2 линии излучения. Параметры элементарной ячейки определялись по отражениям в области углов $2\theta = 15 - 105^\circ$. Согласно нашим данным, с ростом концентрации иттрия в соединениях $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$, параметр кубической решетки незначительно линейно возрастает.

Фазовый состав образцов исследовался с помощью Ритвельд-анализа в программе Powred Cell 2.4. Проведенный нами анализ показал, что только крайние в данной системе сплавы $Tb_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$, $Y_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$, для которых параметр замещения $x = 0$ и 1.0 , соответственно, являются однофазными и обладают кубической структурой фазы Лавеса C15. Эта структура относится к пространственной группе $Fd3m-O_h7$.

В более сложных составах $(\text{Tb}_{0.8}\text{Y}_{0.2})_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$, $(\text{Tb}_{0.6}\text{Y}_{0.4})_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$, $(\text{Tb}_{0.4}\text{Y}_{0.6})_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$, $(\text{Tb}_{0.2}\text{Y}_{0.8})_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ (значение параметра замещения для которых $x = 0.2, 0.4, 0.6$ и 0.8 , соответственно) наблюдалось небольшое содержание второй фазы с кристаллической структурой типа PuNi_3 , принадлежащая пространственной группе $R-3m$, содержание которой варьировалось от 8 до 10%.

Исследования намагниченности соединений проводились с помощью двух методик. В первом методе измерения намагниченности соединений проводились в статических магнитных полях на стандартном магнетометре PPMS-14 (Quantum Design, США) в полях до 14 Тл. Во втором методе измерения намагниченности проводились в высоких импульсных полях до 60 Тл с использованием специального оборудования в лаборатории высоких магнитных полей (EMFL, Дрезден, Германия). Импульс магнитного поля генерировался в соленоиде разрядом электричества, накопленного в банке конденсаторов, общей емкостью 1,44 МДж. Время нарастания магнитного поля в зоне образца составляет 7 мс, общее время импульса – около 25 мс. Намагниченность измерялась путем интегрирования напряжения, создаваемого в точно скомпенсированной системе катушек, окружающей образец.

Все измерения намагниченности в данной работе проведены при температуре кипения жидкого гелия $T = 4, 2 \text{ К}$.

3. Экспериментальные результаты

В основе сплавов данной системы лежит соединение TbFe_2 . Оно интересно тем, что обладает кубической кристаллической структурой с ромбоэдрическими искажениями. Оно также обладает наибольшей температурой Кюри среди известных редкоземельных интерметаллидов стехиометрии RFe_2 . Температуры Кюри – это температура магнитного фазового перехода из упорядоченного ферромагнитного состояния в неупорядоченное, парамагнитное. Как следует из работы [3], температура Кюри соединения TbFe_2 $T_c = 711 \text{ К}$, а магнитный момент на формульную единицу $\mu = 1.74 \mu_B$.

В системе $(\text{Tb}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ в редкоземельную подрешетку тербия вводятся элементы иттрий и самарий, которые влияют на свойства и основные магнитные характеристики соединения TbFe_2 в зависимости от параметра замещения x . Ранее в стационарных магнитных полях до 14 кЭ нами обнаружен целый ряд явлений, как явление спиновой переориентации, явление магнитной компенсации и инверсия знака констант магнитострикции [1,8,10] в зависимости от параметра x . Основные магнитные характеристики сплавов в указанных полях приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные магнитные характеристики сплавов $(\text{Tb}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$

x	Сплавы/Свойства	$B_s, \text{emu/q}$	M, μ_B	$T_c, \text{ К}$
0	$\text{Tb}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$	74	3.56	672
0.2	$\text{Tb}_{0.64}\text{Y}_{0.16}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$	48	2.20	613
0.4	$\text{Tb}_{0.48}\text{Y}_{0.32}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$	33	1.47	601
0.6	$\text{Tb}_{0.32}\text{Y}_{0.48}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$	11	0.47	576
0.8	$\text{Tb}_{0.16}\text{Y}_{0.64}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$	50	2.02	568
1	$\text{Y}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$	64	2.45	539

Исследование намагниченности сплавов $(\text{Tb}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ в статических полях до 14 Тл нами также произведено при температуре 4.2 К. На рис. 2 представлены полевые зависимости намагниченности $M(H)$. Данные зависимости для всех сплавов системы показывают, что кривые $M(H)$ достаточно быстро выходят на насыщение. Значения намагниченности насыщения были вычислены для этих составов, с помощью экстраполяции зависимости $M(1/H)$ в область высоких полей [2].

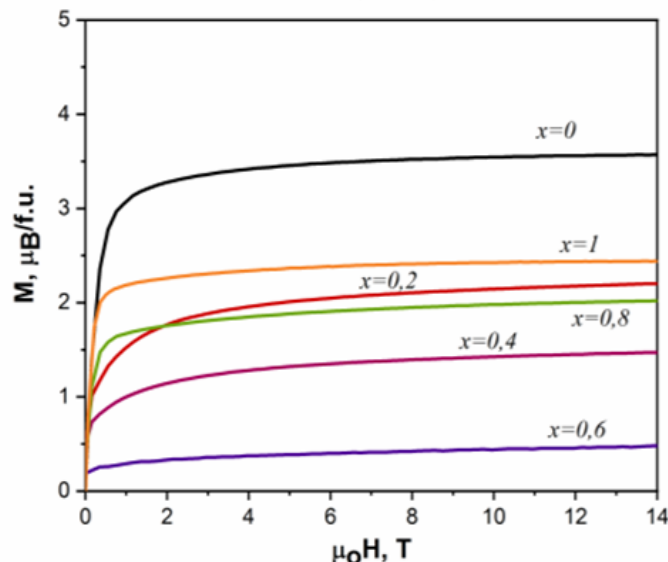


Рис. 2. Полевые зависимости намагниченности соединений $(\text{Tb}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ температуры $T = 4,2$ К в стационарных полях до 14 Тл.

Магнитная структура соединений $(\text{Tb}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ может быть рассмотрена в модели трех подрешеток тербия, самария и железа, магнитные моменты которых ориентированы коллинеарно. Магнитный момент на атомах тяжелого редкоземельного металла Tb составляет $9\mu_B$ и упорядочивается антипараллельно магнитному моменту железа, в то время как магнитный момент на атомах легкого РЗМ самария составляет $0,7\mu_B$ [2] и упорядочивается сонаправленно магнитному моменту железа. Разбавляя редкоземельную подрешетку немагнитным РЗМ иттрием можно наблюдать явление магнитной компенсации и найти компенсационный состав.

Для определения величины концентрации иттрия в компенсационном составе были проведены теоретические расчеты. Так как магнитные моменты подрешеток (Tb, Sm, Fe) можно считать коллинеарными, то величина полного магнитного момента определяется по формуле:

$$\mu_{(\text{calc})} = 2\mu_{\text{Fe}} + \mu_{\text{Sm}} - \mu_{\text{Tb}} \quad (1)$$

где $\mu_{\text{Sm}} = 0.2 \cdot 0.7\mu_B = 0,14\mu_B$ – магнитный момент подрешетки Sm;

$\mu_{\text{Tb}} = 0.8 \cdot (1-x) \cdot 9\mu_B$ – магнитный момент подрешетки Tb, зависящий от параметра замещения x ;

$\mu_{\text{Fe}} = 1.45\mu_B$ – магнитный момент подрешетки Fe, определенный из намагниченности соединения YFe_2 [5].

Подставив в формулу (1) значения магнитных моментов подрешеток, получим линейную зависимость полного магнитного момента от концентрации иттрия:

$$\mu_{(\text{calc})} = |7.2x - 4.16|. \quad (2)$$

На рис. 3 представлена концентрационные зависимости экспериментальных значений намагниченности насыщения для составов с $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ и 1 и зависимость полного магнитного момента, рассчитанного по формуле (2). Из выражения (2) было получено теоретическое значение концентрации иттрия в компенсационном составе $x_{\text{comp}} \approx 0,58$ при $\mu_{(\text{calc})} = 0$.

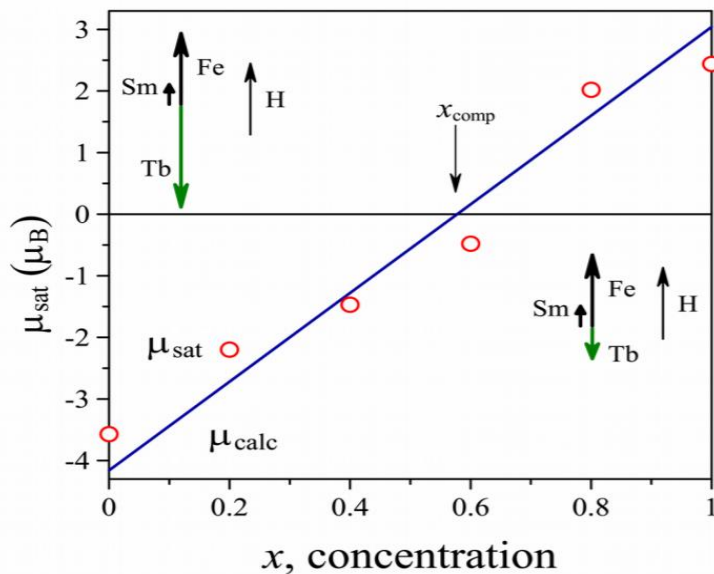


Рис. 3. Расчетная зависимость полного магнитного момента (сплошная синяя линия) от концентрации иттрия x и экспериментальные значения намагниченности насыщения (красные точки) при температуре 4.2 К для соединений $(\text{Tb}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$.

В области $x < x_{\text{comp}}$ вклад в общую намагниченность от подрешетки тербия доминирует, а в области $x > x_{\text{comp}}$ основной вклад в намагниченность происходит от подрешетки железа (и в меньшей степени от подрешетки самария). Поэтому концентрационная зависимость показывает минимум при $x = x_{\text{comp}}$. Из рис. 3 видно, что экспериментальные значения намагниченности насыщения хорошо согласуются с теоретическими расчетами. Так же из данного рисунка видно, что наиболее близким к компенсационному составу, является состав с концентрацией иттрия $x = 0.6$. Аналогичный результат был нами обнаружен ранее экспериментально в стационарных полях 2 кЭ в области температур от 90 до 300 К (рис. 4) [8].

Дальнейшие исследования намагниченности сплавов системы $(\text{Tb}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ проведено нами в импульсных магнитных полях до 60 Тл. На рис. 5 представлены полевые зависимости намагниченности системы $(\text{Tb}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ при температуре 4,2 К.

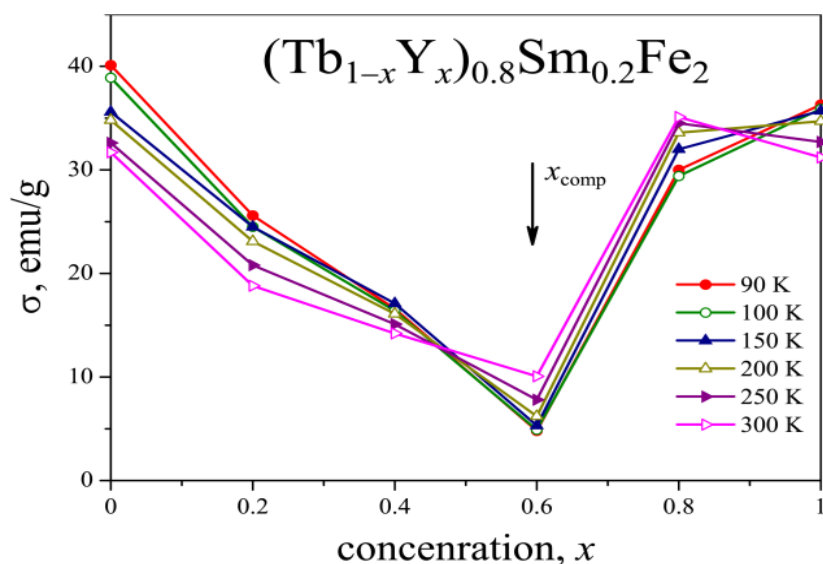


Рис. 4. Зависимость намагниченности сплавов $(\text{Tb}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ от параметра замещения x в температурном интервале от 90 до 300 К в поле 2 кЭ.

Видно, что кривые намагниченности, так же как в статических полях, быстро выходят на насыщение. Наблюдается небольшой рост намагниченности для соединений с параметром замещения $x = 0.4$ и $x = 0.6$. Это составы вблизи компенсационного состава $x = 0.58$.

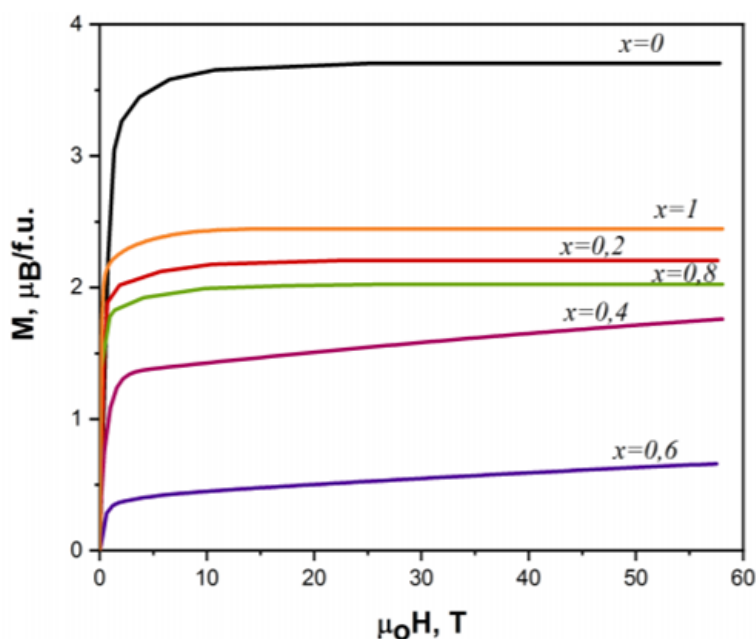


Рис. 5. Полевые зависимости намагниченности $(\text{Tb}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ при температуре $T = 4.2$ К в импульсных полях до 60 Тл.

Как было упомянуто ранее, соединения типа RFe_2 с тяжелыми редкоземельными металлами имеют ферримагнитное упорядочение. При наложении сильного магнитного поля,

предположительно можно достичь ферромагнитного состояния, так как магнитные моменты каждой подрешетки будут стремиться выстроиться параллельно приложенному полю. Предполагая, что коллинерная структура магнитных моментов подрешеток сохраняется, можно рассчитать величину магнитного момента соединений системы $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ для ферри- и ферромагнитного состояний. Только для ферромагнитного состояния знак магнитного момента тербия μ_{Tb} в соотношении (1) будет положительным.

В таблице 2 представлены результаты вычисления полных магнитных моментов для ферри- и ферромагнитного состояний соединений $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$.

Таблица 2

Расчетные значения магнитных моментов $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$

x	μ_{Sm} (μ_B)	μ_{Fe} (μ_B)	μ_{Tb} (μ_B)	μ_{ferri}^{calc} (μ_B)	μ_{ferro}^{calc} (μ_B)
0			7.20	4.16	10.24
0.2			5.76	2.72	8.80
0.4	0.14	1.45	4.32	1.28	7.36
0.6			2.88	0.16	5.92
0.8			1.44	1.60	4.48
1			0	3.04	3.04

Выше мы показали, что наименьшая спонтанная намагниченность наблюдается при $x_{comp} = 0.6$ (рис. 4). В больших полях до 60 Тл намагниченность при этой же концентрации также демонстрирует минимальное значение (рис. 5). Необходимо отметить для крайних концентраций величина намагниченности в интервале от 16 до 60 Тл практически не меняется, что говорит о высокой величине обменного поля в составах $Tb_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ и $Y_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$. Вблизи компенсационного состава величина намагниченности даже в высоких импульсных полях до 60 Тл остается достаточно малой и составляет $0.7 \mu_B/f.u.$ в поле 60 Тл в составе с $x = 0.6$. Тем не менее это значение намагниченности превышает в 4 раза рассчитанный нами магнитный момент для ферримагнитного состояния (см. таблицу 2). Похожее поведение наблюдается для состава с $x = 0.4$. Этот факт свидетельствует о том, что в этих двух составах (вблизи компенсационного) магнитное поле величиной 60 Тл позволяет разрушить коллинеарную магнитную структуру.

Сравнение теоретических расчетов полных магнитных моментов соединений и соответствующих кривых намагниченности, полученных из эксперимента показало, что ферромагнитное состояние в полях до 60 Тл в соединениях $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ не реализуется (см. рис. 5). Значения полных магнитных моментов для ферромагнитного состояния (см. таблицу 2) значительно больше величины намагниченности насыщения, полученной из эксперимента. Таким образом, в составах с $x = 0, 0.2$ и 0.8 в воздействие внешнего магнитного поля в 60 Тл меньше, чем обменное поле, необходимое для разрушения антиколлинеарной ферримагнитной структуры. В составах с $x = 0.4$ и 0.6 в интервале поле от 10 до 60 Тл наблюдается линейный рост намагниченности (рис. 5), который можно объяснить образованием неколлинеарной магнитной структуры в сильном магнитном поле.

4. Заключение

Исследованные нами сплавы могут быть представлены в модели трех магнитных подрешеток – тербия, самария и железа. Магнитный момент на атомах тяжелого редкоземельного металла Tb упорядочивается антипараллельно магнитному моменту железа, а магнитный момент на атомах легкого редкоземельного металла Sm упорядочивается сонаправленно магнитному моменту железа. Следовательно, обменное взаимодействие между Fe- и Sm- подрешетками имеет положительный знак, в то время как обменное взаимодействие между Fe- и Tb- подрешетками имеет отрицательный знак. Таким образом, в данных сплавах обменные взаимодействия Tb-Fe и Sm-Fe являются конкурирующими.

При разбавлении редкоземельной подрешетки тербия немагнитным элементом иттрием в системе $(Tb_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ наблюдаются только эффекты разбавления магнитной редкоземельной подрешетки и увеличения расстояния между ионами тербия и самария. Это приводит к изменению по величине конкурирующих друг с другом обменных взаимодействий Tb-Fe и Sm-Fe. Следовательно, можно было бы предположить, что таким образом можно получить состояние, при котором энергии магнитного поля в 60 Тл будет достаточной, чтобы преодолеть величину отрицательного обменного взаимодействия Tb-Fe и осуществить магнитный фазовый переход из ферримагнитного состояния в ферромагнитное. Однако, во всех соединениях, за исключением крайнего сплава $Y_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$, который изначально был ферромагнетиком, сохраняется ферримагнитное состояние в сильных магнитных полях вплоть до 60 Тл.

5. Благодарности

Данная экспериментальная работа выполнена в рамках Договора о научно-техническом сотрудничестве между лабораторией металлов, сплавов и композиционных материалов КНИИ РАН и кафедрой физики твердого тела МГУ им. М.В. Ломоносова. Авторы выражают глубокую благодарность Д.И. Горбунову, Е.А. Терешиной-Хитровой и Алероевой Т.А. за помощь в получении экспериментальных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алероева Т А, Терешина И С, Умхаева З С, Каминская Т П, Филимонов А В, Илюшин А С. Структурные, магнитные и тепловые свойства соединения $Tb_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ со структурой фаз Лавеса // ФТТ, 2019. Т.61. Вып. 12. С. 2471-2476.
2. Алероева Т. А., Илюшин А.С., Умхаева З.С., Панкратов Н.Ю., Терёшина И.С. Особенности полевых и температурных зависимостей магнитострикции многокомпонентных сплавов $Sm_{0.2}(Y, Tb)_{0.8}Fe_2$ // Вестник Московского Университета, 2020. Т.3. С. 59-67.
3. Илюшин А.С. Введение в структурную физику интерметаллических соединений. М.: МГУ, 1984. 99 с.
4. Тейлор К. Интерметаллические соединения редкоземельных металлов. М.: Мир, 1974. 221 с.
5. Armitage J.G.M., Dumelow T., Mitchell R. H., Riedi P.C., Abell J.S., Mohn P., Schwarz K. Pressure dependence of the magnetisation of YFe_2 and $ZrFe_2$: computation and experiment // Journal of Physics F: Metal Physics, 1986. V. 16(7). L141-L144. doi: 10.1088/0305-4608/16/7/005.

6. Engdahl G. Handbook of giant magnetostrictive materials. London: Academic Press, 2000. 386 p.
7. Gschneidner Jr.K.A. Recent Developments in Magnetocaloric Materials // Rep. Progr. Phys, 2005. V. 68. Pp. 1479-1539.
8. Ilyushin A. S., Tereshina I. S., Pankratov N. Yu., Aleroeva T. A., Umkhaeva Z. S., Karpenkov A.Yu., Kiseleva T.Yu., Granovsky S. A., Doerr M., Drulis H., Tereshina-Chitrova E.A. The phenomenon of magnetic compensation in the multi-component compounds (Tb,Y,Sm)Fe₂ and their hydrides // Journal of Alloys and Compounds, 2020. V. 847. 155976 p.
9. Kato H., Lim D. W., Yamada M., Nakagawa Y., Aruga Katori H., Goto T Field-induced phase transitions in ferrimagnetic R₂Fe₁₄B in ultra-high magnetic fields // Physica, 1995. B 211. Pp. 105-107.
10. Umkhaeva Z. S., Ilyushin A. S., Aleroeva T. A., Tereshina I. S., Pankratov N.U. Yttrium influence on exchange interactions in Laves phases (Tb_{1-x}Y_x)_{0,8}Sm_{0,2}Fe₂ // Advances in Engineering Research, 2018. 177. Pp. 198-202.
11. Zherlitsyn S., Wustmann B., Herrmannsdorfer T. and Wosnitza J. Status of the pulsed-magnet-development program at the Dresden high magnetic field laboratory *IEEE* //Trans. Appl. Supercond, 2012. V.22. 4300603 p.

REFERENCES

1. Aleroeva T. A., Tereshina I.S., Umkhaeva Z. S., Kaminskaya T. P., V. A. Filimonov, Ilyushin A. S. Structural, magnetic and thermal properties of the compound Tb_{0,8}Sm_{0,2}Fe₂ with the structure of the Laves phases // FTT, 2019. Vol.61. Issue. 12. Pp. 2471-2476.
2. Aleroeva T. A., Ilyushin.S., Umkhaeva Z.S., Pankratov N.Yu., Tereshina I.S. Features of field and temperature dependences of magnetostriction of multicomponent alloys Sm_{0.2}(G, Tb)_{0.8}Fe₂ // Bulletin of the Moscow University, 2020. Vol.3. Pp. 59-67.
3. Ilyushin A.S. Introduction to the structural physics of intermetallic compounds. Moscow: MSU, 1984. 99 p.
4. Taylor K. Intermetallic compounds of rare earth metals. Moscow: Mir, 1974. 221 p.
5. Armitage J. G.M., Dumelow T., Mitchell R. H., Ready P.S., Abell J.S., Mon P., Schwartz K. Dependence of magnetization of YFe₂ and ZrFe₂ on pressure: calculations and experiment // Journal of Physics F: Physics of Metals, 1986. V. 16(7). L141-L144. doi: 10.1088/0305-4608/16/7/005.
6. Engdahl G. Handbook of Giant magnetostrictive materials. London: Academic Press, 2000. 386 p.
7. Gschneidner Jr. K.A. Recent developments in the field of magnetocaloric materials // Rep. Progr. Physics, 2005. Vol. 68. Pp. 1479-1539.
8. Ilyushin A. S., Tereshina I. S., Pankratov N.Yu., Aleroeva T. A., Umkhaeva Z. S., Karpenkov A.Yu., Kiseleva T.Yu., Granovsky S. A., Doerr M., Drulis H., Tereshina-Chitrova E.A. The phenomenon of magnetic compensation in multicomponent compounds (Tb,Y,Sm)Fe₂ and their hydrides // Journal of Alloys and Compounds, 2020. Vol. 847. 155976 p.

9. Kato O., Lim D. U., Yamada O., Nakagawa Yu., Aruga Katori H., Goto T. Phase transitions induced by a field in ferrimagnetic R₂Fe₁₄B in ultrahigh magnetic fields // *Physics*, 1995. № 211. Pp. 105-107.
10. Umkhaeva Z. S., Plyushin A. S., Aleroeva T. A., Tereshina I. S., Pankratov N.U. The influence of yttrium on exchange interactions in the phases of Laves (Tb_{1-x}Y_x)_{0,8}Sm_{0,2}Fe₂ // *Successes of engineering research*, 2018. 177. Pp. 198-202.
11. Zherlitsyn S., Wustmann B., Herrmansdorfer T. and Charioteer J. Status of the program for the development of pulsed magnets at the IEEE Dresden Laboratory of High Magnetic Fields // *Trans. from English. Application. Supercond*, 2012. Vol.22. 4300603 p.

УДК 548.736.6.

DOI: 10.34824/VKNIIRAN.2022.9.1.003

**ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНОВ И РАСТВОРОВ: НОМЕНКЛАТУРА,
КЛАССИФИКАЦИЯ, ОСНОВНОЙ ЭФФЕКТ ДЕЙСТВИЯ**

© Аларханова Зура Зилаудиновна

Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория высокомолекулярных соединений, доцент., к.х.н.,
alarh2000@mail.ru

Аннотация. В данной работе проведен теоретический анализ исследуемой темы. Представлена современная классификация химических добавок для бетонов и растворов, как по основному эффекту действия, так и по химическому составу. Изучен механизм действия пластифицирующих химических добавок, которые являются основой, почти всех, комплексных химических добавок.

Ключевые слова: химические добавки, пластификаторы, поризующие и биоцидные добавки, комплексные химические добавки.

**CHEMICAL ADDITIVES FOR CONCRETE AND MORTAR: NOMENCLATURE,
CLASSIFICATION, MAIN EFFECT OF ACTION**

© Alarkhanova Zura Zilaudinovna

Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; laboratory of macromolecular compounds, associate professor, Ph.D.
alarh2000@mail.ru

Abstract. In this paper, a theoretical analysis of the topic under study is carried out. A modern classification of chemical additives for concretes and mortars is presented, both in terms of the main effect of action and in terms of chemical composition. The mechanism of action of plasticizing chemical additives, which are the basis of almost all complex chemical additives, has been studied.

Key words: chemical additives, plasticizers, porous and biocidal additives, complex chemical additives.

Основным направлением развития производства строительных материалов является повышение качества бетонов, растворов и получение высококачественного композиционного материала. Такая задача успешно решается, используя в технологии их производства

химические добавки, которые позволяют не только повысить качество, но и уменьшить уровень затрат. Химические добавки, используемые для бетонов и растворов, должны соответствовать требованиям ГОСТ 24211–2008 [4], стандартам и техническим условиям, по которым они выпускаются. Действие химических добавок на качество бетонов и растворов связано с их физико-химическим воздействием на цемент и процессы его гидратации.

В России доля бетона с содержанием химических добавок составляет порядка 80%. Модификация бетонов каждому производителю позволяет добиться нужных ему свойств, дает возможность вести строительные работы круглый год, получая высококачественные бетоны [1-3,9].

Химические добавки – это вещества неорганического и органического происхождения, которые насчитывают более 500 наименований. Такое многообразие добавок обусловлено вариативностью их основного эффекта действия, который связан с химсоставом добавок и дисперсностью цемента. Подбирая добавки необходимо учитывать количество основных минералов в цементе и продукты их гидратации, которые влияют на свойства бетона и раствора [4,11].

Как мы видим, выбор добавок учитывая все их особенности и желаемый эффект действия, требует ... Химические добавки для бетонов и растворов, по основному эффекту действия, делятся на четыре группы: *регулирующие свойства готовых бетонов и растворов; изменяющие свойства; придающие специальные свойства и комплексные химические добавки* [9].

1. Добавки, регулирующие свойства готовых бетонов и растворов (табл. 1).

Согласно современной классификации, первая группа химических добавок, которая регулирует свойства бетонов и растворов, в свою очередь, состоит из четырех подгрупп: пластификаторы, стабилизаторы, водоудерживающие и поризующие. Далее в таблице они представлены более подробно, с указанием основного эффекта действия и конкретных примеров. Из химических добавок к бетонам, более востребованы пластифицирующие добавки, как наиболее эффективные, доступные, недорогие и т.д., соответственно, эту подгруппу рассмотрим подробнее.

Пластификаторы. Основной эффект действия пластификаторов в том, что они увеличивают подвижность, защищают бетон от расслаивания, экономят цемент и отсутствует побочный отрицательный эффект. По основному эффекту действия различают четыре группы пластификаторов: гиперпластификатор – ГП, суперпластификатор – СП, пластификатор – П, слабый пластификатор – Пс. Гиперпластифицирующие добавки способствуют понижению объема воды на 20%, не снижая прочность бетона, когда СП не превышают 10%, следовательно, можно уменьшить долю цемента, не расстраивая водоцементное отношение. Качество бетона находится в прямой зависимости от В/Ц отношения. Но, чтобы бетон был текучим и можно было распределить или заполнить литьевую форму без пустот нужны пластифицирующие добавки, они являются самым востребованным видом химических добавок [7,12].

По химическому составу пластификаторы представляют собой поверхностно-активные вещества (ПАВ), и по основному эффекту действия они делятся на:

- Гидрофилизующие – предотвращающие слипание частиц цемента между собой, что замедляет коагуляцию новообразований и требуемый эффект по удобоукладываемости можно получить при меньшем объеме воды затворения;

- Гидрофобизирующие – повышающие нераслаиваемость растворной или бетонной смеси;
- Воздухововлекающие – повышающие пластичность и удобоукладываемость смеси, вовлекая дополнительное количество воздуха. Механизм действия воздухововлекающих добавок в том, что они, образуя в материале пустоты, оставляют место для расширения воды, которая при замораживании расширяясь образует трещины в бетоне, т.е. повышают морозостойкость.

По химическому составу пластификаторы также делятся на три группы [9]:

- На основе поликарбоксилатов – обеспечивают длительное сохранение подвижности бетонной смеси (модификатор С-3), а «Оделик – К» ускоряет схватывание бетона;
- На основе технических лигносульфонатов – добавки увеличивают не только время сохранения пластичности растворов, но и повышают его стойкость к воздействию низких температур.
- На основе синтетических компонентов – кремнийорганических соединений, полимеров и силиконов, которые в основном, обеспечивают высокую прочность бетона в течение двух недель.

Таблица 1

Добавки, регулирующие свойства готовых бетонов и растворов

<i>Виды добавок</i>	<i>Основной эффект действия добавок на Б* и Р*</i>	<i>Наименование основных химических добавок для бетонных и растворных смесей</i>
1. Пластифицирующе-водоредуцирующие	Увеличение подвижности Б	1. Суперпластификаторы С-3, МФАС-100П, С-4, СТАНЕМЕНТ; 2. Модифицированные лигносульфонаты ЛСТМ-2, МТС; 3. ВРП-1, ЛСТ, УПБ, С-1, ПДК Пластификатор адипиновый; 4. НЧК, КНЧК, ПДК. ПФЛХ и др.
2. Стабилизирующие	Снижение растворо- и водоотделения	Загустители для бетона Starvis VP 1-895 II F (основа-поликарбоксилат), Mecellose FMC 60150 (Samsung Fine Chemicals) - эфир целлюлозы.
3. Регулирующие сохраняемость подвижности Б	Увеличение или снижение времени сохраняемости подвижности Б	NaCl, KCl, K ₂ CO ₃ , NaNO ₃ , Ca(NO ₃) ₂ , Ca(NO ₂) ₂ , NH ₄ Cl, ХН, СН, алюминат натрия, Лигнопан Б-2, EKOSAL L, BETODUR NA-и др. ЛСТ, НТФ, ФЭС, RETARDAL ТКР
4. Поризующие: а) воздухововлекающие, б) газо- и пенообразующие в) пенообразующие	Обеспечение увеличения объема воздуха (газа) в Б и Р-х смесях	а) СНВ, КТП, ОТП, СДО, ОП, ЩСПК, ЩСПКм, НЧК, КЧНР, ГКЖ-10, ГКЖ-11, ПФЛХ, ПМЩ, ЛХД, сульфатнол, б) Полигидросилоксаны типа ГФ 136-41, пудра алюминиевая ПАК или ПАП-1; в) Сульфонал, Неозол, Неопор, ПО-1, ПО-6, ПБ-2000 и др.

Б*- бетон, Р* - раствор

2. Добавки, изменяющие свойства бетонов и растворов (табл. 2).

2.1. Добавки-замедлители схватывания и твердения.

Критерием, по которому добавки могут быть отнесены к ускорителям или замедлителям твердения бетона является повышение или понижение прочности, если повышение прочности составляет более 20% - ускорители и наоборот [6,10].

2.2. Добавки, повышающие плотность бетона, его водонепроницаемость и морозостойкость - вещества, понижающие содержание воды и воздуха в бетоне;

2.3. Добавки, повышающие морозостойкость – вещества, увеличивающие стойкость бетона к температурным перепадам.

2.4. Добавки, повышающие защитные свойства (коррозионную стойкость).

Далее, в таблице представлены добавки этой группы более детально: с указанием основного эффекта действия конкретных примеров и их наименование.

Таблица 2

Добавки, изменяющие свойства бетонов и растворов

Виды добавок	Основной эффект действия добавок на Б и Р	Наименование основных химических добавок для Б и Р
1. Ускорители и замедлители твердения	Увеличение прочности не более чем на 5% Снижение прочности не более чем на 5%	1. Na_2SO_4 , $NaNO_3$, $Ca(NO_3)_2$, $NaNO_2 \cdot NaNO_3 \cdot Na_2SO_4$, $Ca(NO_2)_2 \cdot Ca(NO_3)_2 \cdot CaSO_4$, Лигнопан Б-2, Кнут, УТБ Бетадур, EKOSAL и др. 2. Лигносульфонаты (ЛСТ), нитролтриметиленфосфоновая кислота, кормовая сахарная патока, глюконат натрия, RETARDAL ТКР, ВС RETARDER, ВС LANOSAN 70 H120...
2.Повышающие прочность	Увеличение прочности в	ПОЭ, МЦ, ГП, ассоциативные загустители для бетона типа Starvis VP 1-895 II F (основа-поликарбоксилат), Mecellose FMC 60150 (Samsung Fine Chemicals)- низко вязкий эфир целлюлозы.
3. Повышающие морозостойкость	Повышение стойкости в услов. замораживания и оттаивания	NaCl, KCl, K_2CO_3 , $NaNO_3$, $Ca(NO_3)_2$, $Ca(NO_2)_2$, ННХК, ХН, СН, алюминат натрия, Лигнопан Б-2, EKOSAL L, BETODUR NA-и др. ЛСТ, НТФ, RETARDAL ТКР
4.Повышающие коррозионную стойкость:	Повышение стойкости в услов. сульфат коррозии	$Na(K)NO_3$, $Na_2(K)Cr_2O_7$, $Na_2(K)B_4O_7$, $Ca(NO_3)_2$, $Ca(NO_2)_2$, катапин

3. Добавки, придающие бетонам и растворам специальные свойства (табл. 3).

3.1. Противоморозные добавки - уменьшают температуру замерзания воды и бетон твердеет при минусовой температуре. Противоморозные добавки можно разбить на три группы:

- противоморозные пластификаторы (комплексные);
- сульфаты (экзотермическая реакция);
- антифризы

При растворении противоморозной добавки (ХК, НК, ННК, ННХК, ЗН, СН) в воде образуются сольваты, более прочные соединения, что приводит к понижению температуры воды.

3.2. *Гидрофилизующие добавки* – вещества, предотвращающие слипание частиц цемента между собой, что замедляет коагуляцию новообразований;

3.3. *Гидрофобизующие добавки* – вещества, усиливающие гидрофобные свойства;

3.4. *Биоцидные добавки* – химические вещества, подавляющие развитие биоорганизмов в растворах и бетонах от: бактерий – бактерицидные, грибов – фунгицидные и альгицидные - водорослей.

Для защиты жилых и общественных зданий от развития микроорганизмов необходимо им придать биоцидные свойства. Бактерии повышают карбонизацию бетона, приводящей к его разрушению [11,13].

Таблица 3

Добавки, придающие бетонам и растворам специальные свойства

<i>Виды добавок</i>	<i>Основной эффект действия добавок на Б и Р</i>	<i>Наименование основных химических добавок для бетонных и растворных смесей</i>
1. Противоморозные	Обеспечение твердения при (-) температурах	$Na(K)Cl$, K_2CO_3 , $NaNO_3$, $HCOONa$, CH_4N_2O –мочевина и комплексы на их основе, лигнопан Б-4
2. Гидрофилизующие	Повышение удобоукладываемости	предотвращающие слипание частиц цемента между собой, что замедляет коагуляцию новообразований
3. Гидрофобизующие	Снижение водопоглощения	ГФ113-63, АМСР-3, Пласт ИЛ, Пента 814, Пента 820 и др. ГФ136-41, 136-157М, КОМД-С, ГКЖ-10, ГКЖ-11
4. Биоцидные	Изменение реологических свойств	1. Окислы и соли бора, меди, хрома, цинка, мышьяка...; 2. Фенолы и хлорфенолы, производные карбоновых, окси карбоновых, карбаминовых и тиокарбаминовых кислот и др

4. Комплексные химические добавки для бетонов и растворов (табл. 4).

Имеется особая группа модификаторов, отличающихся комплексным действием – комплексные химические добавки (КХД). Использование КХД позволяет улучшить несколько параметров одновременно и избежать несовместимость разных присадок. КХД при рациональном использовании, с учетом их качественной и количественной совместимости можно корректировать структуру и свойства бетона [12,15].

Развиваются четыре направления модификации бетона КХД:

1. Направление основано на использовании ПАВ и электролитов, которые повышают водонепроницаемость бетона, за счет уменьшения пор и плотной структуры. Добавка этого направления разработана научно-производственным предприятием «ТОКАР» г.Владикавказ, инновационная добавка Д-5 создана на основе суперпластификатора и ми-

неральных веществ, является комплексной, полифункциональной, экологичной химической добавкой. Д-5 проявляет еще и биоцидный эффект подавляя развитие биоорганизмов (бактерий, грибов) в растворах и бетонах [6].

2. Основано также на использовании КХД пластифицирующего типа с иными компонентами, с помощью лигносульфонатов снижается водопотребность, а с помощью СНВ достигается поризация бетона.

3. Направление – применение КХД, которые увеличивают скорость твердения бетона и улучшают другие эксплуатационные характеристики.

4. *Направление* – по большей части, основано на использовании электролитов, для защиты от коррозии.

Таблица 4

Комплексные химические добавки для бетонов и растворов

<i>Виды добавок</i>	<i>Основной эффект действия добавок на Б и Р</i>	<i>Наименование основных химических добавок для бетонных и растворных смесей</i>
1. <i>Первое направление</i> –ПАВ и электролитов	Пластифицирует и ускоряет твердение, повышают морозостойкость, водонепроницаемость	комплексные добавка на базе лигносульфонатов (ЛСТ) и сульфата натрия (СН), Кольматрон Д.
2. <i>Второе направление</i> –пластификаторы с регуляторами структуры	Повышают морозостойкость бетона, его водонепроницаемость и стойкость в агрессивных средах.	Комплексная добавка – Кратасол Крио ПК – противоморозный гиперпластификатор, суперводоредуцирующие ХД для зимнего бетонирования, на основе поликарбосилатов, системы антифризов (3)
3. <i>Третье направление</i> –пластификаторы с ускорителями твердения	обеспечивает высокую скорость твердения бетона с одновременным повышением морозостойкости.	Добавками комплексного действия являются, так называемые, бетонные упрочнители. Они обладают качествами как суперпластификаторов, так и ускорителей твердения.
4. <i>Четвертое направление</i> –электролиты с ускорителями твердения	↑ коррозионной стойкости и скорость твердения	<i>Модифицированный</i> $Ca(NO_2)_2 \cdot Ca(NO_3)_2 \cdot CaCl_2$

Проведенный анализ литературных источников показывает, что из имеющихся химических добавок в бетон, наиболее востребованными и высокоперспективными являются комплексные химические добавки. Преимущества КХД перед индивидуальными столь велики, что они почти вытесняют иные добавки из строительного производства [7]. Использование КХД позволяет улучшить несколько параметров одновременно и избежать несовместимость компонентов. Особенность КХД еще и в том, что состав бетонной смеси не влияет на их основной эффект действия.

Таким образом, рассмотрев наиболее распространенные виды добавок, мы видим многообразие строительной химии, которая при грамотном использовании, дает возможность повышать качество бетона и получать высококачественный композиционный материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аларханова З. З. Модификаторы композиционных материалов на основе цемента /Аларханова З. З., Батаев Д.К-С. // Актуальные вопросы современной науки: теория, технология, методология и практика: Материалы международной научно-практической конференции 28 апреля 2021г. Грозный: АЛЕФ, 2021. С.77-82.
2. Аларханова З. З. Модификация строительных бетонов поверхностно-активным веществом «L.O.C.» /Аларханова З. З., Ибрагимов И. Б // Вестник КНИИ РАН. 2021. №4 (8). С. 65-69.
3. Аларханова З.З. Модификация бетонных смесей полимерными смолами / Аларханова З. З., Батаев Д К-С., Хасбулатова З.С. // Вестник КНИИ РАН. 2020. № 2 (2). С. 186-190.
4. Баженов Ю.М. Пути улучшения свойств высокопрочных строительных полимерных композитов / Баженов Ю.М., Батаев Д.К-С., Муртазаев С-А.У., Аларханова З.З., Гойтемиров Р.У., Мажиев Х.Н., Хасбулатова З.С., Батаева П.Д. // Серия конференций ИОР: Материаловедение и инженерия, том 905, 3-й Международный симпозиум по инженерии и наукам о Земле (ISEES 2020), Грозный 2020.
5. ГОСТ 24211–2008 Добавки для бетонов и строительных растворов.
6. Добавка к бетонам, растворам, сухим смесям и цементам // URL: <https://d5-tokar.ru/razrabotana-novaya-produkcziya-dielektricheskij-plastifikator/> (дата обращения: 26.05.2022).
7. Добавки к цементам, бетонам и растворам. // Строительные материалы. 2018. URL: https://bstudy.net/604619/tehnika/dobavki_tsementam_betonam_rastvoram (дата обращения: 26.05.2022.)
8. Добавки, придающие бетону специальные свойства // Справочник строителя. URL: https://www.baurum.ru/_library/?cat=additives_special_properties&id=319 (дата обращения: 28.04.2022.)
9. Изотов В.С. Химические добавки для модификации бетона: монография / В.С. Изотов, Ю.А. Соколова. М.: Казанский Государственный архитектурно-строительный университет: Издательство «Палеотип», 2006. 244 с.
10. Модифицирование бетона за счет введения различных видов добавок / Боцман Л.Н., Строкова В.В., Ищенко А.В., Боцман А.Н. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016, №6.
11. Общая характеристика и классификация химических добавок для бетона URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschaya-harakteristika-i-klassifikatsiya> (дата обращения: 24.04.2022.)
12. Особенности применения комплексов химических добавок для производства бетонных строительных материалов и бетонов различного назначения / Шитиков, Е.С., Алебастрова, Л.И., Гордеева, Е.В., Зайцев П.А. // Строительные материалы. 2005. № 6. С. 31-33.
13. Пластификаторы для бетона и раствора. URL: <https://kotovse.ru/plastifikatory-dlya-betona-i-rastvora->(дата обращения: 3. 06.04.2022).
14. Разновидности добавок в бетон. // Стройматериалы. 2016. URL: <https://greensector.ru/strojmaterialy/dobavki-v-beton-kakie-oni-byvayut-i-zachem-primenyayutsya.html> (дата обращения: 24.04.2022.)

15. Ратинов В.Б. Комплексные добавки для бетонов / Ратинов В.Б., Розенберг Т.И., Кучерова Г.Д. // Бетон и железобетон. 1981. № 9. С. 9-10.

REFERENCES

1. Alarkhanova Z. Z. Modifiers of composite materials based on cement / Alarkhanova Z. Z., Bataev D.K.S. // Actual issues of modern science: theory, technology, methodology and practice: Materials of the international scientific and practical conference on April 28, 2021. Grozny: ALEF, 2021. Pp.77-82.
2. Alarkhanova Z. Z. Modification of building concrete with a surfactant "L.O.C." / Alarkhanova Z. Z., Ibragimov I. B. // Bulletin of the Research Institute of the Russian Academy of Sciences. 2021. № 4 (8). Pp. 65-69.
3. Alarkhanova Z.Z. Modification of concrete mixtures with polymer resins / Alarkhanova Z. Z., Bataev D. K.S., Khasbulatova Z.S. // Bulletin of the Research Institute of the Russian Academy of Sciences. 2020. № 2 (2). Pp. 186-190.
4. Bazhenov Yu.M. Ways to improve the properties of high-strength building polymer composites / Bazhenov Yu.M., Bataev D.K-S., Murtazaev S.A.U., Alarchanova Z.Z., Goytemirov R.U., Majiev H.N., Khasbulatova Z.S., Bataeva P.D. // Series of conferences IOP: Materials Science and Engineering, volume 905, 3rd International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2020), Grozny 2020.
5. GOST 24211-2008 Additives for concrete and mortar.
6. Additive to concretes, mortars, dry mixes and cements. URL: <https://d5-tokar.ru/razrabotana-novaya-produkciya-dielektricheskij-plastifikator/> (accessed: 05.26.2022).
7. Additives to cements, concretes and mortars. // Building materials. 2018. URL: https://bstudy.net/604619/tehnika/dobavki_tsementam_betonam_rastvoram (accessed: 05.26.2022).
8. Additives that give concrete special properties // Builder's Handbook. URL: https://www.baurum.ru/_library/?cat=additives_special_properties&id=319 (accessed:04/28/2022.)
9. Izotov V.S. Chemical additives for concrete modification: monograph / V.S. Izotov, Yu.A. Sokolova. M.: Kazan State University of Architecture and Civil Engineering: Publishing House "Paleotype", 2006. 244 p.
10. Modification of concrete due to the introduction of various types of additives / Boatswain L.N., Strokova V.V., Ishchenko A.V., Boatswain A.N. // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2016, № 6.
11. General characteristics and classification of chemical additives for concrete. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschaya-harakteristika-i-klassifikatsiya> (accessed:04.24.2022.)
12. Features of the use of complexes of chemical additives for the production of concrete building materials and concretes for various purposes / Shitikov, E.S., Alabastrova, L.I., Gordeeva, E.V., Zaitsev P.A. // Building materials. 2005. № 6. Pp. 31-33.
13. Plasticizers for concrete and mortar. URL: <https://kotovse.ru/plastifikatory-dlya-betona-i-rastvora> (accessed:3. 06.04.2022).

14. Varieties of additives in concrete. // Building materials. 2016. URL: [URL:https://greensector.ru/strojjmaterialy/dobavki-v-beton-kakie-oni-byvayut-i-zachem-primenyayutsya.html](https://greensector.ru/strojjmaterialy/dobavki-v-beton-kakie-oni-byvayut-i-zachem-primenyayutsya.html) (accessed: 04.24.2022.)
15. Ratinov V.B. Complex additives for concrete / Ratinov V.B., Rosenberg T.I., Kucherova G.D. // Concrete and reinforced concrete. 1981. № 9. Pp. 9-10.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ

© **Алиев Ислам Магомедович (а), Дудаева Малика Ахметовна (б),
Сугаипова Макка Увахаяевна (с)**

(а) Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова. Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, Грозный; лаборатория металлов, сплавов и композиционных материалов, снс, к.ф-м.н.,
ialiew@mail.ru;

(б) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, Грозный; лаборатория металлов, сплавов и композиционных материалов, мнс, malika478_81@mail.ru

(с) Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Российская Федерация, Грозный; направление подготовки «Радиофизика», магистрант 1 курса, sugaipovamakka_20@mail.ru

Аннотация. В работе рассматриваются основные этапы развития и применения сегнетоэлектриков. Рассмотрены значимые вклады тех или иных выдающихся личностей, которые принимали участие в открытии, развитии и сферах применения сегнетоэлектриков.

Ключевые слова: сегнетоэлектрик, область применения, история открытия, поляризация, пьезоэлектрик.

HISTORY OF DEVELOPMENT AND APPLICATION OF FERROELECTRIC

© **Aliev Islam Magomedovich (a), Dudaeva Malika Akhmetovna (b),
Sugaipova Makka Uvakhaevna (c)**

(a) Chechen State University named after A.A. Kadyrov. Kh. Ibragimov Complex Institute Research of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; laboratory of metals, alloys and composite materials, ialiew@mail.ru;

(b) Kh. Ibragimov Complex Institute Research of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; laboratory of metals, alloys and composite materials, malika478_81@mail.ru

(c) Chechen State University named after A.A. Kadyrov. Russian Federation, Grozny; area of study «Radiophysics», 1st year magistant, sugaipovamakka_20@mail.ru

Abstract. The paper considers the main stages in the development and application of ferroelectrics. The significant contributions of certain outstanding personalities who took part in the discovery, development and applications of ferroelectrics are considered.

Key words: ferroelectric, field of application, history of discovery, polarization, pyroelectric.

В 2021 году исполняется 100 лет со дня открытия явления сегнетоэлектричества, определяемого как спонтанная электрическая поляризация, переключаемая приложенным электрическим полем. Это замечательное столетие для кристаллографов, потому что это свойство кристаллов, в котором функциональность и структура — в частности, наличие полярной оси — тесно связаны. Ключевой характеристикой сегнетоэлектрика является петля гистерезиса поляризации по отношению к электрическому полю.

Первое настоящее кристаллографическое исследование пироэлектрического эффекта было проведено в 1785 году, когда аббат Рене Жюст Гаюи, которого называют отцом кристаллографии, обратил внимание на необычное пироэлектрическое поведение минерала турмалина. К этому времени аббат установил основные законы кристаллической формы и симметрии путем кропотливой фрагментации минералов, чтобы выявить лежащие в их основе кристаллографические плоскости и углы. Поэтому он начал связывать пироэлектрические свойства турмалина с его кристаллической структурой. Во-первых, он показал, что электричество в турмалине было самым сильным на полюсах кристалла и становилось незаметным в середине, хотя при разделении каждый новый субкристалл снова имел электричество на своих полюсах. Он также установил, что существование пироэлектричества коррелирует с отсутствием симметрии в кристалле, который, как мы теперь знаем, обеспечивает полярную ось. В одном из первых примеров дизайна рациональных материалов его открытие привело его к открытию эффекта в ряде других минералов. Работы аббата Гаюи по открытию новых пироэлектриков было продолжено, в частности, Дэвидом Брюстером, который, что важно для нашего обсуждения, определил пироэлектрические свойства тетрагидрататартрата натрия-калия, более известного как сегнетова соль

За столетие после того, как в сегнетовой соли было обнаружено пироэлектричество, накопилось значительное количество экспериментальных наблюдений над этим материалом. Некоторые результаты, в частности, аномально большая диэлектрическая проницаемость и электрооптический эффект Керра, а также гистерезис как в пьезоэлектрическом отклике с давлением, так и в емкости с направлением заряда, позволяют предположить, что электрическое сходство с ферромагнитными свойствами железа. Валасек приступил к исследованию аналогии, измерив заряд на пластинах конденсатора из сегнетовой соли — показатель поляризации материала — в зависимости от приложенного электрического поля. Этот простой эксперимент привел его к открытию гистерезиса поляризации с приложенным полем, что сильно напоминает намагниченность — поведение магнитного поля ферромагнетика. К сожалению, такой замечательный результат вызвал полное отсутствие интереса, отчасти потому, что сегнетова соль неустойчива к обезвоживанию и результаты не были воспроизводимы, а также потому, что поведение не было понято. Теоретики были сбиты с толку кристаллической симметрией, которую на основании морфологии неправильно отнесли к нецентросимметричной, но неполярной пространственной группе. К такой группе и относится сегнетоэлектрики.

Сегнетоэлектрики — это твердые тела, и все они являются неметаллы. При этом их свойства легче изучать, когда они находятся в монокристаллическом состоянии [1].

Сегнетоэлектрик – это материал, обладающий спонтанной поляризацией, которую можно обратить вспять приложением внешнего электрического поля. Такие вещества обладают сегнетоэлектрическим гистерезисом, когда поляризация материала зависит неоднозначно от внешнего электрического поля. Все сегнетоэлектрики являются пироэлектриками с дополнительным свойством, заключающимся в том, что их естественная электрическая поляризация является обратимой. Этот термин используется по аналогии с ферромагнетизмом, при котором материал проявляет постоянный магнитный момент. Ферромагнетизм был уже известен, когда И. Валашек в 1920 году открыл сегнетоэлектричество: «Открытие сегнетоэлектрических свойств у сегнетовой соли (тетрагидраттартрата калия-натрия, $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)» [2,6]. Таким образом, приставка *ferro*, что означает железо, была использована для описания свойства, несмотря на то, что большинство сегнетоэлектрических материалов не содержат железа. Вещества обладающие как сегнетоэлектрическими так и ферромагнитными свойствами называются мультиферроиками.

Расскажем про тот факт, когда были обнаружены первые сегнетоэлектрические свойства у сегнетовой соли. История начинается в 1655 года, когда французский аптекарь Пьер Согнет впервые получил из виноградных лоз бесцветные кристаллы и использовал их в медицинских целях. Тогда еще невозможно было предположить, что эти кристаллы обладают удивительными свойствами.

Далее, в 1921 году чешский ученый Дж. Валашек впервые обнаружил нелинейные электрические свойства, подобные нелинейным магнитным свойствам ферромагнетиков. Таким образом, можно считать, что это открытие и является началом науки о сегнетоэлектричестве. Огромный вклад в историю развитие раздела физики о сегнетоэлектриках внес русский ученый-физик И. В. Курчатов. Он создал в 30-х годах первую теорию сегнетоэлектричества, также им были введены термины *сегнетоэлектрик* и *сегнетоэлектричество*. В 40-х годах XX в. Г. Буш и П. Шерер открыли сегнетоэлектрические свойства кристалла дигидрофосфата калия KH_2PO_4 , явившегося родоначальником большой группы родственных кристаллов с такой же структурой. В 1944 г. Вул и Гольдман в СССР и независимо от них Вейнер и Соломон в США, и Огава в Японии открыли на керамических образцах аномальные диэлектрические свойства титаната бария (BaTiO_3) – важнейшего сегнетоэлектрика, обладающего высокой механической прочностью, большой химической устойчивостью и нашедшего благодаря этому широкие научно-технические применения ($T_c = 393 \text{ K}$ (120°C)) [2].

Затем развитие этой области науки шло стремительными темпами: на основе теоретических представлений, созданных трудами В. Л. Гинзбурга (СССР), А. Ф. Девоншира (Англия), Дж. С. Слейтера (США), В. Кокрена (Англия) и др.

Однако, со временем выяснилось, что сегнетова соль является не типичным сегнетоэлектрическим кристаллом. В настоящее время известно уже более 700 веществ, обладающих сегнетоэлектрическими свойствами. Тремя наиболее яркими особенностями сегнетоэлектриков являются обратимая поляризация, «аномальные» свойства и нелинейности [3].

ПРИМЕНЕНИЕ

Первыми систематическими исследованиями сегнетоэлектрических свойств начали заниматься братья Пьер и Поль-Жак Кюри в 1880 г. [7]. Эта работа однозначно дала начало

существованию пьезоэлектрического эффекта и правильно идентифицировала сегнетовую соль и ряд других кристаллов как пьезоэлектрические. Они также заметили, что сегнетовая соль гораздо более активна, чем все остальные кристаллы, которые они исследовали. Но удивительные диэлектрические свойства сегнетовой соли не были до конца ими изучены.

Томас Эдисон был, пожалуй, первым, кто использовал его пьезоэлектрический эффект в коммерческом направлении, в 1899 г. при создании фонографа. Однако его изобретение было всего лишь диковинкой, слишком дорогой и недоступной. В то время сегнетовая соль имела чисто научное значение.

Однако во время Первой мировой войны физики и инженеры-электрики проявили большой интерес к его физическим свойствам в основном из-за его необычно высоких пьезоэлектрических модулей. В начале войны 1914-18 гг. Николсон в США [4] и Поль Ланжевен во Франции [5] начали самостоятельно совершенствовать ультразвуковой детектор подводных лодок. Их преобразователи были очень похожи: мозаика из тонкого кварцакристаллы, вклеенные между двумя стальными пластинами (композит с резонансной частотой около 50 кГц), смонтированный в корпусе, предназначенном для погружения в воду. Они достигли своей цели – излучать высокочастотный «щелчок» под водой и измерение глубины по времени обратное эхо. Стратегическое значение их достижения было огромное, и с тех пор разработки гидроакустических преобразователей, схем, систем и материалов не прекращались.

Сегнетоэлектрические кристаллы, так же, как и ферромагнитные кристаллы, часто имеют несколько температур перехода и гистерезиса полевой структуры. Природа фазового перехода в некоторых сегнетоэлектрических кристаллах до конца еще не выяснена.

Когда большинство материалов поляризованы, индуцированная поляризация P почти точно пропорциональна приложенному внешнему электрическому полю E , следовательно, поляризация является линейной функцией. Это называется линейной диэлектрической поляризацией (см. рисунок 1).

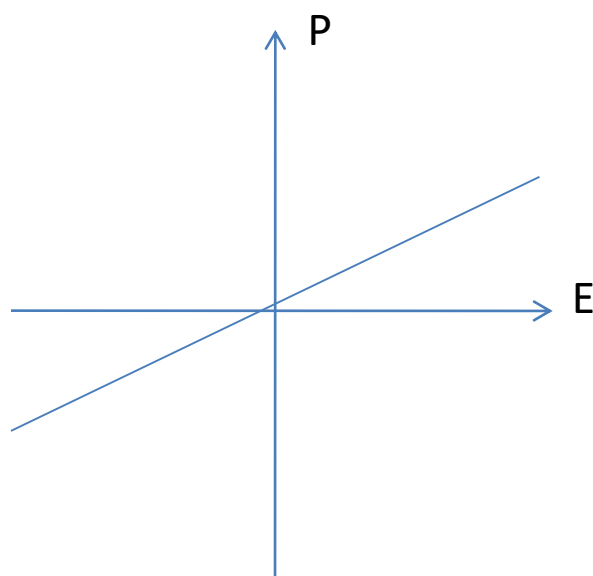


Рис. 1. Линейная диэлектрическая поляризация

Некоторые материалы, известные, как параэлектрические материалы, демонстрируют более развитую нелинейную поляризацию (см. рисунок 2). Электрическая проницаемость, соответствующая наклону поляризационной кривой, не постоянна, как в линейных диэлектриках, а является функцией внешнего электрического поля.

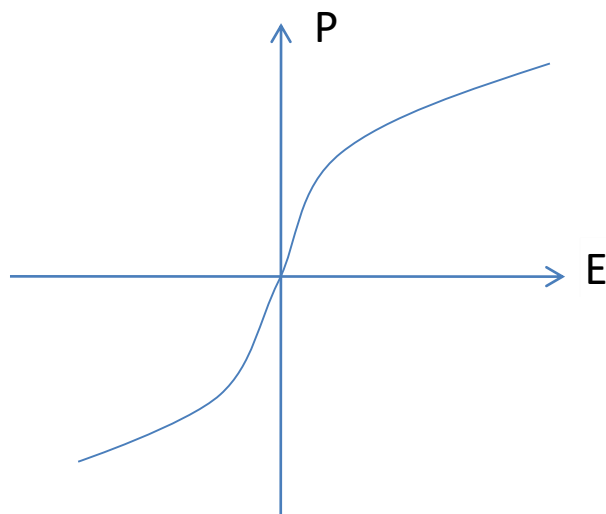


Рис. 2. Параэлектрическая поляризация

В дополнение к нелинейности сегнетоэлектрические материалы демонстрируют спонтанную ненулевую поляризацию (см. рисунок 3) даже когда приложенное поле E равно нулю. Отличительной чертой сегнетоэлектриков является то, что спонтанная поляризация может быть обращена в противоположном направлении достаточно сильным электрическим полем, поэтому поляризация зависит не только от текущего электрического поля, но и от его прошлого, образуя петлю гистерезиса. Подобно ферромагнитным материалам, которые обладают самомагничиванием и имеют аналогичные циклы гистерезиса, они называются сегнетоэлектриками.

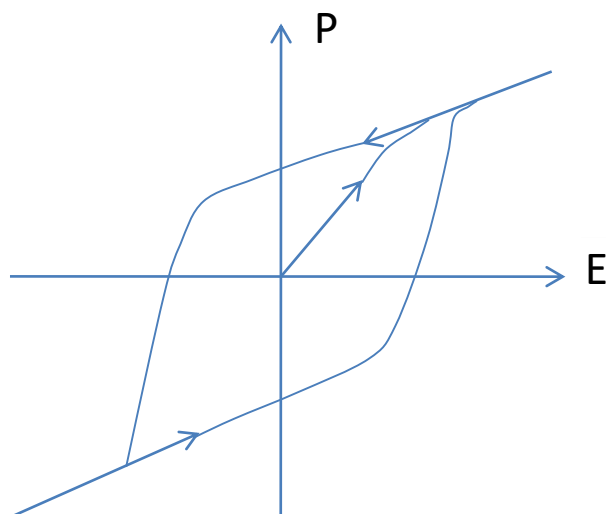


Рис. 3. Сегнетоэлектрическая поляризация

Сегнетоэлектрические свойства в большинстве очень зависимы от температуры и проявляются только ниже определенной температуры фазового перехода. Для каждого сегнетоэлектрика существует своя точка температуры, которая получила название *точка Кюри*, выше которой его необычные свойства параэлектричны, т.е. спонтанная поляризация исчезает и сегнетоэлектрический кристалл переходит в параэлектрическое состояние. Многие сегнетоэлектрики полностью теряют свои пьезоэлектрические свойства выше T_c , поскольку их параэлектрические фазы имеют центростремительную кристаллическую структуру. [8]

Сегнетоэлектрические материалы характеризуются двумя устойчивыми состояниями поляризации, которые можно переключать с одного на другое при приложении электрического поля. Несмотря на то, что сегнетоэлектрики были открыты еще в 1920 г., их технологическое значение и широкая область применения в основном получили развитие, когда на сцену вышли первые перовскитные материалы в энергонезависимых запоминающих устройствах (ЭНЗ), что является одним из наиболее многообещающих эффектов для реализации энергонезависимых запоминающих устройств с 1950-х годов. В принципе, известны три различных способа считывания сегнетоэлектрической поляризации:

- измерение тока заряда, протекающего при переключении сегнетоэлектрика;
- измерение зависящего от поляризации туннельного тока в очень тонких сегнетоэлектрических слоях;
- измерение порогового сдвига напряжения сегнетоэлектрический полевой транзистор, вызванный изменением поляризации сегнетоэлектрика, интегрированного в стопку затвора.

Хотя в первых попытках использовались объемные сегнетоэлектрические кристаллы, первый коммерческий успех был достигнут, когда эта концепция была интегрирована в процесс МОП. Однако все материалы, которые, как известно, проявляют сегнетоэлектричество, имели очень сложную структуру, что делало интеграцию проблематичной, приводило к очень медленному масштабированию и ограничивало его применение нишевыми рынками. С открытием сегнетоэлектричества в оксиде гафния в 2011 году появился новый импульс для всех трех вариантов, описанных выше. Это, наконец, приводит нас к взгляду на будущие проблемы сегнетоэлектрической памяти.

Заключение

В результате многолетних исследований получены обширные экспериментальные материалы, установлены основные закономерности поляризации сегнетоэлектриков и сделан ряд других интересных открытий в этом направлении. Но, несмотря на достигнутые успехи остается ряд нерешенных проблем экспериментального и теоретического характера.

Из чего следует, что в физике сегнетоэлектриков продолжает оставаться много новых перспективных направлений исследований и возрастает интеграция результатов расчетов из первых принципов с экспериментальными исследованиями. Многие из поднятых здесь вопросов найдут ответы в ближайшие годы, и можно ожидать, что появятся еще более интересные новые системы и задачи, которые потребуют живых и энергичных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаларов А.Ш. Диэлектрическая релаксация и процессы переключения в сегнетоэлектриках в быстронарастающих сильных электрических полях. Автореферат на соискание уч.ст. к.ф-м.н. Махачкала. 2008. 22 с.
2. Клименков Б. Д. Развитие и области применения сегнетоэлектрических материалов. От прошлого к будущему // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 256-260. URL: <https://moluch.ru/archive/88/17428/> (дата обращения: 23.04.2022).
3. Ляпин Г.А. Фазовый переход в сегнетоэлектрике. URL: https://mipt.ru/dppe/student/study/kurs3/lab/L_24.pdf / (дата обращения: 25.05.2022).
4. Николсон А. М. Пьезофония. Патент США. Подан 10 апреля 1918 г. Патент 27 мая 1924 г. Николсон А. М., Генерация и передача электрических токов, США.
5. Поль Ланжевен. Метод и устройство для излучения и приема упругих волн под водой с использованием пьезоэлектрических свойств кварца. Патент № 505703 от 14 мая 1920 г.
6. Садыков Х.А., Вербенко И.А., Резниченко Л.А., Абубакаров А.Г., Шилкина Л.А. Особенности синтеза и спекания экологически безопасных материалов с участием ниобатов натрия и меди // Экология промышленного производства. 2013. № 2 (82). С. 44-49.
7. Jacques and Pierre Curie, Compt. rend. Development by pressure of polar electricity in hemihedral crystals with inclined faces. 1880. Pp. 91, 294-295, 383-387.
8. Safari Ahmed. Piezoelectric and acoustic materials for transducer applications. Springer Science & Business Media. 2008. 21 p. ISBN 978-0387765402.

REFERENCES

1. Agalarov A.Sh. Dielectric relaxation and switching processes in ferroelectrics in rapidly growing strong electric fields. Abstract for the competition Uch.Art. Ph.D. Makhachkala. 2008. 22 p.
2. Klimenkov B.D., Development and applications of ferroelectric materials. From the past to the future // Young scientist. 2015. № 8 (88). Pp. 256-260. URL: <https://moluch.ru/archive/88/17428/> (accessed: 23. 04.2022).
3. Lyapin G.A. Phase transition in a ferroelectric. URL: https://mipt.ru/dppe/student/study/kurs3/lab/L_24.pdf / (accessed: 25.05.2022).
4. Nicholson A. M. Piezophonia. US patent. Filed April 10, 1918 Patent May 27, 1924 A. M. Nicholson, Generation and Transmission of Electric Currents, USA.
5. Paul Langevin. Method and device for emitting and receiving elastic waves under water using the piezoelectric properties of quartz. Patent No. 505703 dated May 14, 1920
6. Sadykov Kh.A., Verbenko I.A., Reznichenko L.A., Abubakarov A.G., Shilkina L.A. Features of the synthesis and sintering of environmentally friendly materials with the participation of sodium and copper niobates // Ecology of industrial production. 2013. № 2 (82). Pp. 44-49.
7. Jacques and Pierre Curie, Compt. rend. Development by pressure of polar electricity in hemihedral crystals with inclined faces. 1880. Pp. 91, 294-295, 383-387.
8. Safari Ahmed. Piezoelectric and acoustic materials for transducer applications. Springer Science & Business Media. 2008. 21 p. ISBN 978-0387765402.

ДОЛОМИТОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ ВЕЩЕСТВО ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РЕМОНТНО-РЕСТАВРАЦИОННОГО СОСТАВА

© Батаева Петимат Денаевна (а), Батаева Хава Маршаниевна (б)

- (а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; bataeva_ggntu@mail.ru
(б) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный

Аннотация. Исследованы свойства доломитового вяжущего-каустического доломита, как одного из компонентов для приготовления ремонтно-реставрационного состава, используемого при ремонте, восстановлении и реставрации памятников истории и культуры. Результаты исследования каустического доломита позволили сделать вывод о том, что на нем можно получать составы не только с минеральными, но и с органическими добавками, наполнителями и заполнителями, что важно для проектирования ремонтных, восстановительных и реставрационных работ на объектах культурного наследия.

Ключевые слова: каустический доломит, составы, ремонт, реставрация, памятники истории и культуры.

DOLOMITE BINDER FOR PREPARATION OF REPAIR AND RESTORATION COMPOSITION

© Bataeva Petimat Denaevna (a), Bataeva Khava Marshanievna (b)

- (a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; bataeva_ggntu@mail.ru
(b) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny

Abstract. The properties of dolomite binder-caustic dolomite as one of the components for the preparation of a repair and restoration composition used in the repair, restoration and restoration of historical and cultural monuments have been studied. The results of the study of caustic dolomite led to the conclusion that it can be used to obtain compositions not only with mineral, but also with organic additives, fillers and fillers, which is important for the design of repair, restoration and restoration work at cultural heritage sites.

Key words: caustic dolomite, compositions, repair, restoration, monuments of history and culture.

Выполненные поисковые исследования ремонтно-реставрационных составов для кладки стен и штукатурных работ при восстановлении и реставрации памятников истории и культуры показали, что в качестве одного из вяжущего аналога может служить каустический доломит.

Каустический доломит – это порошок, получаемый помолом природного доломита, обожженного при температуре 600-700° С. Он состоит из окиси магния и углекислого кальция, а также содержит глинистые и песчаные примеси, небольшое количество свободной окиси магния MgO и окись кальция CaO [6].

Каустический доломит получают из горной породы – доломита. Он представляет собой породу осадочного происхождения, которая образовалась в результате воздействия на известняки растворов магниезальных солей [3]. Химическая формула доломита $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ – двойная углекислая соль магния и кальция белого цвета, чаще окрашенный в желтые и буроватые цвета примесями: железистыми и глинистыми. В Чеченской Республике имеются достаточно большие запасы доломитов. В необожженном виде доломит применяется в качестве заполнителя при изготовлении ремонтных составов, а в обожженном виде в качестве вяжущего (Рисунок 1).

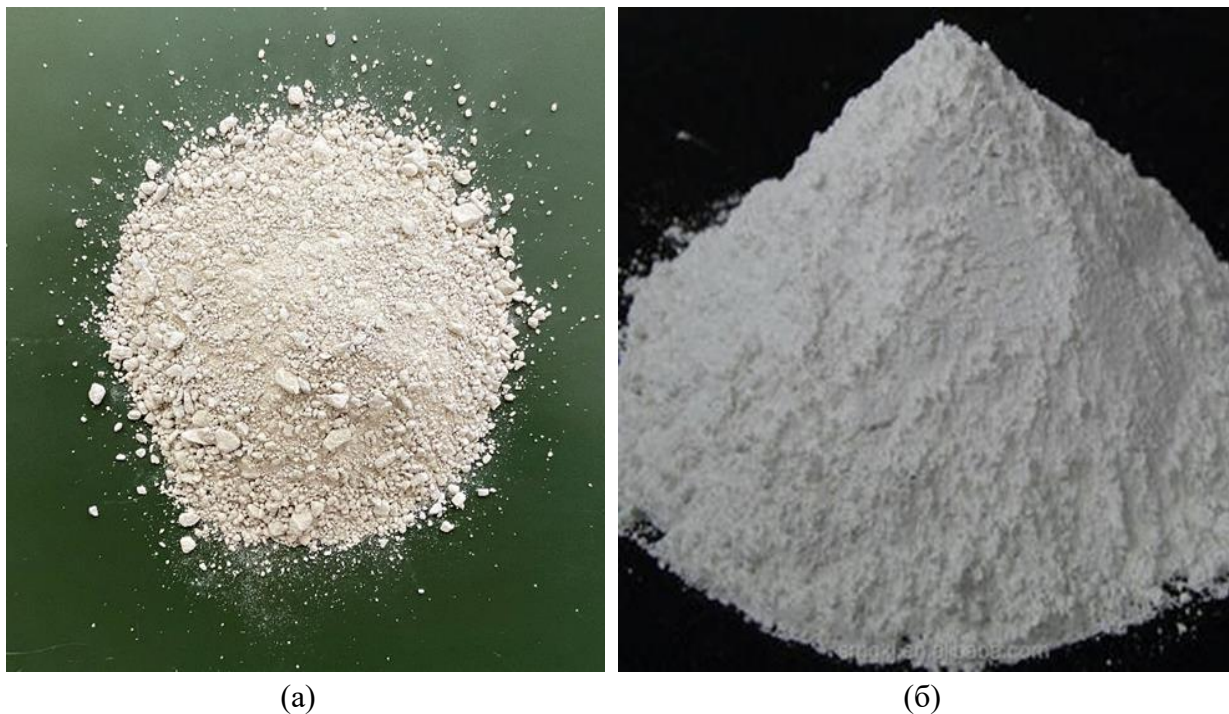


Рис.1. а) Доломит (доломитовый песок); б) Каустический доломит

В зависимости от температуры обжига доломита можно получить разные материалы (Рисунок 2). При температуре 650÷700 °С получают каустический доломит, при 750÷850 °С получают доломитовый цемент, а при температурах 900÷950 °С – доломитовую известь. Путем обжига доломита до спекания получают огнеупорный материал, который не взаимодействует с водой и не обладает вяжущими свойствами (Рисунок 2).

Качество каустического доломита оценивается содержанием окиси магния и предельной температурой обжига. Доломиты имеют переменный состав, поэтому при производстве каустического доломита необходимо следить за химическим составом, который обладает довольно широким спектром.

Качество каустического доломита зависит от тонкости помола: вяжущие свойства при более тонком помоле улучшаются. Схватывание и твердение каустического доломита происходит путем гидратации окиси магния (MgO) и появлением цементирующих новообразований в виде комплексных соединений при взаимодействии H₂O с MgO и CaCO₃.

Плотность каустического доломита колеблется в интервале 2,7÷2,9 г/см³. При наличии в составе каустического доломита большого количества CaO его плотность растет. Насыпная плотность в зависимости от тонкости помола составляет 1000÷1150 кг/м³.

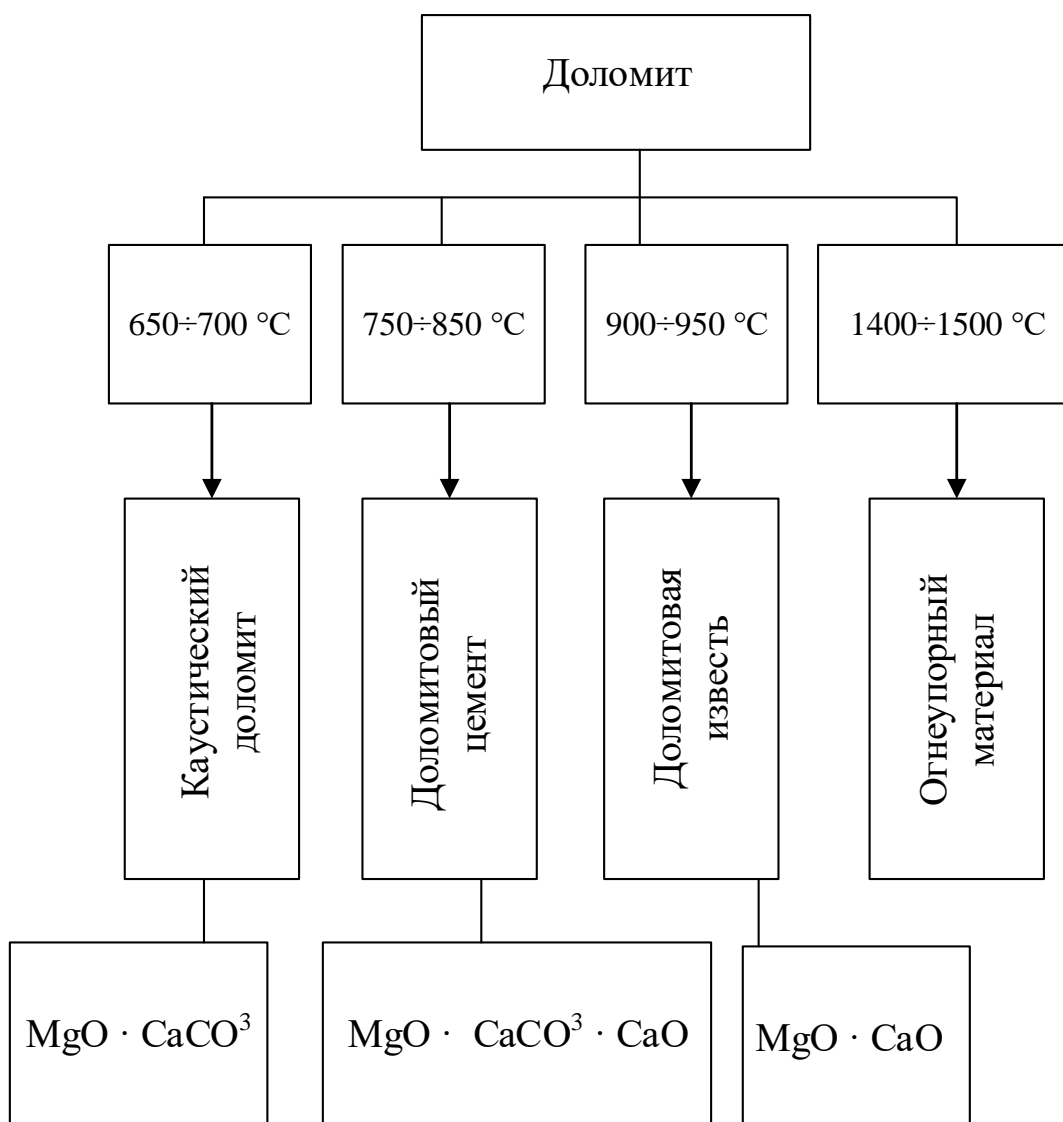


Рис.2. Температурная шкала продукции из доломита

Технологическая схема производства каустического доломита представлена на рисунке 3.

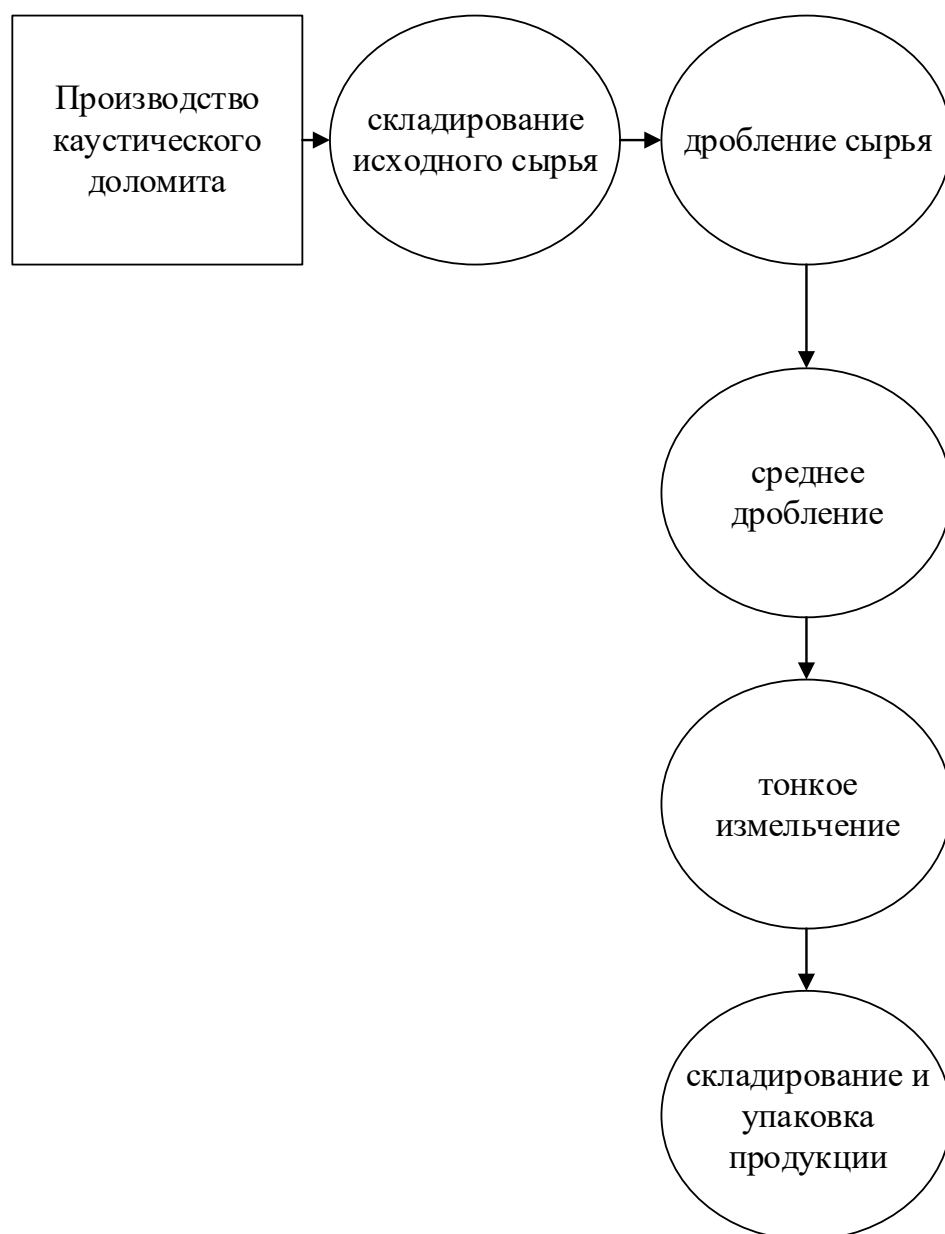


Рис.3. Технологическая схема производства каустического доломита

Применение каустического доломита возможно для приготовления ремонтно-реставрационных смесей, так как химический анализ образцов, взятых из швов каменной кладки акропольных и некропольных строений Северного Кавказа, показывает наличие в их составе доломита [2].

На каустическом доломите можно получить высококачественные растворы не только с минеральными, но и с органическими добавками, наполнителями и заполнителями (творог, молоко, простокваша, яйцо, опилки, стружки, цемянка, зола и др.), что важно для получения составов с ремонтными и реставрационными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабачев Георги Н. Магнезиальные вяжущие вещества для ксилолитовых полов // Строительные материалы. № 4. 1961.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона: учебник. М: АСВ, 2003. 525 с.

3. Батаева П.Д. Магнезиальное вяжущее для приготовления ремонтно-реставрационного состава // Вестник Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, 2020. № 4. С. 43-49.
4. Батаева П.Д. Применение поверхностно-активных веществ для создания высококачественных бетонных композитов на мелком природном песке эгештинского месторождения Чеченской Республики нефтехимической промышленности/ А.М. Абдуллаев, Р.М. Абдуллаев, М.А-В. Абдуллаев // Вестник Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, 2020. № 4. С. 34-42.
5. Башкатов Н.Н. Минеральные воздушные вяжущие вещества: учеб. пособие Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. 148 с.
6. Борисов А.Ф. Магнезиальные цементы и бетоны / М.М. Буньков, В.А. Войтович // Бетон и железобетон, 2002. № 6. С. 10-12.
7. Бутт Ю.М. Технология цемента и других вяжущих материалов. М: Стройиздат, 1976. 407 с.
8. Вайвад А.Я. Магнезиальные вяжущие вещества. Рига: Наука, 1971. 315 с.
9. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. Технология и свойства: учебник. - 3-е изд., перераб. и доп. М: Эколит, 2011. 472 с.
10. Мирюк О. А. Вяжущие вещества из техногенного сырья / О. А. Мирюк, И. С. Ахметов. Рудный: Индустриальный ин-т, 2002. 248 с.
11. Русина В.В. Минеральные вяжущие вещества на основе многотоннажных промышленных отходов: учебное пособие. Братск: БрГУ, 2007. 224 с.

REFERENCES

1. Babachev Georgi N. Magnesian binders for xylolite floors // Building materials. № 4. 1961.
2. Bazhenov Yu.M. Technology of concrete: textbook. M: DIA, 2003. 525 p.
3. Bataeva P.D. Magnesia binder for the preparation of repair and restoration composition // Bulletin of the Complex Scientific Research Institute named after H.I. Ibragimov of the Russian Academy of Sciences, 2020. № 4. Pp. 43-49.
4. Bataeva P.D. The use of surfactants to create high-quality concrete composites on fine natural sand of the Egeshtinskoye field of the Chechen Republic of the petrochemical industry/ A.M. Abdullaev, R.M. Abdullaev, M.A-V. Abdullaev // Bulletin of the Complex Scientific Research Institute named after H.I. Ibragimov of the Russian Academy of Sciences, 2020. № 4. Pp. 34-42.
5. Bashkatov N.N. Mineral air binders: studies. the manual Ekate-rinburg: Ural Publishing House. un-ta, 2018. 148 p.
6. Borisov A.F. Magnesian cements and concretes / M.M. Bunkov, V.A. Voitovich // Concrete and reinforced concrete, 2002. № 6. Pp. 10-12.
7. Butt Yu.M. Technology of cement and other binding materials. Moscow: Stroyizdat, 1976. 407 p.
8. Vaivad A.Ya. Magnesia binders. Riga: Nauka, 1971. 315 p.
9. Volzhensky A.V. Mineral binders. Technology and properties: textbook - 3rd ed., reprint. and add. M: Ekolite, 2011. 472 p.

10. Miryuk O. A. Binders from technogenic raw materials / O. A. Miryuk, I. S. Akhmetov. Rudny: Industrial Institute, 2002. 248 p.
11. Rusina V.V. Mineral binders based on multi-tonnage industrial waste: a textbook. Bratsk: BrSU, 2007. 224 p.

ПРЕПЯТСТВИЯ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ (BIM) В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

© Даудова Лайла Хамидовна (а), Ахматова Марет Идрисовна (b)

(а) Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный; кандидат экон. наук, доцент кафедры (Технология Строительного Производства), Институт Строительства, Архитектуры и Дизайна, leila197@mail.ru

(b) Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный; старший преподаватель кафедры (Технология Строительного Производства), Институт Строительства, Архитектуры и Дизайна

Аннотация. Данная статья направлена на изучение и обзор препятствий, связанных с внедрением BIM в качестве цифрового информационного инструмента в строительной отрасли. Исследование предлагает важные идеи для будущих исследований по преодолению барьеров на пути внедрения BIM. Анализ данных связанных с определенной структурой информационного моделирования зданий, а также преимущества его использования в данной сфере.

Ключевые слова: строительство, моделирование, BIM.

OBSTACLES TO THE IMPLEMENTATION OF BUILDING INFORMATION MODEL- ING (BIM) IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

© Daudova Laila Khamidovna (a), Akhmatova Maret Idrisovna (b)

(a) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny; candidate of economic sciences, associate professor of the department (Technology of Construction Production), Institute of Construction, Architecture and Design, leila197@mail.ru

(b) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny; senior lecturer of the department (Technology of Construction Production), Institute of Construction, Architecture and Design

Abstract. This article is aimed at studying and reviewing the obstacles associated with the implementation of BIM as a digital information tool in the construction industry. The study offers important insights for future research on overcoming barriers to BIM adoption.

Key words: construction, modeling, BIM.

Предмет. Строительство – сложная отрасль. Такая система, как информационное моделирование зданий (BIM), принесла пользу многим строительным компаниям, чтобы ускорить их работу, эффективность и действенно с точки зрения проектирования, реализации и управления проектом.

Цель. Поскольку в строительной отрасли участвует множество участников, таких как клиенты, проектировщики, подрядчики и производители, наличие BIM может ускорить время планирования, минимизировать ресурсы и даже снизить стоимость проекта. Однако в некоторых странах применение технологии BIM в строительной отрасли все еще очень низкое.

Технологии не могут быть отделены от человеческих жизней. Они быстро развиваются, так как люди всегда стремятся к продвижению и развитию современных знаний, особенно в строительстве. Технический прогресс в строительстве вызвал некоторые изменения в методах работы; один из них называется «Информационное моделирование зданий».

Внедрение BIM в строительстве может облегчить и повысить точность данных для строителей и инженеров во время выполнения их работы.

Информационное моделирование зданий (BIM) — это интеллектуальный процесс, основанный на 3D-моделях, который дает специалистам в области проектирования и строительства необходимые знания и инструменты для более эффективного планирования, проектирования, строительства и управления зданиями и инфраструктурами. С точки зрения эффективности, это улучшает условия в плане времени и стоимости, а также производительности.

Информационное моделирование зданий дает преимущества для планирования, проектирования, реализации и управления строительными объектами.

С точки зрения заинтересованных лиц, BIM помогает владельцам, подрядчикам и управленческим командам сотрудничать со строителями в создании работ. Информационное моделирование зданий предлагает преимущества по количеству и качеству.

Количественный аспект, на который влияет BIM, включает затраты, график и поставку материалов, которые вызваны быстрым принятием решений. Между тем, аспект качества включает в себя анализ данных связанных с определенной структурой и средой. Другие преимущества BIM:

1. возможность приобретения нового оборудования для BIM,
2. возможность обучения персонала компании к работе с программным обеспечением BIM,
3. поощрять внедрение BIM правительством,
4. бесплатные курсы для людей, использующих методы BIM,
5. минимизировать затраты на проект,
6. минимизация времени, необходимого для завершения проекта, что доказывает свою эффективность в исследовательских проектах,
7. понимание и знание методов BIM,
8. поддержка со стороны профессиональных организаций,
9. снижение рисков безопасности на этапе проектирования,
10. прогнозирование время проекта,
11. улучшение визуализации,

12. улучшение сотрудничества,
13. улучшение общения,
14. предотвращение конфликтов, максимальная производительность,
15. уменьшение потерь данных
16. лучшее управление документами и интеграции данных,

Препятствия для внедрения BIM обсуждались многими исследователями из разных стран мира.

Они были разделены на пятнадцать категорий, а именно затраты, право, интероперабельность, осведомленность, культура, процессы, управление, спрос, масштаб, технология, навыки, обучение и стандарт BIM на основе двух контрольных показателей.

Было обнаружено, что стоимость BIM является основным ограничением. Внедрение BIM-системы в любой организации требует затрат, а также приобретение программного обеспечения BIM, и стоимость обучения персонала использованию программного обеспечения. Сумма первоначальных инвестиций, которые необходимо потратить на обновление программного обеспечения, замена оборудования и обучение персонала были одними из основных статей расходов. Выгоды от внедрения BIM не превысили стоимость внедрения, поэтому BIM рассматривалась как дополнительная стоимость. BIM также не предлагает определенные финансовые льготы, чтобы гарантировать его использование. Дороговизна специалистов BIM становится препятствием с точки зрения затрат на внедрение.

Закон был также признан следующим по величине препятствий. Не было никаких законов, требующих использования BIM в конкретном случае.

Юридической определенности в трудовом договоре не бывает, делая использование BIM чем-то неважным. Закон касается всех аспектов, включая определение стандартов BIM и проектных контрактов. Страны, в которых не было правил для BIM также было обнаружено, что национальный стандарт не реализован.

Спрос стал следующим барьером на пути внедрения BIM. Строительный рынок не был готов к использованию BIM. Неуверенность в немедленных преимуществах BIM, особенно на этапе планирования, сделала спрос на его использование по-прежнему недостаточным.

Перспектива BIM, которая не смогла уменьшить время, затрачиваемое на черчение по сравнению с текущим подходом к рисованию, также было причиной отсутствия спроса на использование BIM.

Нежелание запускать новые рабочие процессы или обучать персонал стал фундаментальным препятствием.

Это было также вызвано отношением рабочих к новой технике, которое считается сложной и труднодоступной в полевых условиях.

Они считали, что преимущества BIM не реальны. Изменение отношения к использованию BIM требует массовых культурных изменений. Кроме того, интероперабельность сделала это препятствие еще более сложным.

Правительство должно иметь высокое стремление внедрить BIM и стать лидером отрасли.

разработка программ, обучение, сертификация BIM, национальные стандарты BIM для строительной отрасли, организации и заинтересованные стороны облегчат внедрение

ВМ. Такие проблемы, как отсутствие навыков и нежелание начинать что-то новое изменится. Для желания узнавать новое появятся технологии, благодаря которым обмен информацией станет еще лучше; поэтому трату времени и денег на исправления можно контролировать.

Заключение

Барьеры для внедрения ВМ в одной стране отличаются от других стран. Это потому что каждая страна видит препятствия с разных точек зрения, исходя из собственных условий.

Отсутствие правил в странах способствует незнанию о ВМ. Поддержка и руководство со стороны правительства, а также обязательное использование ВМ в проектах улучшит внедрение информационного моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батишев Вадим. Из практики информационного моделирования // Sportbuild, Июль 2015. С. 20-27.
2. Новые конструкции и технологии при реконструкции и строительстве зданий и сооружений / Д.П. Ануфриев, Т.В. Золина, Л. В. Боронина, Н.В. Купчикова, А.Л. Жолобов. М.: АСВ, 2013. 208 с.
3. Павлов, А.С. Экономика строительства в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов / А.С. Павлов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2021. 337 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-534-13955-6.
4. Пеньковский Г.Ф. Основы информационных технологий и автоматизированного проектирования в строительстве. СПбГАСУ. СПб., 2008. 150 с.
5. Расчет инженерных конструкций с использованием МКЭ в смешанной формулировке и в варианте метода перемещений // Экологомелиоративные аспекты рационального природопользования: Международная научно-практическая конференция. Волгоград: ВолГГАУ, 2017. С. 354-358.
6. Талапов Владимир. Технология ВМ. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. ДМК-Пресс, 2015. 410 с.
7. Что такое ВМ технологии? // Autodesk. URL: <https://www.autodesk.ru/campaigns/aec-building-design-bds-new-seats/landing-page/> (дата обращения: 14.12.2017).

REFERENCES

1. Vadim Batishev. From the practice of information modeling // Sportbuild, July 2015. Pp. 20-27.
2. New designs and technologies in the reconstruction and construction of buildings and structures / D.P. Anufriev, T.V. Zolina, L. V. Boronina, N.V. Kupchikova, A.L. Zholobov. M.: ACB, 2013. 208 p.
3. Pavlov, A.S. Economics of construction in 2 hours Part 1: textbook and workshop for teachers / A.S. Pavlov. 2nd ed., reprint. and add. Moscow: Yurayt Publishing House, 2021. 337 p. (Higher education). ISBN 978-5-534-13955-6.
4. Penkovsky G.F. Fundamentals of information technology and computer-aided design in construction. SPbGASU. SPb., 2008. 150 p.

5. Calculation of engineering structures using FEM in a mixed formula and in a variant of the displacement method // Ecologomeliorative aspects of rational nature management: International Scientific and Practical Conference. Volgograd: VolgGAU, 2017. Pp. 354-358.
6. Vladimir Talapov. BIM technology. The essence and features of the introduction of information modeling of buildings. DMK-Press, 2015. 410 p.
7. What is BIM technology? // Autodesk. URL: <https://www.autodesk.ru/campaigns/aec-building-design-bds-new-seats/landing-page> / (accessed: 14.12.2017).

СЛОЖНООКСИДНЫЕ БРОНЗЫ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

© Махаева Седя Саламиевна (а), Аларханова Зура Зилаудиевна (б)

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория высокомолекулярных соединений, мнс, sedarche92@mail.ru

(б) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория высокомолекулярных соединений, доцент., к.х.н., alarh2000@mail.ru

Аннотация. Проведен литературный обзор исследуемой темы. Рассмотрены основные свойства металлооксидных соединений, способы их получения и области применения. Обзор литературных источников показал развитие новых способов получения вольфрама, хорошее согласие полученных данных молекулярного моделирования ab initio с имеющейся экспериментальной базой.

Ключевые слова: оксидные бронзы вольфрама, метод молекулярной динамики, ab initio моделирование.

COMPOSITE OXIDE BRONZES. STATUS AND PROSPECTS

© Makhaeva Seda Salamoevna (a), Alarkhanova Zura Zilaudinovna (b)

(a) Kh. Ibragimov Complex Institute Research of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; laboratory of high-molecular compounds, mnc, sedarche92@mail.ru

(b) Kh. Ibragimov Complex Institute Research of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; laboratory of high-molecular compounds, associate professor, candidate of chemical sciences., alarh2000@mail.ru

Abstract. The main properties of metal oxide compounds and areas of their application, a brief review showed the development of new methods for producing tungsten, a good agreement of the obtained ab initio molecular modeling data with the available experimental base.

Key words: tungsten oxide bronzes, molecular dynamics method, ab ininio modeling.

Оксидно-солевые расплавы по большей части представляют собой многокомпонентные системы. В настоящее время интерес к многокомпонентным системам (МКС) непрерывно растет, в связи с многообразием протекающих в них химических реакций, таких как реакции комплексообразования, обменные реакции и др.

Благодаря протекающим физико-химическим процессам в МКС могут быть разработаны новые перспективные материалы, которые могут быть использованы в качестве антикоррозионной защиты [5], теплового аккумулярования, твердо-смазочных материалов для снижения износа и трения контактирующих поверхностей деталей [1], растворителей компонентов ядерного топлива. Особенно большой практический интерес представляет собой развитие способов получения наноструктурных материалов с широким комплексом физико-химических характеристик [4].

В настоящее время наиболее перспективным и интенсивно развивающимся направлением исследования многокомпонентных систем является синтез материалов со специальными заданными свойствами. Анализ научных публикаций показал, что наибольший интерес вызывают оксидные бронзы d-элементов, представляющие собой соединения нестехиометрического состава с общей формулой M_xTO_n , где T-это центральный ион металла (Ti; W; Mo; V; Pt; Re; Ru) имеющий, по меньшей мере 2 степени окисления, а M_x бронзообразующий щелочной металл, содержание вводимого элемента x в котором находится в области распространения от 0 до 1, чаще всего равен 0,1-0,3. В зависимости от расположения электронов металла в оксидных бронзах проявляются свойства полупроводников или металлических проводников. Оксидные бронзы обладают следующими типичными свойствами: характерный металлический блеск, проводниковые и полупроводниковые свойства, насыщенная яркая или черная окраска, химическая стойкость к щелочам и кислотам.

Наиболее многообещающими материалами, из ранга сложнооксидных бронз, являются солеподобные молибдаты и вольфраматы. Благодаря широкому разнообразию качественного и количественного составов сложнооксидные соединения молибдена и вольфрама находят применение в разных областях, начиная от косметики и медицины, заканчивая физикой высоких энергий.

В начале 20-х годов XIX века Веллером впервые были получены сложнооксидные бронзы вольфрама, который и ввел в научный оборот термин «бронзы» для такого рода соединений нестехиометрического характера. Несмотря на то, что в их составе нет таких металлов как медь, цинк и олово эти соединения называются бронзами, потому что напоминают бронзы по своему внешнему виду и некоторым свойствам как: прочность, твердость, блеск, цвет, электропроводность и химическая стойкость к различным реагентам. Чтобы отличить их от металлических сплавов термин «оксидная бронза» кажется более подходящим.

Родоначальником современных сверхтвердых материалов является стеллит, важным компонентом которого является соль вольфрама, при использовании которой повысилась скорость металлообработки. В настоящее время, на долю металлургии качественных сталей приходится около 80% мировой добычи вольфрама, на долю производства твердых сталей 15%, оставшуюся часть промышленность использует в виде чистого вольфрама из-за его уникальных свойств.

Практическое применение бронз не исчерпывается только металлообработкой, хотя это направление долгое время оставалось основным. Так до наших дней дошла информация, что вольфрамовые бронзы использовались в качестве краски в производстве фарфора, керамики и живописи, и даже сохранился древний китайский фарфор XVII века с нежным персиковым цветом, который был получен благодаря соединениям вольфрама.

Оксидные бронзы вольфрама (ОБВ) верно служат человечеству, помогая ему на огненных рубежах отечественного военно-промышленного комплекса. В последнее время основным сырьевым материалом в военной технике является вольфрам, который задействован при производстве комплектующих частей военной техники, таких как пули, танки, пуленепробиваемые транспортные средства, огнестрельное оружие и т.д.

Так, ОБВ привлекают к себе большое внимание из-за их удивительных свойств, таких как устойчивость к высоким температурам, коррозии и износу. Практическое применение бронзы находят в литейном производстве, в качестве сосудов для коррозионно-активных веществ. Поскольку эти металлы обладают исключительными высокотемпературными свойствами, они являются хорошими кандидатами для высокотемпературных применений, таких как конструкционные материалы для ядерных и термоядерных реакторов. Сочетание высоких температур плавления этих металлов с большой реакционной способностью создает серьезные проблемы при попытке измерить их свойства в жидком состоянии.

Большой технологический интерес к оксидным бронзам определяет важность исследований, направленных на понимание их теплофизических свойств, которые имеют ценность при изучении фазовых превращений, зародышеобразования, атомной динамики и физики поверхности, а также для промышленных процессов (рафинирование, литье и сварка) и для разработки сплавов.

Отсутствие данных о различных физических свойствах этих жидких металлов является следствием трудностей, присущих процессу проведения измерений при таких высоких температурах плавления. Поэтому важно использовать другие подходы, такие как методы теоретического и компьютерного моделирования, для извлечения информации об их статических, динамических и электронных свойствах в расплавленном состоянии.

В 30-е годы XX века интенсивное развитие потерпели методы квантовой механики, позволившие проводить расчеты электронной структуры небольших молекул. Так интенсивно развивающиеся и совершенствующиеся методы квантовой механики породили новый раздел химии под названием квантовая химия. К настоящему времени эта область химии является чрезвычайно развитой. С появлением компьютеров в 50-х годах появилась возможность обрабатывать большие объемы данных для решения задач статистической механики, решение которых производилось с помощью метода молекулярного моделирования, который на сегодняшний день является незаменимым методом исследования конденсированного состояния. По мере роста вычислительных возможностей все чаще используются *ab initio* молекулярно динамические модели. [2,3]

Авторами работы [10] был рассчитан ряд статистических, динамических и электронных свойств нескольких жидких $4d$ переходных металлов, с использованием моделирования *ab initio* молекулярной динамики (AIMD). Для большинства этих металлов это первое исследование AIMD, проведенное над ними.

Полученные результаты показывают очень хорошее совпадение с имеющимися экспериментальными данными, с которыми можно провести сравнение. Этот метод моделирования уже обеспечил точное описание некоторых статических, динамических и транспортных свойств остальных жидких металлов [8,9].

Вольфрам и вольфрамовые соединения широко используются во многих областях, таких как машиностроение, национальная оборона, аэрокосмическая промышленность и

химическая промышленность. Вольфрамит $[(Fe,Mn)WO_4]$ и шеелит $(CaWO_4)$ являются основными выгодными минеральными ресурсами вольфрама [6]. По производству и экспорту вольфрамовых соединений Китай имеет лидирующие позиции на мировом рынке. За последние пять лет более 80% мирового рынка вольфрама приходится на долю Китая [7].

Отечественная технология получения вольфрама имеет высокие затраты и недостаточно высокое качество получаемого продукта, что вызывает большую потребность в поисках новых технологических решений. Новое решение нашли китайские ученые. В работе [14] авторами разработан новый метод извлечения вольфрама из вольфрамитового концентрата. Стремясь исследовать устойчивый процесс извлечения вольфрама из вольфрамитового концентрата, авторами были исследованы поведение и механизм разложения вольфрамита в растворе соляной кислоты при атмосферном давлении. Результаты показали, что эффективность разложения вольфрамита достигла 99,3%, при оптимальных условиях. На начальном этапе выщелачивания вольфрам в основном растворялся в растворе соляной кислоты, когда растворение вольфрама достигало равновесия, непрореагировавшие частицы $[(Fe,Mn)WO_4]$ покрывались слоями вольфрамовой кислоты H_2WO_4 . Также накопление ионов железа и марганца (Fe^{2+} и Mn^{2+}) в растворе соляной кислоты снижало эффективность переработки вольфрамита. Чтобы избавиться от рециклов был использован метод атомизационно-окислительного термического разложения. Кроме того, было показано, что продукт расщепления вольфраматов - H_2WO_4 обладает превосходной способностью к выщелачиванию вольфрама в растворе $NH_3 \cdot H_2O$ с эффективностью выщелачивания WO_3 выше 99,5%. Обертывание вольфрамита кварцем является решающим фактором переработки. Эта работа может позволить разработать новый метод извлечения вольфрама из вольфрамитового концентрата, в обход процесса щелочного выщелачивания.

В 2019 году 9 октября была присуждена Нобелевская премия по химии американскому физику Джону Гуденафу, британскому химику Стэнли Уиттингэму и японскому химику Акире Йошино, которые разработали литий-ионные батареи. Благодаря своим уникальным свойствам эти легкие и мощные батареи нашли свое применение, начиная от телефонов и заканчивая международной космической станцией. Но, так как прогресс не стоит на месте аккумуляторные технологии на водной основе задвинули на второй план литий-ионные аккумуляторы из-за своей низкой стоимости, безопасности и экологичности [13].

Среди различных водных батарей перезаряжаемые водные цинк-ионные батареи привлекли огромное внимание во всем мире благодаря выдающимся свойствам цинкового анода. На сегодняшний день большинство исследований катодов для цинк-ионных батарей сосредоточено на оксидах ванадия. Однако их стабильность при циклировании все еще вызывает разочарование из-за серьезной деградации структуры и растворения ванадия. Недавно авторы работы [12] сообщили об успешном внедрении полианилина (ПАНИ) в слоистые ксерогели $V_2O_5 \cdot H_2O$ с получением нового гибридного органо-неорганического материала, а именно $(ПАНИ)_x \cdot V_2O_5 \cdot H_2O$, который обозначается как PAVO. Следовательно, готовый PAVO демонстрирует повышенную емкость и превосходную проводимость. Это исследование проливает свет на механизм растворения электродов на основе ванадия и дает широкие возможности для разработки аккумуляторов на водной основе с повышенной стабильностью, с высоким сроком службы, обеспечивая стабильную работу в течении месяца без явного затухания. Этот класс материалов можно рассматривать как полимерные или

молекулярные бронзы по аналогии со щелочными бронзами. Поэтому будет разработан новый набор органических/неорганических композитов молекулярного масштаба для достижения оптимизированных характеристик в будущем.

Наночастицы оксида вольфрама, накапливаясь в слизи толстой кишки улучшают терапию воспалительного заболевания кишечника с хорошей биобезопасностью, воздействуя на энтеробактерии. Терапевтический потенциал наночастиц оксида вольфрама хорошо себя продемонстрировал, значительно уменьшая воспаление кишечника, ослабляя бактериальную транслокацию и восстанавливая эпителии толстой кишки. Количественное определение элементов и результаты картирования показали увеличение сцепления вольфрама с энтеробактериями в слое слизистой оболочки толстой кишки, что ингибирует их рост за счет микробного метаболического перепрограммирования и улучшает колит. Все эти результаты дают представление о потенциальной нанотерапии наночастицами оксида вольфрама WO_3 против процессов инвазии микробиоты при лечении воспалительного заболевания кишечника [15].

В настоящее время внимание всего мира привлекают материалы, экранирующие солнечное тепло для архитектурного или автомобильного стекла [11]. Традиционное строительное стекло не обладает теплозащитными свойствами, что неизбежно увеличивает энергопотребление систем кондиционирования, кроме этого, сильное солнечное излучение ускоряет процесс деградации и старения материала. Большая доля энергопотребления зданий и тенденция ее увеличения из года в год, приводит к тяжелому энергетическому бремени, ухудшению состояния окружающей среды, что становится серьезной проблемой для нашей планеты. Энергия солнечного спектра находится в основном в диапазоне 200–2500нм, из которых на долю ультрафиолетового света в диапазоне 200–400нм приходится 5 % всей энергии; видимый свет с длиной волны от 400 до 720нм составляет 45% всей энергии; в то время как остальные 50% приходятся на ближний инфракрасный свет в диапазоне 720–2500нм. Среди них невидимым является инфракрасный свет, поэтому, блокируя эту часть энергии, можно добиться теплозащиты, не влияя на прозрачность стекла или покрытий. Потребность в получении новых материалов в индустрии интеллектуальных окон удовлетворяют новые теплозащитные материалы со спектрально-селективными свойствами превосходного поглощения инфракрасного излучения и высокой прозрачности на основе вольфрамовых бронз. Вольфрамовые бронзы являются отличными кандидатами для энергосберегающих окон. Эти материалы могут быть использованы также при фототермической терапии для лечения онкологических, некоторых кожных и инфекционных заболеваний.

Итак, мы видим, что оксидные бронзы имеют широкую область применения благодаря своим специфическим особенностям и огромные ценные перспективы, дающие исследователям важные и полезные указания по рациональной подготовке и разработке новых материалов. Благодаря отмеченным в этой статье достижениям и продолжающимся исследовательским усилиям в будущем можно ожидать уверенный прорыв в применении оксидных бронз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметзянов Р.Р., Фасхутдинов Х.С., Вагизов Т.Н., Гималтдинов И.Х., Шайхетдинова Р.С. Твердые смазочные материалы и их применение. // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №17(13), С.306-307.
2. Жилияев П.А., Стегайлов В.В. Ab initio молекулярная динамика: перспективы использования многопроцессорных и гибридных суперЭВМ // Вычислительные методы и программирование. 2012. Т. 13. С. 37-45.
3. Нрман Г.Э., Орехов Н.Д., Писарев В.В. Зачем и какие суперкомпьютеры эксафлопсного класса нужны в естественных науках. Программные системы: теория и приложения. 2015. Т. 6. С 243-311.
4. Павлова С.С., Котванова М.К., Сологубова И.А. Физико-химические свойства нанопорошков оксидных титановых бронз. // Мир современной науки. 2018. № 6, С.15-21.
5. Успажиев Р.Т., Шапиев С.Т., Маглаев Д.З. Коррозионная активность демеркуризирующих составов по отношению к сплаву Д16. В сборнике: Труды КНИИ РАН; под редакцией Батаева Д. К-С., Грозный. 2011. С. 21-24.
6. C. Liu, W. Zhang, S. Song, H. Li. Study on the activation mechanism of lead ions in wolframite flotation using benzyl hydroxamic acid as the collector. // Miner. Eng., № 141 (2019), Article 105859//.
7. H. Liu, H. Liu, C. Nie, J. Zhang, B. Steenari, C. Ekberg. Comprehensive treatments of tungsten slags in China: a critical review // Journal of Environmental Management, № 270 (2020), Article 110927//.
8. L. Calderin, L.E. Gonzalez, D.J. Gonzalez. Ab initio molecular dynamics study of the static, dynamic, and electronic properties of liquid mercury at room temperature //J. Chem. Phys., № 130 (2009). 194505 p.
9. L. Calderin, L.E. Gonzalez, D.J. Gonzalez. An ab initio study of the structure and dynamics of bulk liquid Cd and its liquid–vapor interface //J. Phys. Condens. Matter, № 25 (2013), 065102 p.
10. Luis E. Gonzalez, David J. Gonzalez First principles determination of static, dynamic and electronic properties of some liquid 4d transition metals near melting. // International Journal of Refractory Metals and Hard Materias. Volume 107. September 2022. 105898 p.
11. Luomeng Chao, Lihong Bao, Wei Wei. A review of recent advances in synthesis, characterization and NIR shielding property of nanocrystalline rare-earth hexaborides and tungsten bronzes. // Solar Energy, Volume 190. 15 September. 2019. Pp. 10-27.
12. Rui Li, Fei Xing, Tianyu Li. Intercalated polyaniline in V_2O_5 as a unique vanadium oxide bronze cathode for highly stable aqueous zinc ion battery // Energy Storage Materials. Volume 38. June 2021. Pp. 590-598.
13. T. Liu, X. Cheng, H. Yu, H. Zhu, N. Peng, R. Zheng, J. Zhang, M. Shui, Y. Cui. An overview and future perspectives of aqueous rechargeable polyvalent ion batteries // Energy Storage Materials. № 18 (2019). 68 p.
14. Yuanlin Chen, Qimeng Wang. A sustainable process for tungsten extraction from wolframite concentrate. // International Journal of Refractory Metals and Hard Materias. Volume 107, September 2022. 105903 p.

15. Yuting Qin, Ruifang Zhao. Colonic mucus-accumulating tungsten oxide nanoparticles improve the colitis therapy by targeting Enterobacteriaceae // *Nano Today*, 22 June, 2021, 101234 p.

REFERENCES

1. Akhmetzhanov R.R., Faskhutdinov H.S., Vagizov T.N., Himaletdinov I.H., Shaikhetdinova R.S. Solid lubricants and their application. // *Bulletin of Kazan Technological University*. 2014. No.17(13), pp.306-307.
2. Zhilyaev P.A., Stegailov V.V. Ab initio molecular dynamics: prospects for the use of multiprocessor and hybrid supercomputers // *Computational methods and programming*. 2012. Vol. 13. pp. 37-45.
3. Norman G.E., Orekhov N.D., Pisarev V.V. Why and which supercomputers of the exaflops class are needed in natural sciences. *Software systems: theory and applications*. 2015. Vol. 6. P. 243-311.
4. Pavlova S.S., Kotvanova M.K., Sologubova I.A. Physico-chemical properties of nanopowders of titanium oxide bronzes. // *The world of modern science*. 2018. No. 6, pp.15-21.
5. Uspazhiev R.T., Shapiev S.T., Maglaev D.Z. Corrosion activity of demercurizing compounds in relation to alloy D16. In the collection: *Proceedings of the Research Institute of the Russian Academy of Sciences*; edited by Bataev D. K.S., Grozny. 2011. pp. 21-24.
6. C. Liu, W. Zhang, S. Song, H. Li. Study on the activation mechanism of lead ions in wolframite flotation using benzyl hydroxamic acid as the collector. // *Miner. Eng.*, № 141 (2019), Article 105859//.
7. H. Liu, H. Liu, C. Nie, J. Zhang, B. Steenari, C. Ekberg. Comprehensive treatments of tungsten slags in China: a critical review // *Journal of Environmental Management*, № 270 (2020), Article 110927//.
8. L. Calderin, L.E. Gonzalez, D.J. Gonzalez. Ab initio molecular dynamics study of the static, dynamic, and electronic properties of liquid mercury at room temperature // *J. Chem. Phys.*, № 130 (2009). 194505 p.
9. L. Calderin, L.E. Gonzalez, D.J. Gonzalez. An ab initio study of the structure and dynamics of bulk liquid Cd and its liquid–vapor interface // *J. Phys. Condens. Matter*, № 25 (2013), 065102 p.
10. Luis E. Gonzalez, David J. Gonzalez First principles determination of static, dynamic and electronic properties of some liquid 4d transition metals near melting. // *International Journal of Refractory Metals and Hard Materias*. Volume 107. September 2022. 105898 p.
11. Luomeng Chao, Lihong Bao, Wei Wei. A review of recent advances in synthesis, characterization and NIR shielding property of nanocrystalline rare-earth hexaborides and tungsten bronzes. // *Solar Energy*, Volume 190. 15 September. 2019. Pp. 10-27.
12. Rui Li, Fei Xing, Tianyu Li. Intercalated polyaniline in V_2O_5 as a unique vanadium oxide bronze cathode for highly stable aqueous zinc ion battery // *Energy Storage Materials*. Volume 38. June 2021. Pp. 590-598.
13. T. Liu, X. Cheng, H. Yu, H. Zhu, N. Peng, R. Zheng, J. Zhang, M. Shui, Y. Cui. An overview and future perspectives of aqueous rechargeable polyvalent ion batteries // *Energy Storage Materials*. № 18 (2019). 68 p.

14. Yuanlin Chen, Qimeng Wang. A sustainable process for tungsten extraction from wolframite concentrate. // International Journal of Refractory Metals and Hard Materias. Volume 107, September 2022. 105903 p.
15. Yuting Qin, Ruifang Zhao. Colonic mucus-accumulating tungsten oxide nanoparticles improve the colitis therapy by targeting Enterobacteriaceae // Nano Today, 22 June, 2021, 101234 p.

УДК 598.2, 574.1, 639.1

DOI: 10.34824/VKNIRAN.2022.9.1.008

ДИНАМИКА ВЕСЕННИХ И ОСЕННИХ МИГРАЦИЙ ГНЕЗДЯЩИХСЯ ПЕРЕЛЕТНЫХ ПТИЦ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

© Гизатулин Игорь Игоревич

Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория биоразнообразия и экологии биологических систем, с.н.с., к.б.н., igorgizatulin@mail.ru

Аннотация. В статье впервые приводится амплитуда динамики весенних и осенних миграций гнездящихся перелетных птиц Чеченской Республики, с параметрами их сроков пребывания, по результатам анализа временной шкалы регистрации крайних дат прилета и отлета. Рекомендовано использование данных материалов органами исполнительной власти Чеченской Республики в областях экономики (сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, экологический туризм), в рамках национального проекта «Экология».

Ключевые слова: биологическое разнообразие, гнездящиеся перелетные птицы, динамика миграций, миграции птиц, органы исполнительной власти, фенологический сезон.

DYNAMICS OF SPRING AND AUTUMN MIGRATIONS NESTING AND MIGRATORY BIRDS OF THE CHECHEN REPUBLIC

© Gizatulin Igor Igorevich

Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; laboratory of biodiversity and ecology of biological systems, senior researcher, Ph.D., igorgizatulin@mail.ru

Abstract. The article presents for the first time the amplitude of the dynamics of spring and autumn migrations of breeding migratory birds of the Chechen Republic, with the parameters of their terms of stay, based on the results of the analysis of the time scale of registration of the extreme dates of arrival and departure. It is recommended to use these materials by the executive authorities of the Chechen Republic in the fields of economy (agriculture, hunting and forestry, ecological tourism), within the framework of the national project «Ecology».

Key words: biological diversity, breeding migratory birds, migration dynamics, bird migrations, executive authorities, phenological season.

Введение. Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 [17] сохранение биологического разнообразия отнесено к национальным целям и стратегическим задачам развития Российской Федерации на период до 2024 года.

Целью настоящих исследований являлось выяснение динамики весенних и осенних миграций, параметров сроков пребывания гнездящихся перелетных птиц, с разработкой рекомендаций органам исполнительной власти Чеченской Республики при принятии управленческих решений по их сохранению и рациональному использованию, как составной части биоразнообразия Чеченской Республики.

Материалы и методы исследований. Материалы исследований по динамике весенних и осенних миграций гнездящихся перелетных птиц собраны в рамках осуществления государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира [13]. Параметры сроков прилета и отлета видов птиц определялись крайними датами регистрации в соответствующем фенологическом сезоне, по результатам личных наблюдений, в период с 1981 года по настоящее время. При учете видов птиц и регистрации их фенологических явлений, использованы визуальные наблюдения и обследования гнезд, по стандартным методам стационарных маршрутных трансект и разовых экскурсионных выходов [1, 11]. Экологическая структура гнездовой фауны определялась подразделением птиц на комплексы по видоспецифичным гнездовым станциям. Географо-генетический анализ авифауны проводился по типологическому методу Б.К. Штегмана [18]. Русские и латинские названия птиц, с порядком их расположения, соответствуют таксономической схеме Л.С. Степаняна [15].

Результаты и обсуждение. В настоящее время на территории Чеченской Республики, в разные фенологические сезоны отмечено 324 вида птиц, из которых 212 являются достоверно гнездящимися [5]. В составе гнездящихся птиц 98 видов являются перелетными, покидающими регион в осенне-зимний период, что составляет 30,2% всей авифауны (Табл. 1). В таксономическом отношении видовой состав гнездящихся перелетных птиц, в соответствии с общепринятой классификацией А. Уэтмора [15], принадлежит к 34 семействам 14 отрядов. Из гнездящихся перелетных птиц, внесенных в Красные книги России и Чеченской Республики, в регионе встречаются 21 вид [6, 7, 8].

При рассмотрении биотопического распределения гнездящихся перелетных видов, в наибольшей степени проявляется дендрофильная группировка – 35 видов. Далее следует лимнофильная группировка, приуроченная к камышево-тростниковому поясу околородных пространств водоемов различных типов – 28 видов. Интразональная склерофильная группировка составляет 20 видов. Кампофильная группировка, населяющая степные и луговые станции республики составляет 15 видов.

В зоогеографическом отношении, авифауна гнездящихся перелетных видов складывается четырьмя типами фаун. Из широко распространенных в Палеарктике птиц здесь насчитывается 31 видов. Если их условно исключить из рассмотрения, то доминантами являются элементы Европейского типа, которые насчитывают 39 видов. В основном, как известно, это вселенцы дендрофильного комплекса из Европейских широколиственных лесов. Прежде всего, их преобладание объясняется наличием в республике обширной сети пояса широколиственных лесов, лесостепного пояса и лесов гидроморфных ландшафтов пойменного типа. Средиземноморские элементы – 24 вида, представляют собой гетероген-

ный комплекс из дендрофилов ксероморфных ландшафтов Европейского Средиземноморья, лимнофилов-реликтов Тетиса и пустынно-степных кампофилов. Монгольский тип фауны, представленный в основном выходцами холодных нагорных пустынь, составляет 11 видов. По одному виду, конек горный и мухоловка малая, проявляются соответственно Арктический и Сибирский типы фаун.

Таблица 1

**Параметры сроков пребывания гнездящихся перелетных птиц
на территории Чеченской Республики**

№	Вид	Месяц года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	Выпь малая <i>Ухорычус минутус (Linnaeus, 1758)</i>				25						06		
2.	Кваква <i>Нуктикорак нуктикорак (Linnaeus, 1758)</i>				08							09	
3.	Цапля желтая <i>Ардеола раллоидес (Scopoli, 1769)</i>				15					30			
4.	Цапля рыжая <i>Ардеа пурпуреа (Linnaeus, 1766)</i>			28								08	
5.	Аист черный <i>Сисония нигра (Linnaeus, 1758)</i>				04			28					
6.	Огарь <i>Тадорна ферригеа (Pallas, 1764)</i>			20								08	
7.	Пеганка <i>Тадорна тадорна (Linnaeus, 1758)</i>			11							06		
8.	Чернеть белоглазая <i>Аутиа пурока (Guldenschtadt, 1775)</i>			20								07	
9.	Скопа <i>Пандион халиаetus (Linnaeus, 1758)</i>				05			27					
10.	Осоед обыкновенный <i>Пернис апиворус (Linnaeus, 1758)</i>				25						06		
11.	Лунь луговой <i>Сиркус пигаргус (Linnaeus, 1758)</i>				08					30			
12.	Тювик европейский <i>Акциптер бревипес (Severtzov, 1850)</i>				08			28					
13.	Курганник <i>Бутео рифинус (Cretzschmar, 1827)</i>			19				20					
14.	Канюк обыкновенный <i>Бутео бутео (Linnaeus, 1758)</i>			09							14		
15.	Змеяяд <i>Сиркаетус галлицус (Gmelin, 1788)</i>				08					16			
16.	Орел карлик <i>Ниедраетус пеннату (S.G. Gmelin, 1771)</i>				05					05			
17.	Орел степной			19				27					

№	Вид	Месяц года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	<i>Aquila rapax</i> (Temminck, 1828)												
18.	Подорлик малый <i>Aquila pomarina</i> (C.L. Brehm, 1831)			28						05			
19.	Могильник <i>Aquila heliaca</i> (Savigny, 1809)				08					30			
20.	Чеглок <i>Falco subbuteo</i> (Linnaeus, 1758)				06					29			
21.	Кобчик <i>Falco vespertinus</i> (Linnaeus, 1766)				10						26		
22.	Пустельга степная <i>Falco naumanni</i> (Fleischer, 1818)			20							08		
23.	Перепел <i>Coturnix coturnix</i> (Linnaeus, 1758)				09							08	
24.	Красавка <i>Anthropoides virgo</i> (Linnaeus, 1758)				03					11			
25.	Погоньш <i>Porzana porzana</i> (Linnaeus, 1758)			28								08	
26.	Погоньш малый <i>Porzana parva</i> (Scopoli, 1769)				06						08		
27.	Коростель <i>Crex crex</i> (Linnaeus, 1758)				24						29		
28.	Авдотка <i>Burhinus oedipnemus</i> (Linnaeus, 1758)				08						08		
29.	Зуек малый <i>Charadrius dubius</i> (Scopoli, 1786)				20					05			
30.	Зуек каспийский <i>Charadrius asiaticus</i> (Pallas, 1773)				25				28				
31.	Зуек морской <i>Charadrius alexandrinus</i> (Linnaeus, 1758)				06					16			
32.	Ходулочник <i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus, 1758)				03				28				
33.	Шилоклювка <i>Recurvirostra avossetta</i> (Linnaeus, 1758)				12				20				
34.	Травник <i>Tringa totanus</i> (Linnaeus, 1758)				03					11			
35.	Перевозчик <i>Actitis hypoleucos</i> (Linnaeus, 1758)				06					16			
36.	Тиркушка луговая <i>Glareola pratincola</i> (Linnaeus, 1766)				06				27				
37.	Тиркушка степная <i>Glareola nordmanni</i> (Nordmann, 1842)				28				20				
38.	Крчка черная <i>Chlidonias niger</i> (Linnaeus, 1758)				30				28				
39.	Крчка белокрылая				26				20				

№	Вид	Месяц года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	<i>Chlidonias leucopterus</i> (Temminck, 1828)												
40.	Крчка речная <i>Sterna hirundo</i> (Linnaeus, 1758)			20					26				
41.	Крчка малая <i>Sterna albifrons</i> (Pallas, 1811)				17				28				
42.	Вяхирь <i>Columba palumbus</i> (Linnaeus, 1758)			19								02	
43.	Горлица обыкновенная <i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)				15					30			
44.	Кукушка обыкновенная <i>Cuculus canorus</i> (Linnaeus, 1758)				20					30			
45.	Сплюшка <i>Otus scops</i> (Linnaeus, 1758)				20						06		
46.	Козодой обыкновенный <i>Caprimulgus europaeus</i> (Linnaeus, 1758)				19						06		
47.	Стриж черный <i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)				06				20				
48.	Стриж белобрюхий <i>Apus melba</i> (Linnaeus, 1758)					11			21				
49.	Сизоворонка <i>Coracias garrulus</i> (Linnaeus, 1758)				18				27				
50.	Щурка золотистая <i>Merops apiaster</i> (Linnaeus, 1758)				18				19				
51.	Удод <i>Upupa epops</i> (Linnaeus, 1758)				03					30			
52.	Ласточка береговая <i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)				06						02		
53.	Ласточка деревенская <i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)			22						29			
54.	Ласточка скальная <i>Ptinionoprogne rupestris</i> (Scopoli, 1786)					03			26				
55.	Воронок <i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758)				14					02			
56.	Жаворонок малый <i>Calandrella cinerea</i> (Gmelin, 1789)			19							29		
57.	Жаворонок серый <i>Calandrella rufescens</i> (Vieillot, 1820)			19							14		
58.	Жаворонок лесной <i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)			16						16			
59.	Конек полевой <i>Anthus campestris</i> (Linnaeus, 1758)				07					05			
60.	Конек горный <i>Anthus spinoletta</i> (Linnaeus, 1758)			20						23			
61.	Трясогузка черноголовая				06					11			

№	Вид	Месяц года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	<i>Motacilla feldegg (Michahelles, 1830)</i>												
62.	Жулан обыкновенный <i>Lanius collurio (Linnaeus, 1758)</i>				17					21			
63.	Сорокопут чернолобый <i>Lanius minor (Gmelin, 1788)</i>					17			26				
64.	Иволга обыкновенная <i>Oriolus oriolus ((Linnaeus, 1758)</i>					04			20				
65.	Скворец розовый <i>Sturnus roseus (Linnaeus, 1758)</i>					01			20				
66.	Сверчок соловьиный <i>Locustella luscinioides (Savi, 1824)</i>				06				26				
67.	Сверчок обыкновенный <i>Locustella naevia (Boddaert, 1783)</i>				26					16			
68.	Камышевка тонкоклювая <i>Luscinola melanopogon (Temminck, 1840)</i>					17			26				
69.	Камышевка-барсучок <i>Acrocephalus schoenobaenus (Linnaeus, 1758)</i>				24						28		
70.	Камышевка индийская <i>Acrocephalus agricola (Jerdon, 1845)</i>				25				28				
71.	Камышевка болотная <i>Acrocephalus palustris (Bechstein, 1798)</i>				24					16			
72.	Камышевка тростниковая <i>Acrocephalus scirpaceus (Hermann, 1804)</i>					16				11			
73.	Камышевка дроздовидная <i>Acrocephalus arundinaceus (Linnaeus, 1758)</i>				26					11			
74.	Пересмешка бледная <i>Hippolais pallida (Hempr. et Ehrenberg, 1833)</i>					16				05			
75.	Славка ястребиная <i>Sylvia nisoria (Bechstein, 1795)</i>				19				19				
76.	Славка черноголовая <i>Sylvia atricapilla (Linnaeus, 1758)</i>				15					29			
77.	Славка садовая <i>Sylvia borin (Boddaert, 1783)</i>				08					16			
78.	Славка серая <i>Sylvia communis (Latham, 1787)</i>				19					30			
79.	Славка белоусая <i>Sylvia mystacea (Menetries, 1832)</i>				06				20				
80.	Пеночка-теньковка <i>Phylloscopus collybita (Vieillot, 1817)</i>				08					29			
81.	Пеночка кавказская <i>Phylloscopus lorenzii (Lorenz, 1887)</i>			22						27			
82.	Пеночка желтобрюхая <i>Phylloscopus nitidus (Blyth, 1843)</i>			22						30			
83.	Мухоловка-белошейка				08					16			

№	Вид	Месяц года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	<i>Ficedula albicollis</i> (Temminck, 1829)												
84	Мухоловка малая <i>Ficedula parva</i> (Bechstein, 1794)				17					11			
85	Мухоловка серая <i>Muscicapa striata</i> (Pallas, 1764)				08					29			
86	Чекан черноголовый <i>Saxicola torquata</i> (Linnaeus, 1766)				06				20				
87	Каменка обыкновенная <i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus, 1758)			11					28				
88	Каменка-пleshанка <i>Oenanthe pleschanka</i> (Lepechin, 1770)			22						02			
89	Каменка-плясунья <i>Oenanthe isabellina</i> (Temminck, 1829)			20						05			
90	Дрозд каменный пестрый <i>Monticola saxatilis</i> (Linnaeus, 1776)				27					27			
91	Дрозд каменный синий <i>Monticola solitarius</i> (Linnaeus, 1758)				16					20			
92	Горихвостка обыкновенная <i>Phoenicurus phoenicurus</i> (Linnaeus, 1758)				06						06		
93	Горихвостка-чернушка <i>Phoenicurus ochruros</i> (S.G. Gmelin, 1774)				16						20		
94	Соловей южный <i>Luscinia megarhynchos</i> (C.L. Brehm, 1831)				19				29				
95	Дрозд певчий <i>Turdus philomelos</i> (C.L. Brehm, 1831)			19							14		
96	Воробей черногрудый <i>Passer hispaniolensis</i> (Temminck, 1820)					16					28		
97	Чечевица обыкновенная <i>Carpodacus erythrinus</i> (Pallas, 1770)				15					09			
98	Овсянка черноголовая <i>Emberiza melanocephala</i> (Scopoli, 1769)				24				28				

Примечание: число месяца года – крайняя дата регистрации пребывания вида в регионе.

Период весеннего прилета птиц в целом длится с первой декады марта по вторую декаду мая. При рассмотрении регистрации крайних дат прилета числа видов по временной шкале, выделяются три поступательные волны (рис. 1).

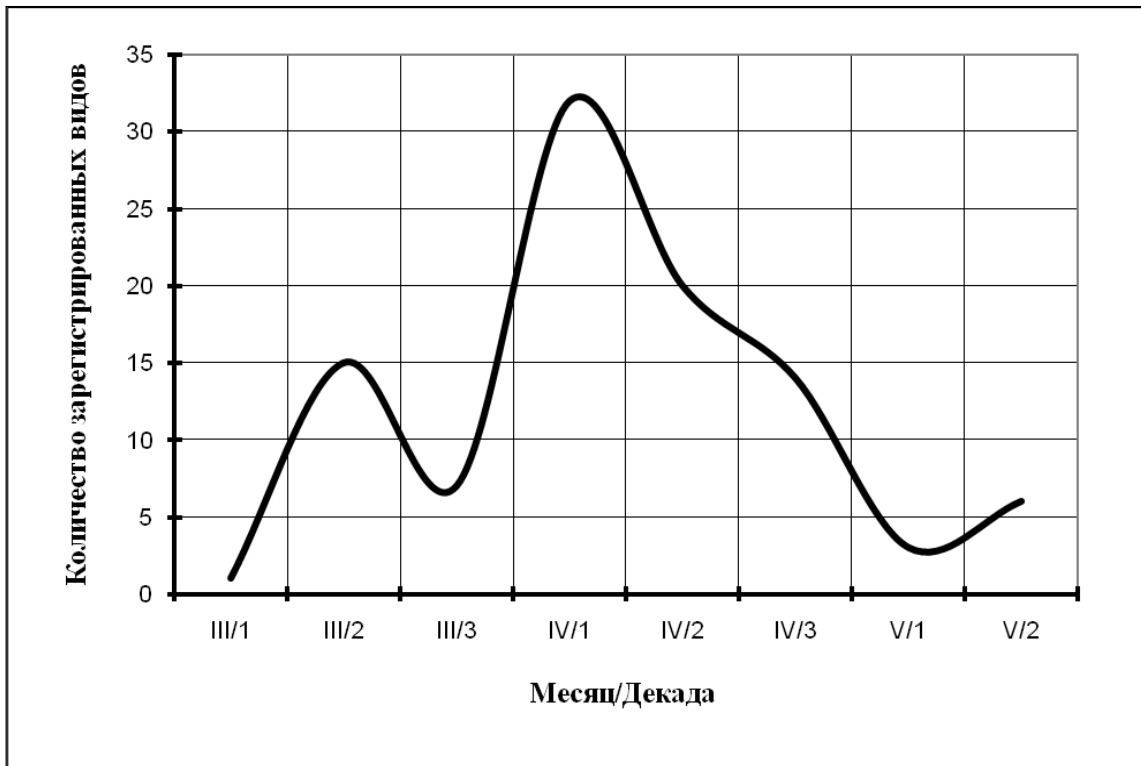


Рис. 1. Динамика весеннего прилета гнездящихся перелетных птиц Чеченской Республики

Первая волна приходится на вторую декаду марта – 15 видов. Всего в этом месяце отмечается появление 23 видов. Для многих из них прилет имеет стайный характер. Первыми после зимнего перерыва появляются, как правило, огарь, пеганка, чернеть белоглазая, крачка речная, жаворонки малый, серый и лесной. В основном это виды лимнофильного и кампофильного комплексов, для которых уже имеются доступные трофические и защитные станции, в связи с освобождением водоемов и открытых пространств от ледостава и снежного покрова [3]. Вторая волна проявляется в первой декаде апреля и наиболее выражена. Это время связано с прилетом 32 видов, представителей большинства таксономических групп и экологических комплексов гнездящихся перелетных птиц [10]. Всего в течение апреля наблюдается прилет 66 видов. Третья волна падает на вторую декаду мая, менее выражена и соответствует стадии завершения периода весеннего прилета. Она формируется в основном представителями насекомоядных опушечно-кустарниковых дендрофилов, таких как сорокопут чернолобый, пересмешка бледная, воробей черногрудый [2]. В начале мая для этой экологической группы уже в достаточной степени присутствуют репродуктивные станции (деревья и кустарники покрываются листвой) и трофические ресурсы (появляется большинство насекомых). Завершают весенний прилет в конце мая многие камышевки – тонкоклювая и тростниковая, что связано с появлением зеленого подроста камышево-тростниковых зарослей, являющихся их гнездовыми станциями.

Период осеннего отлета продолжается со второй декады августа по первую декаду ноября. В целом его динамика проявляет волнообразный, пульсирующий характер (рис. 2).

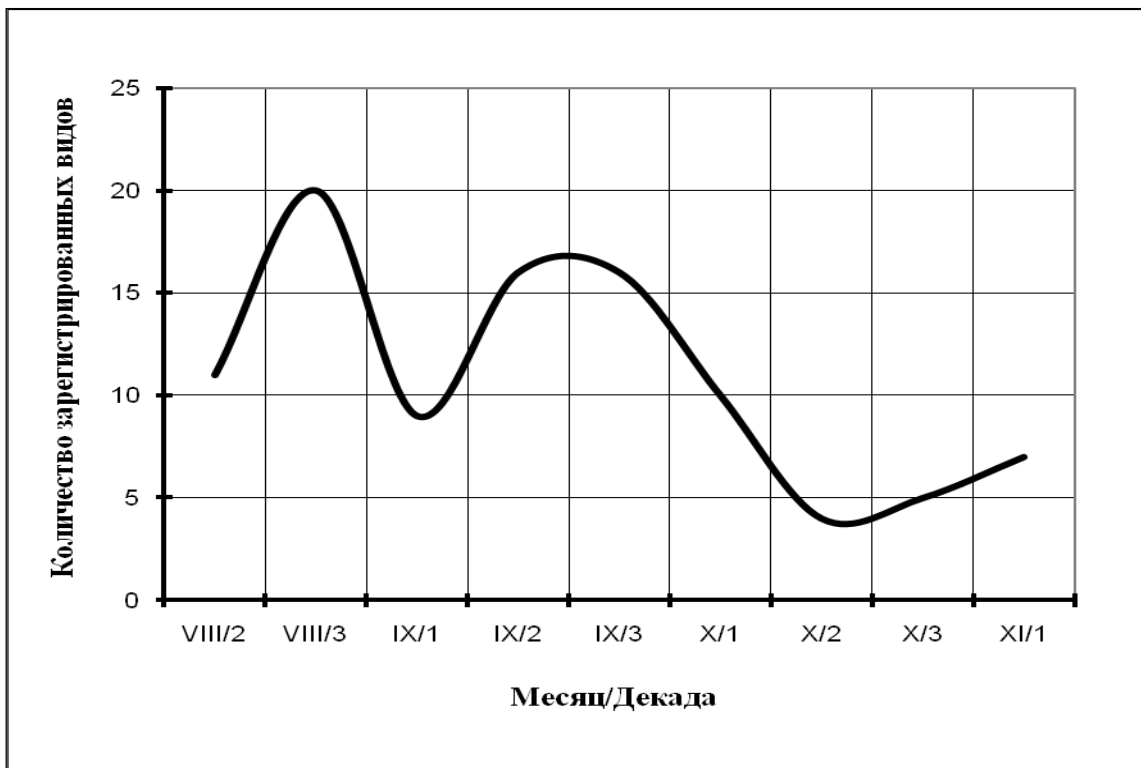


Рис. 2. Динамика осеннего отлета гнездящихся перелетных птиц Чеченской Республики

Первая волна приходится на третью декаду августа – 20 видов. Начинают покидать регион такие дендрофилы как обыкновенная иволга, славки ястребиная и белоусая, чекан черноголовый. Пик отлета большинства видов отмечается во второй и третьей декадах сентября. В основном это представители отрядов воробьинообразных и соколообразных [2,4]. Всего в этом месяце отмечается отлет 41 видов. В дальнейшем наблюдается падение амплитуды количественных параметров регистрации осеннего отлета. Завершается отлет в первой декаде ноября. В основном регион покидают представители лимнофильного комплекса, такие как кваква, цапля рыжая, огарь, чернеть белоглазая. Как правило, эти виды задерживаются до периода устойчивых заморозков, с образованием сплошных ледоставов на водоемах.

Заключение. По временной шкале регистрации крайних дат прилета и отлета видов, динамика весенних и осенних миграций гнездящихся перелетных птиц проявляет волнообразный, пульсирующий характер. В период весенних миграций выделяются три поступательные волны: во второй декаде марта, первой декаде апреля и второй декаде мая. Период осенних миграций наиболее выражен в третьей декаде августа. Окончание отлета приходится на первую декаду ноября. На динамику миграционных потоков влияют в основном такие факторы как аутоэкологические особенности вида (доступность трофических, репродуктивных и защитных станций), расположение популяции в пределах гнездового ареала и климатические условия года. В свою очередь, характер динамики весенних и осенних миграционных потоков влияет на параметры сроков пребывания гнездящихся перелетных птиц на территории республики.

По имеющимся данным государственного мониторинга, состояние охотничьих ресурсов птиц в Чеченской Республике в основном стабильно [9]. В результате принимаемых

мер по реализации стратегии сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных растений и грибов в Российской Федерации на период до 2030 года [16], в отношении ряда видов птиц, внесенных в Красную книгу Чеченской Республики, достигнуты определенные успехи. В том числе, таких как северокавказский фазан, численность которого стабилизировалась и составляет около 1500 пар [8].

Данные материалы могут быть использованы при принятии управленческих решений в областях экономики Чеченской Республики (сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, экологический туризм), в том числе, при установлении сроков весенней и осенней охоты, в соответствии с существующими Правилами охоты [14] и в рамках федерального проекта «Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма» национального проекта «Экология» [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бибби К., М. Джонс, С. Марсден. Методы полевых экспедиционных исследований. Исследования и учеты птиц. Перевод с английского. М., 2000. 186 с.
2. Гизатулин И.И. К фауне воробьиных птиц Чечено-Ингушской АССР // Орнитологические ресурсы Северного Кавказа. Ставрополь, 1989. С. 27-30.
3. Гизатулин И.И., Точиев Т.Ю. К фауне куликов Чечено-Ингушетии // Орнитологические ресурсы Северного Кавказа. Ставрополь, 1989. С. 30-34.
4. Гизатулин И.И., Ильях М.П. Хищные птицы Чечни и Ингушетии // Кавказский орнитологический вестник. Вып. 12. Ставрополь, 2000. С. 48-54.
5. Гизатулин И.И., Хохлов А.Н., Ильях М.П. Птицы Чечни и Ингушетии. Ставрополь, 2001. 141 с.
6. Гизатулин И.И. Птицы // Красная книга Чеченской республики. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Грозный, 2007. С. 308-367.
7. Гизатулин И.И. Редкие и исчезающие птицы Чеченской республики // Материалы XVIII Международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России. Грозный, 2016. С. 29-33.
8. Гизатулин И.И. Птицы // Красная книга Чеченской республики (второе издание). Ростов-на-Дону, 2020. С. 400-430.
9. Информация об объектах животного мира // Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Чеченской Республики в 2020 году. Грозный, 2021. С. 91-92.
10. Казаков Б.А., Ломадзе Н.Х., Белик В.П., Хохлов А.Н., Тильба П.А., Пишванов Ю.В., Прилуцкая Л.И., Комаров Ю.Е., Поливанов В.М., Емтыль М.Х., Бичерев А.П., Олейников Н.С., Заболотный Н.Л., Кукиш А.И., Мягкова Ю.Я., Точиев Т.Ю., Гизатулин И.И., Витович О.А., Динкевич М.А. Птицы Северного Кавказа // Том 1. Ростов-на-Дону, 2004. 397 с.
11. Наумов Р.Л. Методика абсолютного учета птиц в гнездовой период на маршрутах // Зоологический журнал. Т. 44, Вып. 1. М.: 1963. С. 81-94.
12. Паспорт федерального проекта «Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма» // Приложение к протоколу заседания проектного комитета по национальному проекту «Экология» от 21 декабря 2018 г. № 3.

13. Порядок ведения государственного мониторинга и государственного кадастра объектов животного мира // Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30 июня 2021 г. № 456.
14. Об утверждении Правил охоты // Приказ Минприроды России от 24 июля 2020 г. № 477.
15. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР. М., 1990. 726 с.
16. Стратегия сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов в Российской Федерации на период до 2030 года // Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 февраля 2014 г. № 212-р.
17. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года // Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204.
18. Штегман Б.К. Основы орнитогеографического деления Палеарктики // Фауна СССР. Птицы. Т. 1, вып. 2. М., 1938. 208 с.

REFERENCES

1. Bibby K., M. Jones, S. Marsden. Field expedition research methods. Research and counts of birds. Translation from English. М., 2000. 186 p.
2. Gizatulin I.I. To the fauna of passerine birds of the Chechen-Ingush ASSR // Ornithological resources of the North Caucasus. Stavropol, 1989. Pp. 27-30.
3. Gizatulin I.I., Tochiev T.Yu. To the fauna of the waders of Chechen-Ingushetia // Ornithological resources of the North Caucasus. Stavropol, 1989. Pp. 30-34.
4. Gizatulin I.I., Ilyukh M.P. Birds of prey of Chechnya and Ingushetia // Caucasian Ornithological Bulletin. Vol. 12. Stavropol, 2000. Pp. 48-54.
5. Gizatulin I.I., Khokhlov A.N., Ilyukh M.P. Birds of Chechnya and Ingushetia. Stavropol, 2001. 141 p.
6. Gizatulin I.I. Birds // Red Book of the Chechen Republic. Rare and endangered species of plants and animals. Grozny, 2007. Pp. 308-367.
7. Gizatulin I.I. Rare and endangered birds of the Chechen Republic // Materials of the XVIII International Scientific Conference «Biological diversity of the Caucasus and the South of Russia». Grozny, 2016. Pp. 29-33.
8. Gizatulin I.I. Birds // Red Book of the Chechen Republic (second edition). Rostov-on-Don, 2020. Pp. 400-430.
9. Information about wildlife objects // State report on the state and environmental protection of the Chechen Republic in 2020. Grozny, 2021. Pp. 91-92.
10. Kazakov B.A., Lomadze N.H., Belik V.P., Khokhlov A.N., Tilba P.A., Pishvanov Yu.V., Prilutskaya L.I., Komarov Yu.E., Polivanov V.M., Emtyl M.H., Bicherev A.P., Oleinikov N.S., Zabolotny N.L., Kukish A.I., Myagkova Yu.Ya., Tochiev T.Yu., Gizatulin I.I., Vitovich O.A., Dinkevich M.A. Birds of the North Caucasus // Volume 1. Rostov-on-Don, 2004. 397 p.
11. Naumov R.L. Methodology of absolute accounting of birds in the nesting period on routes // Zoological journal. Vol. 44, Issue 1. М.: 1963. Pp. 81-94.

12. Passport of the federal project «Conservation of biological diversity and development of ecological tourism» // Appendix to the minutes of the meeting of the project committee on the national project «Ecology» dated December 21, 2018. № 3.
13. The procedure for conducting state monitoring and state cadastre of wildlife objects // Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation № 456 dated June 30, 2021.
14. Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation «On approval of Hunting Rules» № 477 dated 24.07.2020.
15. Stepanyan L.S. Synopsis of ornithological fauna of the USSR. M., 1990. 726 p.
16. Strategy for the conservation of rare and endangered species of animals, plants and fungi in the Russian Federation for the period up to 2030 // Decree of the Government of the Russian Federation of February 17, 2014 № 212-R.
17. Decree of the President of the Russian Federation «On National goals and strategic objectives of the Development of the Russian Federation for the period up to 2024» № 204 dated May 7, 2018.
18. Shtegman B.K. Fundamentals of ornithogeographic division of the Palearctic // Fauna of the USSR. Birds. Vol. 1, vol. 2. Moscow, 1938. 208 p.

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ГЕОГЕЛЬМИНТОЗАМИ (АСКАРИДОЗОМ) НАСЕЛЕНИЯ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ЗА 2017-2019 гг.

© Умаров Руслан Мухадиевич

Академия наук Чеченской Республики, Российская Федерация, г. Грозный;
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела биологических
ресурсов, umrusmuh@mail.ru

Аннотация. В статье приводится краткая оценка заболеваемости гельминтозами в Чеченской Республике за период с 2017 по 2019 годы. Дана подробная оценка инвазированности аскаридозом населения, в том числе детей до 14 лет, за тот же период. Приведены трехлетние данные по 12 районам республики, г. Аргун и г. Грозный. При общей тенденции сокращения в республике заболеваемости детей аскаридозом в отдельных районах г. Грозный и по республике в целом отмечен слабый рост его в 2019 г.; в сравнении с 2018; в ряде других районов (Шелковском, Гудермесском, Наурском, Веденском, Шатойском, Ножай-Юртовском районах и г. Аргун), напротив – устойчивое его снижение. На фоне снижения общей заболеваемости аскаридозом и показателей на 100 тыс. населения наблюдается слабый рост инвазированности детского населения. Предусмотрены меры по профилактике гельминтозов и оздоровлению населения республики.

Ключевые слова: гельминтозы, аскаридоз, распространение, заболеваемость, профилактика.

THE INCIDENCE OF ASCARIS LUMBRICOIDES POPULATION OF THE CHECHEN REPUBLIC FOR THE 2017-2019 BIENNIUM

© Umarov Ruslan Mukhadievich

Academy of Sciences of the Chechen Republic, Russian Federation, Grozny; candidate of biological sciences, leading researcher of the department of biological Resources,
umrusmuh@mail.ru

Abstract. The article provides a brief assessment of the incidence of helminthiasis in the Chechen Republic for the period from 2017 to 2019. A detailed assessment of the ascariasis invasion of the population, including children under 14 years of age, is given for the same period. Three-year data are given for 12 regions of the republic, the city of Argun and G. Grozny. With a general tendency towards a decrease in the incidence of ascariasis among children in the republic in certain districts, in Grozny and in the republic as a whole, a slight increase was noted in 2019; in comparison with 2018; in a number of other districts (Shelkovsky, Gudermessky, Naursky, Vedensky,

Shatoysky, Nozhai-Yurtovsky districts and the city of Argun), on the contrary, its steady decline. Against the background of a decrease in the overall incidence of ascariasis and indicators per 100 thousand of the population, there is a slight increase in the invasion of the child population. Measures are provided for the prevention of helminthiasis and the destruction of the population of the republic.

Key words: helminthiasis, ascariasis, spread, morbidity, prevention.

Введение. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 1,4 млрд. человек, а это четвертая часть населения Земли, поражена кишечными гельминтозами. От общей ежегодной смертности во всем мире (50 млн. человек) на инфекционные и паразитарные болезни приходится 17 млн. На сегодняшний день они остаются ведущими среди причин смерти. Ситуация по паразитарным заболеваниям, по данным ВОЗ, оценивается как достаточно серьезная. В настоящее время в мире насчитывается порядка 300 гельминтозов человека, хотя массово распространены не все.

Паразитические черви по особенностям своего развития распределены на три группы: биогельминты, геогельминты и контактные гельминты [2].

Наибольший процент (91%) в структуре гельминтозов приходится на энтеробиоз и аскаридоз (8%). Из числа выявленных с гельминтозами на долю детского населения приходится пораженных энтеробиозом – 92,3%, аскаридозом, 71,1%, трихоцефалезом – 61,5%, токсокарозом – 66,2% [4].

Хроническое течение заболевания является особенностью большинства гельминтозов, связанное с длительным присутствием возбудителя в организме и многократными повторными заражениями [1].

Гельминтозы у детей, как правило, сопровождаются разнообразными неспецифическими клиническими проявлениями: слабостью, утомляемостью, раздражительностью, нарушениями сна, диспепсическими явлениями, замедлением роста и прибавки в весе, снижением иммунного статуса [1].

В целях профилактики контактных гельминтозов в детских дошкольных учреждениях проводят необходимые меры по оздоровлению источников инвазии, предупреждению передачи возбудителя. Выявление детей, пораженных контактными гельминтозами, осуществляется ежегодно одновременным обследованием всех детей и всего персонала дошкольных организаций.

Проводимые профилактические мероприятия по контактным гельминтозам в детских и подростковых коллективах предусматривают разрыв механизма передачи возбудителей, проведение санитарно-паразитологического контроля в дошкольных учреждениях, санитарно-гигиенических и дезинвазионных мероприятий, информационного обеспечения между всеми заинтересованными службами [4].

Целью настоящего исследования – изучение состояния заболеваемости гельминтозами населения республики и выявление наиболее часто встречающихся паразитозов, разработки профилактических и оздоровительных мероприятий.

Объекты и методика выполнения работы. Исследования проводились в 2017–2019 гг. на территории Чеченской Республики с охватом населенных пунктов, расположенных в разных климатогеографических поясах республики.

Для исследования кала на наличие яиц аскарид пробу массой в 2 г. помещали в стаканчики емкостью 50 мл с небольшим количеством воды, размешивали, постепенно добавляя воду через специальную сетку с размерами ячеек 0,51-0,52 микрона и исследовали по общепринятой в гельминтологии методике.

Пробы кала у детей и взрослых отбирали с привлечением медперсонала данных районов. Анализ материала на наличие яиц аскарид проводили в лабораториях по методу Фюллеборна (с раствором аммиачной селитры) и методу Г.А. Котельникова и А.М. Хренова (с использованием целлофановой пленки).

Результаты исследований. При изучении зараженности аскаридами и острицами различных групп населения нами было обращено внимание на выяснение патогенности *Ascaris lumbricoides*, очаговость появления, и степень её распространения.

Аналогичные исследования проводились по изучению взаимосвязи между обсемененностью объектов внешней среды и заболеваемостью населения Чеченской Республики геогельминтозами с целью выявления основных факторов передачи [4].

Таблица 1

Гельминтологические исследования, проведенные на территории Чеченской Республики (количество обследованных людей)

Гельминтозы	Всего проведено исследований		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Аскаридоз	1081	643	808
Энтеробиоз	29500	28401	26704
Трихоцефалез	10	10	6
Геминтолепидоз	15	6	5
Лямблиоз	50	50	45
Тениаринхоз	4	2	2
Прочие гельминтозы	41739	29112	30399
Итого проведено исследований по республике	72399	61123	57969

Таблица 2

Общая паразитарная заболеваемость населения в Чеченской Республике за период 2017-2019 гг. (количество инвазированных людей)

Годы наблюдений	Всего по республике		Детское население	
	Абсолютное число	Показатель на 100 тыс. населения	Из них дети до 14 лет	Показатель на 100 тыс. населения
2017	2352	166,6	1914	135,6
2018	912	63,5	444	78,4
2019	685	46,9	649	156,9

В структуре паразитозов в 2017 году на долю энтеробиоза приходится 66,7%, аскаридоза – 27,9%, трихоцефалеза – 0,3%, лямблиоза – 2,2%, гименолепидоза – 0,4%, тениаринхоза – 0,1%, токсокароза – 1,9%, токсоплазмоза – 0,3%.

В 2018 году на энтеробиоз приходилось 76,7%, аскаридоз – 22,2%, трихоцефалез – 0,1%, лямблиоз – 0,5%, токсокароз – 0,2, трихинеллез – 0,1.

В 2019 году энтеробиоз составил 55,0%, аскаридоз – 33,4%, трихоцефалез – 1,0%, лямблиоз – 9,2%, токсокароз – 1,2, гименолепидоз (карликовый цепень), незафиксированный в предыдущий год – 0,1% [3].

Таблица 3

**Заболееваемость населения Чеченской Республики основными гельминтозами
в 2017-2019 годах**

Годы	Аскаридоз		Трихоцефалез		Энтеробиоз		Лямблиоз	
	абсол. число	на 100 тыс. населения	абсол. число	на 100 тыс. населения	абсол. число	на 100 тыс. населения	абсол. число	на 100 тыс. населения
2017	658	45,8	9	0,6	1568	109,3	54	3,7
2018	203	14,1	1	0,07	700	48,8	5	0,3
2019	229	15,7	7	0,5	377	25,9	63	4,3

В 2017 г. зарегистрировано больных аскаридозом 658 человек, в 2018 г. – 203, в 2019 г. – 229. Средние показатели заболеваемости на 100 тыс. населения по тем же годам составляет соответственно: 45,8; 14,1 и 15,7 человек. Как видно, в последние два года, в сравнении с 2017, инвазированность населения аскаридозом резко снизилась, хотя в 2019 г. оказалась несколько выше, чем в 2018 г. (табл. 3).

Трихоцефалез (инфекция, вызываемая *Trichuris trichiura*) в указанные годы отмечен лишь у небольшого числа населения: в 2017 г., у 9 человек, в 2018 г. – 1, в 2019 – 7; после резкого сокращения (до минимума) инвазированных, отменного в 2018 г., произошло заметное его увеличение в 2019 г., однако в рассматриваемые годы инвазированность этим паразитом не достигала 1% (табл. 3).

Энтеробиоз (вызванный острицей – *Enterobius vermicularis*) – наиболее распространенное из гельминтозов заболевание, охватывающее в республике наибольшее количество людей. Следует, однако, отметить положительную тенденцию резкого снижения заболеваемости от 1568 (в 2017 г.) до 377 (в 2019 г.) человек; подобное наблюдается и при учете инвазированных на 100 тыс. населения (табл. 3),

Лямблиоз (вызывается простейшими организмами – лямблиями (*Giardia intestinalis*), паразитирующими в тонкой кишке человека и некоторых животных). Значительно реже, чем энтеробиоз и аскаридоз, но в 5-6 раз чаще трихоцефалёза фиксируемое в республике заболевание. Многократное снижения его (с 54 человек в 2017 г.) до 5 (в 2018 г.) отмечен относительно резкий рост (до 63 человек) в 2019 г., что подтверждается и показателями заболеваемости на 100 тыс. населения (табл. 3).

Как видно, из 4 рассматриваемых гельминтозов наиболее распространенным среди населения республики является энтеробиоз, на втором месте – аскаридоз; многократно реже пораженность лямблиозом и наименьшая трихоцефалезом. Сказанное о соотношении заболеваемости разными гельминтозами по годам подтверждаются и данными таблицы 3. Необходимо лишь отметить, что при закономерном снижении заболеваемости энтеробиозом с 2017 по 2019 г. (см. табл. 2), доля энтеробиоза среди всех паразитозов в 2018 г. заметно возрастает, после чего (в 2019 г.) вновь снижается (табл. 4).

Заболевшие дети до 14 лет составили 92,6% от общей заболеваемости аскаридозом. На долю городских жителей приходится – 32,7%, сельских жителей – 67,2% [5].

Таблица 4

Удельный вес паразитозов в структуре инфекционной заболеваемости за период 2017-2019 гг. (в %)

Годы	Аскаридоз		Трихоцефалез		Энтеробиоз		Лямблиоз	
	от всех паразитозов	от общей заболеваемости	от всех паразитозов	от общей заболеваемости	от всех паразитозов	от общей заболеваемости	от всех паразитозов	от общей заболеваемости
2017	27,9	2,2	0,3	0,02	66,7	5,2	2,3	0,2
2018	22,2	1,0	0,1	0,005	76,7	3,4	0,5	0,02
2019	33,4	1,2	1,0	0,04	55,0	2,1	9,2	0,3

Ниже мы более подробно остановимся на анализе инвазированности населения разных районов и городов республики в 2017-2019 годы. При этом в районах (Шалинский, Грозненский, Курчалоевский, Шелковской, Гудермесский, Надтеречный, Наурский, Урус-Мартановский, Веденский, Шатойский, Ножай-Юртовский, Ачхой-Мартановский) и городах (Аргун, Грозный) республики учтены общее количество людей, инвазированных аскаридозом, число детей до 14 лет и показатель пораженности на 100 тысяч населения (табл. 5).

Таблица 5

Заболеваемость населения аскаридозом в Чеченской Республике за период 2017-2019 гг. (количество людей)

Районы Чеченской Республики	2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	Абсолютное число	Из них дети до 14 лет	Показ. на 100 тыс. насел.	Абсолютное число	Из них дети до 14 лет	Показ. на 100 тыс. насел.	Абсолютное число	Из них дети до 14 лет	Показ. на 100 тыс. насел.
Шалинский	27	20	20,8	7	5	5,4	9	8	6,7
Грозненский	28	19	21,8	3	2	0,8	115	110	80,7
Курчалоевский	31	20	24,6	5	4	3,9	8	7	6,12
Шелковской	26	21	43,0	4	3	6,6	0	0	0
Гудермесский	29	15	20,2	8	7	5,6	0	0	0
Надтеречный	35	21	55,9	5	4	7,9	10	8	15,8
Наурский	28	19	47,8	2	2	3,4	0	0	0
Урус-Мартановский	25	22	17,9	9	8	6,4	5	4	3,5
Веденский	29	21	73,6	7	5	17,8	0	0	0

Продолжение таблицы

Шатойский	23	18	119,1	3	2	15,5	0	0	0
Ножай-Юртовский	28	20	48,6	2	1	3,5	0	0	0
Ачхой-Мартановский	22	19	25,4	6	5	6,9	7	7	7,8
г. Аргун	24	17	66,0	5	3	13,7	0	0	0
г. Грозный	303	265	104,2	137	8	27,3	75	68	78,1
Итого по Республике	658	517	46,6	203	139	14,1	229	212	15,7

Из таблицы 5 просматривается тенденция закономерного снижения заболеваемости аскаридозом после 2017 г. в Шелковском, Гудермесском, Наурском, Урус-Мартановском, Веденском, Шатойском, Ножай-Юртовском районах и в городах Аргун и Грозный. В 2018 г. в сравнении с 2017 г. заболеваемость аскаридозом резко снизилась, после чего едва заметно (в Ачхо-Мартановском районе), слабо (Шалинский, Курчалоевский Надтеречный районы) или значительно возросла (Грозненский район).

Среди общего числа пораженных аскаридозом в конкретных районах на долю детей до 14 лет приходится: в 2017 году от 51,7 до 88%, в 2017 – от 50-100%, в 2019 – 80-100%. В рассматриваемый 3-летний период заметно снижается процент заболеваемости детей в Шелковском, Веденском, Ножай-Юртовском, Шатойском районах, г. Аргун и вовсе не проявляется в 2019 г. В Шалинском, Грозненском, Ачхой-Мартановском районах и в г. Грозный после снижения в 2018 г. она вновь заметно возрастает. Аналогичное наблюдается при анализе детской заболеваемости в городе Грозном и по республике в целом.

В Шалинском, Грозненском, Ачхой-Мартановском районах и в г. Грозный после снижения (в 2018 г.) зараженность аскаридозом в 2019 г вновь возрастает. В Курчалоевском районе заболеваемость детского населения с 2017 по 2019 год возрастает.

Важным является показатель заболеваемости аскаридозом на 100 тыс. населения (табл. 5). По районам республики он колеблется в интервале 17,9-119,1 человек в 2017 году, при большей инвазированности в Шатойском (119,1), Веденском (73,6), Надтеречном (55,9), Ножай-Юртовском (48,6), Наурском (47,8) районах, городах Грозный (104,2) и Аргун (66 человек). Показатель зараженности на 100 тыс. человек по республике в 2017 году составил 46,6 человек, в 2018 – 14, в 2019 – 15,7, т.е. очевидна тенденция резкого снижения его при незначительном росте в 2019 году.

В 2018 году во всех районах и городах показатель заболеваемости на 100 тыс. человек многократно ниже (относительно 2017 г.), колеблясь в интервале 0,8-27,3 человека, достигая в этом году больших величин в Веденском (17,8), Шатойском (15,5) районах, в городах Грозный (27,3) и Аргун (13,7). Средний показатель зараженности на 100 тыс. человек в этом году (14,1) втрое ниже, чем в 2017 году.

В 2019 году в ряде районов (Шелковском, Гудермесском, Наурском, Веденском, Шатойском, Ножай-Юртовском и в г. Аргун) аскаридоз среди 100 тыс. населения не отмечен, в остальных районах этот показатель колеблется в пределах 3,4-80,7, достигая наибольшего значения в Грозненском районе (80,7) и в г. Грозный (78,1).

В целом по республике учтенная заболеваемость аскаридозом в 2018 и 2019 годах более чем в три раза снизилась (203 и 212 человек, соответственно) по сравнению с 2017

годом (658 человек); зараженность детей с 78,6 % снизилась до 68,5% от числа обследованных (2018 г.), но резко возросла до 92,6 % в 2019 году. Это обстоятельство необходимо учесть при проведении мер профилактики и гельминтологическом оздоровлении детей.

В г. Грозный наибольшая пораженность населения аскаридозом, в том числе и среди детей, отмечен в 2017 году; в последующие два года она устойчиво и существенно снижается.

Проблема заболеваемости аскаридозом и энтеробиозом в Чеченской Республике остается актуальной, что объясняется, не только их широким распространением и недостаточной изученностью ущерба, наносимого ими здоровью людей, но и низкой эффективностью системы профилактических мероприятий в детских коллективах и семейных очагах. [5].

Источником распространения аскаридоза и других гельминтозов являются объекты внешней среды. Природно-климатические и бытовые условия территории республики создают благоприятные условия в процессе формирования очагов. [4]. Основным фактором передачи и распространения аскарид является почва, яйца, которых в ней сохраняют жизнеспособность. Наиболее часто аскаридоз встречается в районах с влажным климатом, и практически не регистрируется в песчаных полупустынных территориях.

Распространения гельминтозов среди населения связано с комплексом факторов: почвенно-климатических и ландшафтных особенностей территории, санитарного состояния местности, бытовых и санитарно-гигиенических навыков населения, условий труда, деятельности человека. Немаловажная роль в профилактике геогельминтозов отводится санитарной культуре населения, санитарному состоянию населенных пунктов [2].

Значение почвы в эпидемическом плане заключается в том, что загрязненная почва может служить фактором эпидемических заболеваний как непосредственно, так и через загрязнение источников водоснабжения. Поэтому санитарная охрана почвы и санитарная очистка территорий от отходов имеет большое значение для профилактики инфекционных и паразитарных заболеваний.

Наибольшее количество загрязнителей поступает в почвы за счет атмосферных выпадений – осадков и взвешенных частиц. Распределение их в почвах можно рассматривать как долговременный индикатор степени экологического благополучия или неблагополучия городских территорий. Зачастую в водоохраных зонах населенных пунктов образуются стихийные скопления твердых коммунальных отходов, стоки от частных хозяйств и т.д. Наибольшее количество загрязняющих веществ попадает в реки при паводках, в результате чего появляется высокая вероятность загрязнения грунтовых вод [6].

По заболеваемости аскаридозом и энтеробиозом наибольший удельный вес составляют дети в возрасте до 14 лет. Поэтому заслуживают серьезного внимания детальные гельминтологические исследования всех районов, выяснение основных источников распространения инвазий и срочное принятие мер профилактики и оздоровлению населения. [7].

Выводы.

1. При общей тенденции снижения в республике заболеваемости детей аскаридозом в отдельных районах отмечен слабый (Шалинском, Курчалоевском, Надтеречном), или значительный (Грозненский р-он и г. Грозный) его рост в 2019 г. в сравнении с 2018 г.; аналогичная картина прослеживается и по республике в целом.

2 Устойчивое снижение аскаридоза в исследуемый период отмечено в Шелковском, Гудермесском, Наурском, Веденском, Шатойском, Ножай-Юртовском районах и г. Аргун.

3. Из общего числа зафиксированных случаев аскаридоза в 2017 году на детей до 14 лет приходилось 52,7–87,4%, в 2019 году (в районах, где зафиксирован аскаридоз) – 80- 100%; при общей тенденции снижения аскаридоза в районах его обнаружения процент инвазированности детей выше, чем в 2017 г.

4. В Шалинском, Курчалоевском, Надтеречном, Урус-Мартановском, Ачхой-Мартановском, районах показатель зараженности аскаридозом на 100 тыс. населения в 2019 г. (в сравнении с 2017 г.) снизился в 3-5 раз, в г. Грозный – в 1,3 раза, в целом по республике – почти в 3 раза; при низких показателях инвазированности (на 100 тыс. населения) наибольшие величины этого показателя отмечены в Грозненском районе (80 человек, в 3,7 раза выше, чем в 2017 и в 100 раз выше, чем в 2018 г.), г. Грозный (78,1).

5. Основными факторами заражения гельминтозами служат природно-климатические условия Чеченской Республики и система контакта населения, при которых дети постоянно оказываются в неблагоприятной эпизоотической обстановке; сроки развития яиц до инвазионной стадии и их выживаемость не только совпадают по времени с наиболее благоприятными моментами заражения детей (весной и осенью), но и способствуют поддержанию постоянной инвазированности объектов внешней среды, яйцами аскарид и остриц.

6. Результаты исследований могут быть учтены районными филиалами Центра гигиены и эпидемиологии республики, медицинскими организациями и всеми заинтересованными лицами в санитарно-просветительной работе, при проведении мероприятий по профилактике гельминтозов, оздоровлении окружающей среды и населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдюхина Т.И., Константинова Т.Н., Прокошева М.Н. Современный взгляд на проблему гельминтозов у детей и эффективные пути ее решения // Лечащий врач. М. 2004. № 1. С. 14-18.
2. Инфекционные болезни и эпидемиология: 2-е изд. / Покровский В.И., Пак С.Г., Брико Н.И., Данилкин Б.К. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2007. С. 742-743.
3. Материалы к государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Чеченской Республике в 2020 году». Грозный, 2018. 185 с.
4. Моськина О.В., Гужеева Т.М., Моськина Т.С. Факторы передачи геогельминтозов (Аскаридоза в Ханты-Мансийском автономном округе) // Электронный научный журнал Курского государственного университета. Курск. 2015. № 3 (07).
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 22.08.2014 N 50 (ред. от 29.12.2015). Об утверждении СанПиН 3.2.3215-14 Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации (вместе с СанПиН 3.2.3215-14. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.)
6. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. СанПиН 2.1.7.1287-03, утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 15 июня 2003 г.

7. Умаров Р.М. Биоэкологические и эпидемиологические особенности аскаридоза, энтеробиоза среди различных слоев населения Чеченской Республики // Автореферат канд. дисс. Махачкала, 2006. 23 с.
8. Умаров Р.М. Основные факторы, влияющие на развитие эпидемиологического процесса гельминтозов в Чеченской Республике. // Вестник Академии наук Чеченской Республики №2 (19) 2013.

REFERENCES

1. Avdyukhina T.I., Konstantinova T.N., Prokosheva M.N. Modern view on the problem of helminthiasis in children and effective ways to solve it // Attending physician. M. 2004. No. 1. Pp. 14-18.
2. Infectious diseases and epidemiology: 2nd ed. / Pokrovsky V.I., Pak S.G., Briko N.I., Danilkin B.K. M.: GEOTAR-Media. 2007. Pp. 742-743.
3. Materials for the state report "On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Chechen Republic in 2020". Grozny, 2018. 185 p.
4. Moskina O.V., Guzeeva T.M., Moskina T.S. Factors of geohelminthiasis transmission (Ascariasis in Khanty-Mansi Autonomous Okrug) // Electronic scientific journal of Kursk State University. Kursk. 2015. № 3 (07).
5. Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated 08/22/2014 No. 50 (ed. dated 12/29/2015). About the approval of SanPiN 3.2.3215-14 Prevention of parasitic diseases in the territory of the Russian Federation (together with SanPiN 3.2.3215-14. Sanitary and epidemiological rules and regulations.)
6. Sanitary and epidemiological requirements for soil quality. SanPiN 2.1.7.1287-03, approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on June 15, 2003.
7. Umarov R.M. Bioecological and epidemiological features of ascariasis, enterobiosis among various strata of the population of the Chechen Republic // Abstract of the cand. diss. Makhachkala, 2006. 23 p.
8. Umarov R.M. The main factors influencing the development of the epidemiological process of helminthiasis in the Chechen Republic. // Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic № 2 (19) 2013.

УДК 620.91

DOI: 10.34824/VKNIIRAN.2022.9.1.010

ТРАДИЦИОННЫЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

© Ганиева Марем Магомедовна

Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; младший научный сотрудник, maryamganieva0895@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены различные виды энергетических ресурсов, поднимается вопрос их ограниченности, подробно описаны плюсы и минусы каждой энергетической ветви. Акцентировано внимание на альтернативные источники, которые являются будущим в энергетике. Главный параметр, на который обратили внимание в данной статье это – экологичность и эффективность.

Ключевые слова: энергия, альтернативные источники, ВИЭ, биотопливо.

TRADITIONAL AND ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

© Ganieva Marem Magomedovna

Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Science, Russian Federation, Grozny; junior research assistant, maryamganieva0895@mail.ru

Abstract. The article discusses various types of energy resources, raises the question of their limitations, describes in detail the pros and cons of each energy branch. Attention is focused on alternative sources, which are the future in the energy sector. The main parameter that was noticed in this article is environmental friendliness and efficiency.

Key words: energy, alternative sources, RES, biofuels.

Введение

Под энергетикой понимают отрасль народного хозяйства, занимающаяся получением, превращением, доставкой и использованием всех существующих форм энергии. Энергетика – это основа промышленности всего мирового хозяйства.

В течении многих сотен лет основным компонентом топливно-энергетического комплекса являлись дрова, а позже каменный уголь, использование которого значительно уско-

рило развитие промышленности и производительных сил многих стран мира. Люди использовали различные виды энергетических ресурсов еще с древних времен для получения тепла и других бытовых нужд.

Энергия ветра позволяла людям строить мельницы для помола муки и лесопильных работ. В Римской империи и в древнем Египте энергию воды использовали для привода мельниц, в Европе в XIX веке энергию воды начали преобразовывать в электроэнергию.

Ветви в энергетике

В энергетике существуют различные ветви - атомные электростанции (АЭС), теплоэлектростанции (ТЭС) и гидроэлектростанции (ГЭС).

Тепловые-электростанции занимают первое место в России, благодаря природному газу, нефти, углю и т.д. производится работа этих электростанций. Из достоинств теплоэлектростанций это – низкая требовательность к условиям функционирования, отсутствие влияния погоды, сезона и климата на выработку мощности станции. Основные недостатки станции: окружающей среде наносится огромный вред, используемые ресурсы ограничены и т.д.

Далее рассмотрим гидроэлектростанцию, самое первое достоинство это – экологичность, не ограниченность энергоресурса. Недостатком этой станции является то, что разместить гидроэлектростанцию невозможно в любом месте, для него требуется река с необходимым напором, т.е. станция зависит от природных факторов.

Атомная энергетика – это отрасль энергетике, занимающаяся получением и использованием ядерной энергии. У данного вида энергетике имеются как плюсы, так и минусы: плюсы - отсутствие газовых выбросов, отходов, не требует использования кислорода, надежность, так как атомные станции служат долго; минусы: тепловое загрязнение – как одна из главных проблем данной энергетике, атомные станции выделяют в окружающую среду огромное количество тепла, тем самым могут погубить всякую жизнь; утилизация ядерных отходов. Утилизация очень дорога и не безвредна для экологии, во время охлаждения ядерных реакторов тяжёлые металлы и другие опасные загрязнители могут попасть в окружающую среду с водой.

Альтернативные источники энергии

Количество энергоресурсов ограничено, а показатели потребления человека растут и единственное решение данной проблемы это – альтернативные возобновляемые источники энергии. Солнечная энергия, ветровая, геотермальное тепло, биоэнергетика все это относится к этим источникам энергии.

Источники УВ – сырьё подразделяются на традиционные не возобновляемые, нетрадиционные не возобновляемые и нетрадиционные возобновляемые.

К традиционным не возобновляемым ресурсам УВ относятся: нефть, нефтяной (растворенный) и природный (свободный) газ, газоконденсат.

К нетрадиционным не возобновляемым ресурсам УВ относятся: тяжелая нефть; битумы и битуминозные породы; жидкие и газообразные УВ, полученные при переработке горючих сланцев, угля и торфа (сланцевая нефть, газ и др.); метан угольных пластов и подземных вод и др.

К нетрадиционным возобновляемым ресурсам УВ относятся: биогаз; синтетическая нефть; ювенильный и болотный газы; космогенные ресурсы УВ [3].

Доля электрической энергии, производимой с использованием возобновляемых источников энергии на рисунке 1.

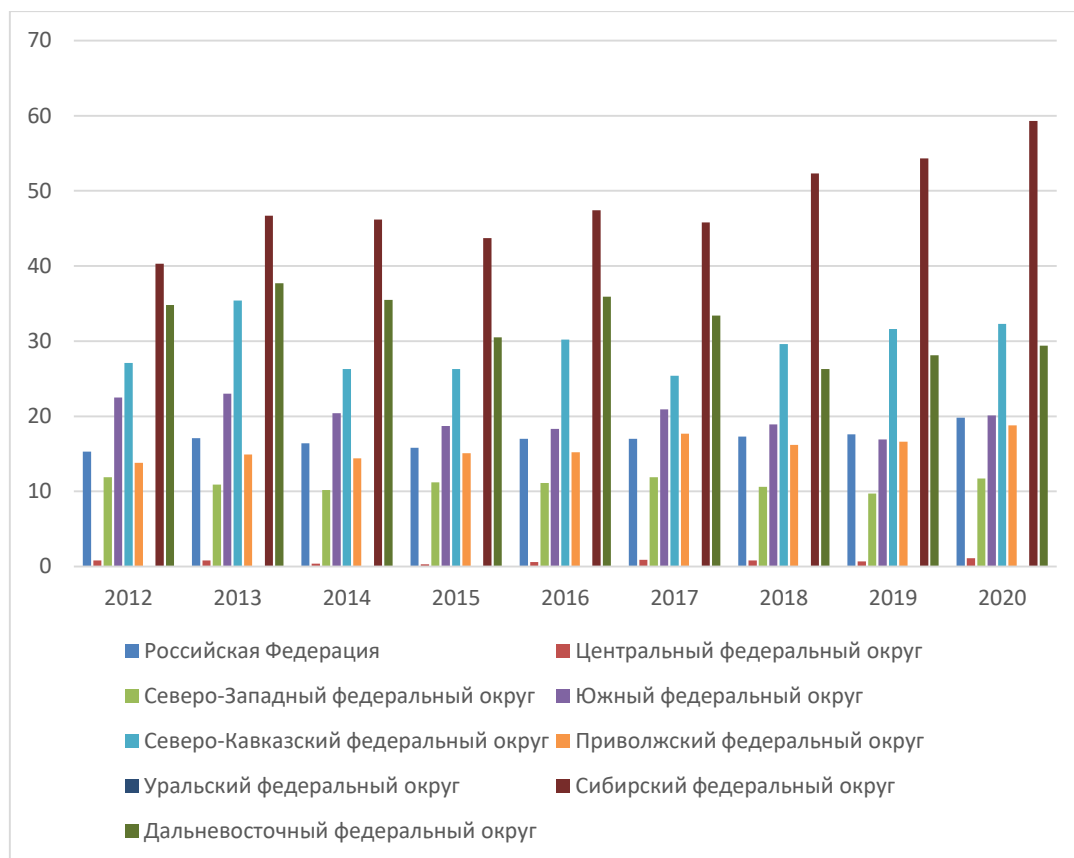


Рис. 1. Доля электрической энергии, производимой с использованием возобновляемых источников энергии, в общем объеме производства электрической энергии

В настоящее время уже широко используются альтернативные источники энергии для решения проблем энергоснабжения, в промышленных масштабах, так и в частном секторе. Неисчерпаемость данных источникам энергии позволяет строить экологически чистые энергозависимые дома, тем самым решать проблемы энергосбережения уже существующих объектов.

В мировом производстве тепла биоэнергетика занимает заметное место, а такой интерес к биомассе появился из-за истощения запасов ископаемого топлива и загрязнения окружающей среды. Использование возобновляемых источников энергии находят все большее распространение промышленно развитых странах.

Россия отстает в ВИЭ от западных стран, в развитых странах возобновляемые источники энергии составили 20-25%, в России менее 1%. Доля производства энергии из ВИЭ в странах мира указана на рисунке 2 [2].

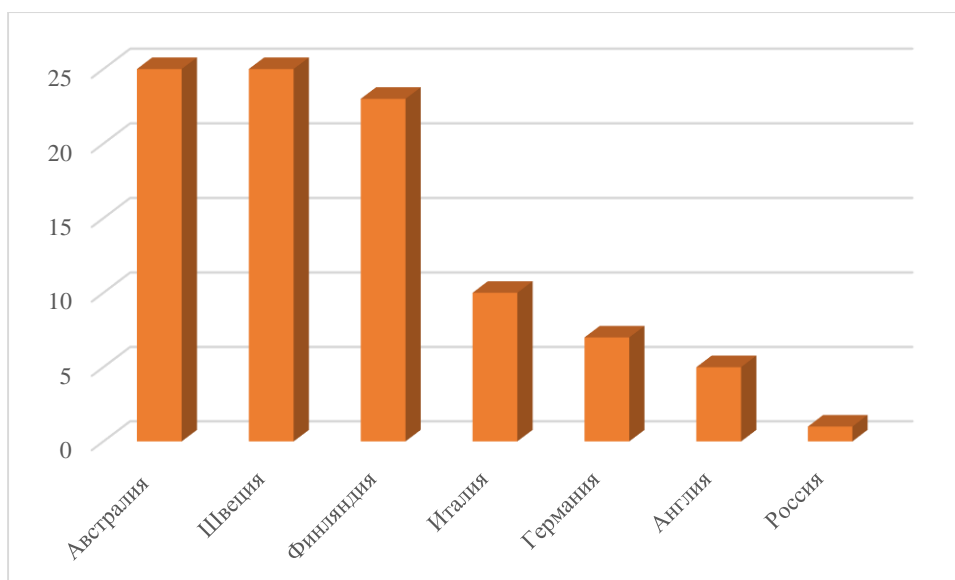


Рис. 2. Доля производства энергии из ВИЭ в странах мира, в %

«Причинами слабого развития ВИЭ в России являются следующие факторы:

- иллюзия что запасы нефти и газа неиссякаемы;
- отсутствие законодательной базы, определяющая приоритеты и условия развития ВИЭ;
- отсутствие надежных прогнозов социально-экономического и энергетического развития страны на длительную перспективу;
- неурегулированность российского законодательства по реализации Киотского протокола;
- низкий платежеспособный спрос населения и организаций;
- отсутствие мотивации к использованию твердых бытовых отходов и осадков сточных вод в качестве топлива, наличие значительных территорий для захоронения отходов на полигонах;
- отсутствие развитой инфраструктуры и рынка биотоплива;
- недостаточным финансированием научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ» [4].

Возобновляемые источники энергии могли бы внести в России существенный вклад в решение обостряющихся проблем жизнеобеспечения в отдаленных районах, не имеющих централизованных систем энергоснабжения. Используя ВИЭ можно решать многие актуальные задачи:

- электро- и теплоснабжение автономных потребителей, расположенных вне систем централизованного энергоснабжения;
- сокращение завоза жидкого топлива в труднодоступные районы при одновременном повышении надежности энергоснабжения потребителей;
- повышение надежности энергоснабжения населения и производства, особенно сельскохозяйственного, в зонах централизованного энергоснабжения, главным образом в дефицитных и тупиковых энергосистемах;
- сокращение вредных выбросов от традиционных энергетических установок в отдельных городах и населенных пунктах со сложной экологической обстановкой, а также в туристско-рекреационных зонах и местах массового отдыха населения.

Заключение

Таким образом, ВИЭ пока еще уступают технологиям, основанным на использовании традиционных видов топлив, из-за сравнительно высоких начальных капитальных затрат. Многие страны реализуют специальные национальные и коллективные программы, направленные на стимулирование ускоренного освоения ВИЭ. При этом в качестве важного аргумента активной государственной поддержки ВИЭ рассматривается экологический фактор, в том числе обязательства стран по сокращению эмиссии CO₂ в атмосферу в соответствии с Киотским Соглашением. Серьезным мотивационным фактором развития ВИЭ для многих стран, особенно зависящих от импорта традиционных энергоресурсов, является забота об энергетической безопасности. Развитие ВИЭ наряду с правительствами инвестируют крупнейшие мировые энергетические компании, банки, международные организации и фонды. Для стимулирования и поддержки внедрения ВИЭ во многих странах используются различные формы правительственной поддержки [5]:

- льготные тарифы для продажи электроэнергии, выработанной от ВИЭ, в сеть;
- использование для энергии, получаемой от ВИЭ, понятия «зеленая энергия», предполагающего более высокую цену ее для сознательного потребителя;
- налоговые льготы;
- льготные кредиты;
- законодательно устанавливается доля ВИЭ в энергобалансе к определенному сроку и т.п.

Что касается биоэнергетики, то она универсальна. Тепло, электричество и топливо могут производиться из твердой, жидкой и газообразной биомассы. При этом в качестве возобновляемого сырья используются отходы растительного и животного происхождения.

Существуют реальные стимулы использования биотоплива в России [1]:

1. Экологические проблемы энергетики, использующей ископаемое топливо.
2. Большой ресурс лесной и сельскохозяйственной биомассы для энергетического использования.
3. Децентрализованное энергоснабжение территорий Севера, Сибири и Дальнего Востока.
4. В связи с нехваткой сырья и незагруженностью мощностей биотопливных заводов в Европейском Союзе для России возникают дополнительные возможности реализовать свой земельный потенциал и увеличить объемы производства биодизельного топлива из растительного сырья и самого сырья для экспорта в страны ЕС.
5. Создание биотопливной отрасли в нашей стране может внести вклад в развитие аграрного сектора, помочь решению социальных и экологических проблем, оказать позитивное влияние на экономику в целом, а также решить проблему энергозависимости сельскохозяйственного производства за счет производства собственных энергоресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безруких П.П. Возобновляемая энергетика: сегодня – реальность, завтра – необходимость. М.: Лесная страна, 2007. 120 с.
2. Грачев В.В., Марков Р.Б. Перспективы развития биоэнергетики // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. №4 (8) 2009. С. 49-60.

3. Даукаев А.А., Сарсаков М.С., Сулейманова З.И. Традиционные и нетрадиционные источники энергии: исторические и современные аспекты // Вестник Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук. 2020. №1(1). С. 215-222.
4. Чернова Н.И., Коробкова Т.П., Киселева С.В. Биомасса как источник энергии. ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК. № 2010/1. С. 54-60.
5. Шафер О. Механизмы поддержки возобновляемой электроэнергетики // Бюллетень «Возобновляемая энергия», август 2005: М.: Интерсоларцентр. 2 с.

REFERENCES

1. Bezrukikh P.P. Renewable energy: today is reality, tomorrow is necessity. М.: Lesnaya strana, 2007. 120 p.
2. Grachev V.V., Markov R.B. Prospects of bioenergy development // Economic and social changes: facts, trends, forecast. № 4 (8) 2009. Pp. 49-60.
3. Daukaev A.A., Sarsakov M.S., Suleymanova Z.I. Traditional and non-traditional energy sources: historical and modern aspects // Bulletin of the Kh.I. Ibragimov Complex Research Institute of the Russian Academy of Sciences. 2020. № 1(1). Pp. 215-222.
4. Chernova N.I., Korobkova T.P., Kiseleva S.V. Biomass as an energy source. BULLETIN OF THE RUSSIAN ACADEMY OF NATURAL SCIENCES. № 2010/1. Pp. 54-60.
5. Shafer O. Mechanisms of support for renewable electric power industry // Bulletin -shadow "Renewable energy", August 2005: М.: Intersolarcenter. 2 p.

ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ: СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

© Даукаев Арун Абалханович (а), Абубакарова Элиза Ахметовна (б)

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук. Академия наук Чеченской Республики, Российская Федерация, г. Грозный; daykaev@mai.ru

(б) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук. Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный; eliza_ggni@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются синергетические аспекты проявления оползне-селевых процессов в горных районах Чеченской Республики (ЧР). Для успешного применения синергетического подхода к природным явлениям требуется всестороннее изучение степени влияния каждого из действующих на рассматриваемую систему факторов и процесс, протекающие в ней. В данной работе основное внимание уделено динамике развития оползне-селевых процессов на исследуемой территории, подверженной экзогенным процессам. Показано, что эти процессы имеют периодический характер и наносят огромный вред хозяйству и населению района. Данную работу можно рассматривать как подготовительный этап к изучению этих явлений на основе синергетического подхода. Результаты исследований могут быть основой для систематизации, теоретического обобщения полученных данных и разработки методов прогноза экзогенных процессов.

Ключевые слова: оползни, сели, экзогенные процессы, синергетика, сложные системы, горные районы Чеченской Республики.

EXOGENOUS PROCESSES IN MOUNTAINOUS AREAS CHECHEN REPUBLIC: SYNERGETIC AND GEOLOGICAL ASPECTS

© Daykaev Arun Abalhanovich (a), Abubakarova Eliza Akhmetovna (b)

(a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences. Academy of Sciences of the Chechen Republic, Russian Federation, Grozny; daykaev@mai.ru

(b) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences. Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny; eliza_ggni@mail.ru

Abstract. The article discusses the synergistic aspects of the manifestation of landslide-mudflow processes in the mountainous regions of the Chechen Republic (CR). Successful application of a synergetic approach to natural phenomena requires a comprehensive study of the degree

of influence of each of the factors acting on the system under consideration and the process occurring in it. Therefore, in this paper, the main attention is paid to the dynamics of the development of landslide-mudflow processes in the study area, subject to exogenous processes. It is shown that these processes are periodic and cause great harm to the economy and the population of the region. This work can be considered as a preparatory stage for the study of these phenomena based on a synergistic approach. The research results can be the basis for systematization, theoretical generalization of the obtained data and development of methods for predicting exogenous processes.

Key words: landslides, mudflows, exogenous processes, synergy, complex systems, mountainous regions of the Chechen Republic.

Введение

В настоящее время в различных областях науки широко используется синергетический метод исследования, отличительной особенностью которого является использование при изучении социальных и природных явлений и процессов принципов самоорганизации неравновесных систем. В методе учитывается совместное влияние нескольких факторов на неравновесную систему. Поэтому для успешного использования этого метода необходимы объективные данные о природе и степени влияния каждого из действующих факторов. Цель данной статьи – оценка характера взаимодействия различных факторов при экзогенных процессах на конкретной территории с адаптированием синергетического подхода.

Для применения синергетики к природным явлениям необходимо определиться с тем, что мы подразумеваем под термодинамической системой, т.е. выделить конкретную территорию, которая обменивается энергией и веществом с окружающей средой и которую можно рассматривать как неравновесную термодинамическую систему на которую действуют внешние силы, обусловленные различными факторами. Синергетический эффект в отношении экзогенных процессов может заключаться, во-первых, в одновременном действии на изучаемый процесс нескольких сил (факторов). К ним можно отнести: наличие склона, покрытой мягким грунтом, под которым имеется относительно гладкая, водонепроницаемая порода; выпадение обильных осадков, которые в состоянии проникать в границу раздела мягкого грунта и твердой поверхности и т.д. Во-вторых, у рассматриваемой системы должны быть различные варианты возможного развития, которые нельзя предсказать заранее. В рассматриваемой системе к таким возможным процессам относятся: оползни, сели, обвалы, паводки. В зависимости от конкретных условий процессы могут быть разной степени интенсивности. Ниже кратко рассмотрим некоторые понятия синергетики, которые используются нами при дальнейшем изложении материала. Работа базируется на методах системного анализа и обобщения имеющихся материалов с использованием синергетического подхода. Основой для выполнения работы явились фондовые, архивные материалы и опубликованные литературные источники по тематике исследования (отечественные и зарубежные).

Общие сведения о синергетике. Впервые термин «синергетика» ввел в научный оборот Ричард Фулер (1895-1983). Он понимал под синергетикой геодезическую синергию, то есть новую векторную геометрию следствием которой являются так называемые геодезические «купола». Определение термина «синергетика» (от греческого «синергос» – сов-

местно действующий), близкое к современному пониманию, сформулировал немецкий физик-теоретик Г. Хакен в книге «Тайны природы. Синергетика – учение о взаимодействии» [7]. Г. Хакена и считают основоположником синергетического направления. Существенную теоретическую поддержку синергизму оказала неравновесная термодинамика, которую развил бельгийский физик и химик, нобелевский лауреат по химии (1977 г.), автор многих фундаментальных работ И. Пригожин. Он ввел в науку термин «диссипативная система» – открытая система, возникающая в неравновесной системе [6]. Суть синергетического процесса в том, что в нем поведение сложной системы становится нелинейной и неустойчивой. В условиях сильного внешнего воздействия такая система попадает в состояние, которую называют «точкой бифуркации». Отличительная особенность данного состояния в том, что в дальнейшем возникает множество вариантов для развития системы. И система выбирает вариант, отличающийся от других большей устойчивостью, и, соответственно, переходит в новое устойчивое состояние с образованием новой структуры (аттрактор – путь развития). При переходе из одного состояния в другое в открытых системах происходит уменьшение энтропии, в отличие от закрытых систем, где наоборот происходит ее рост. Одним из главных условий протекания синергетических процессов – открытость системы и возможность обмена веществом и энергией с окружающей средой. Синергетический подход может быть применен только к тем, которые удовлетворяются условиям открытости, неравновесности и нелинейности. Именно, исходя из этих условий, можно определить применимость данного подхода для решения тех или иных проблем. В настоящее время синергетический подход широко используется в решении актуальных задач во многих областях, в частности, при разработке шельфовых месторождений УВ, технологий строительства подводных трубопроводов, транспортировке по ним продукции морских месторождений, поиске и разведке новых месторождений, а также при решении проблем, связанных с проявлением опасных геодинамических процессов при эксплуатации месторождений. В данной статье рассматривается проблема возникновения и развития геодинамических процессов природного характера с применением синергетического подхода. В открытых сложных системах в неравновесных условиях, как отмечает И. Пригожин, возникают эффекты, приводящие не к возрастанию энтропии, а к синергетическому поведению элементов системы, способствующей к многократному усилению интенсивности процессов и явлений [6]. К таким процессам можно отнести оползни, сели, паводки, оседание земной поверхности и техногенная сейсмичность при эксплуатации скважин.

Синергизм природных геодинамических процессов (оползней и селей). Природные процессы обычно подразделяются на процессы, проявляющиеся в замкнутых и открытых системах. В конечном счете, первые приводят к установлению равновесного состояния, развиваясь в направлении возрастания энтропии, а вторые, наоборот, развиваются в направлении убывания энтропии, что в моменты неустойчивости приводит к формированию новых самоорганизаций. Именно ко вторым можно отнести оползне-селевые процессы, протекающие в сложных открытых системах и обменивающиеся с внешней средой. За счет притока энергии извне здесь происходит усиление неустойчивости, разрушение прежней структуры и возникновение новой [7].

Проявления селевых и оползневых процессов на территории ЧР достаточно активны. Такой опасности подвержены коммуникации населенных пунктов, автодороги. Большой

ущерб наносится ландшафтам и инфраструктуре горных районов. На территории ЧР широко развиты все современные экзогенные геологические процессы: сейсмодетформации, просадки, оползни, обвалы, сели, карсты, эрозия, суффозия и др. Интенсивность оползней во многом определяется свойствами горных пород, слагающих земную кору конкретной территории. Оползневые процессы на территории ЧР посвящен ряд научных статей [1-2]. В данной работе акцентируется внимание на синергизме проявления этих процессов.

Синергетический характер природных явлений выражается в провоцировании одним явлением ряда других опасных процессов. К примеру, землетрясение или длительные ливневые осадки могут провоцировать одновременное проявление паводков, селей, оползней и обвалов. Масса горных пород с оползневой зоны может служить материалом для селей. Синергетический эффект значительно увеличится при одновременном проявлении селевых и оползневых процессов в случае совпадения или близости зон их реализации [3].

Синергетический эффект проявления экзогенных процессов по территории ЧР наиболее характерен для района Черных гор в пределах выхода на поверхность терригенных пород (в основном, глинистых), где в условиях глубокой эрозионной расчлененности рельефа и значительного количества осадков, активные оползневые процессы развиты на северных склонах гор, к которым обычно приурочены и селевые потоки. Здесь получило развитие различные типы оползней – консеквентные оползни скольжения, оползни течения и блокового типа [1].

В большей степени *оползневые процессы* распространены в восточной и юго-восточной частях района Черных гор, где периодически активизируются оползни в весенне-осенний период из-за увеличения атмосферных осадков и таяния снегов горах. Активное проявление оползней предопределяется особенностями геологического строения, интенсивностью неотектонических и современных движений земной коры. На основе результатов повторного нивелирования установлен интенсивный современный подъем отдельных локальных структур (Северо-Беноевская и др.), в пределах которых отмечена наибольшая активность оползневых процессов. В районе находит широкое распространение глинистые породы, преимущественно сарматского возраста, на фоне моноклиальной структуры, осложненной целым рядом антиклинальных складок. Глинистые пласты полого падают на север преимущественно под углом 15-25 градусов. Здесь явно прослеживается зависимость оползневых процессов от слагающих район литологических разностей горных пород. Активные их проявления приурочены преимущественно к центральной зоне района, в геологическом строении которой принимают участие сарматские отложения, представленные глинами (зона расположения населенных пунктов Зандак, Гиляны, Саясан, Энгеной, Чечел-хи и др.). [2]. С 60-х годов XX века в исследуемом районе неоднократно активизировались оползневые процессы, нанеся значительный ущерб инфраструктуре целого ряда населенных пунктов (Энгеной, Саясан, Беноей, Чечел-хе, Хочи-Ара, Гиляны и др.).

Несмотря на многолетний опыт исследования и прогнозирования оползневых процессов, их периодически наблюдающаяся активизация наносит значительный материальный ущерб, вызывает проблемы в дальнейшем развитии инфраструктуры населенных пунктов и в целом всего исследуемого района. В связи, с чем весьма актуальными остаются проблемы, связанные с разработкой научно-обоснованных методов прогноза этих процессов, а также совершенствованием существующих и разработкой новых методов борьбы с оползнями. Решение этой задачи в общем виде не представляется возможным, так как в каждом

отдельном случае проявляются специфические особенности исследуемой территории, обусловленные множеством факторов, которые необходимо учитывать [8].

В целом методы борьбы с оползнями имеют общую теоретическую основу и при учете особенностей данной местности могут быть использованы в практических целях.

Что касается *селевых процессов*, то они по своему механизму зарождения подразделяются на три типа: эрозионные, прорывные и обвально-оползневые.

Изучаемая территория по активности проявления *селевых потоков* делится на селеопасные районы 4-х категорий [2, 4].

К Пастбищному и Лесистому хребтам приурочены селеопасные районы IV категории. Очаги имеют небольшую протяженность, сели формируются редко и малой мощности (рисунок 1).



Рис. 1. Оползне-селевые процессы в юго-восточной части ЧР (с. Харачой, фото Гакаева Р.А.).

К этому району относятся и основные участки проявления оползней на территории ЧР [1, 2]. Формированию селей здесь препятствует сильная дренированность территории, обусловленная закарстованностью известняков, и залесенность склонов. В местах, где имеются значительные уклоны русел, наличие рыхлого материала или глинистых, легко разрушающихся пород, формируются небольшие наносоводные селевые потоки, вызванные ливнями высокой интенсивности. Возможно также образование селей в районах лесоразработок и строительства [5].

В связи со слабой изученностью данных селевых бассейнов сведения о селеопасном периоде и повторяемости селевых потоков практически отсутствуют.

Заключение.

Синергизм оползне-селевых процессов на рассматриваемой территории заключается в их одновременном и совместном проявлении, тем самым усиливая интенсивность их протекания. Синергетический эффект в большей степени характерен для блоковых оползней и обвально-оползневых селей, когда материалом для селей служит горная масса с близко расположенного оползневого участка. Проявления селевых и оползневых процессов на территории ЧР достаточно активны. При этом большой ущерб наносится ландшафтам и инфраструктуре горных районов. Такой опасности подвержены коммуникации населенных пунктов, межпоселковые и межрайонные автодороги. Степень активности реализации оползней главным образом предопределяется литологическими, геоморфологическими, климатическими факторами и интенсивностью современных движений земной коры.

Дальнейшие исследования данных и других экзогенных процессов в аспекте синергизма имеет большое практическое и теоретическое значение. На этой основе возможны различные теоретические обобщения, которые, в свою очередь, могут способствовать разработке методов прогноза этих процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гакаев Р.А., Даукаев А.А. Структурно-тектонические условия оползнеобразования Бенойской зоны ЧР//Сборник научных трудов КНИИ РАН. Вып. 2. Грозный, 2009. С. 217-221.
2. Дадашев Р.Х., Даукаев А.А. Оползневые процессы в юго-восточной части ЧР и меры борьбы с ними // Труды КНИИ РАН. Грозный: 2015. С. 207-213.
3. Джаппуев Д.Р., Гедуева М.М., Хутуев А.М. Возможные синергетические проявления при реализации опасных экзогенных процессов для некоторых геосистем Кабардино-Балкарской Республики // Геолого-геофизические исследования Кавказа: Геология и геофизика Кавказа: Современные вызовы и методы исследований / Коллективная монография. Владикавказ, 2017. С. 282-288.
4. Караваев В.А., Черноморец С.С. IV Международная конференция «Селевые потоки: катастрофы, риски» // Геоморфология. 2017. №2. С. 92-95.
5. Керимов И.А., Гакаев Р.А., Даукаев А.А., Гацаева Л.С. Сели и их проявление в Чеченской Республике // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Грозный: Академия наук Чеченской Республики 2011. С. 433-434.
6. Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: Пер. с англ./ Общ. ред. В. И. Аршинова, Ю.Л. Климонтовича и Ю. В. Сачкова. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
7. Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир. 1985. 424 с.
8. Daukaev A.A., Dadashev R Kh, Gatsaeva L.S, Gakaev R.A Landslides and mudflows in the Chechen Republic: synergetic aspects // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. №378 (2019) 012084

REFERENCES

1. Gakaev R.A. Daukaev A.A. Structural and tectonic conditions of landslide formation of the Benoy zone of the CR//Collection of scientific papers of the Research Institute of the Russian Academy of Sciences. Issue 2. Grozny, 2009. Pp. 217-221.
2. Dadashev R.H., Daukaev A.A. Landslide processes in the south-eastern part of the CR and measures to combat them // Proceedings of the Research Institute of the Russian Academy of Sciences. Grozny: 2015. Pp. 207-213.
3. Dzhappuev D.R., Gedueva M.M., Hutuev A.M. Possible synergetic manifestations in the implementation of dangerous exogenous processes for some geosystems of the Kabardino-Balkarian Republic // Geological and geophysical studies of the Caucasus: Geology and Geophysics of the Caucasus: Modern challenges and research methods / Collective monograph. Vladikavkaz, 2017. Pp. 282-288.

4. Karavaev V.A., Chernomorets S.S. IV International Conference "Mudflows: catastrophes, risks" // *Geomorphology*. 2017. № 2. Pp. 92-95.
5. Kerimov I.A., Gakaev R.A., Daukaev A.A., Gatsaeva L.S. Villages and their manifestation in the Chechen Republic // *Modern problems of geology, geophysics and geoecology of the North Caucasus*. Grozny: Academy of Sciences of the Chechen Republic 2011. Pp. 433-434.
6. Prigozhin I.R., Stengers I. Order from chaos: A new dialogue of man with nature: Translated from English/ General ed. V. I. Arshinov, Y. L. Klimontovich and Y. V. Sachkov. M.: Progress, 1986. 432 p.
7. Haken G. Synergetics. Hierarchies of instabilities in self-organizing systems and devices. Moscow: Mir. 1985. 424 p.
8. Daukaev A.A., Dadashev R Kh, Gatsaeva L.S, Gakaev R.A Landslides and mudflows in the Chechen Republic: synergetic aspects // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. №378 (2019) 012084

**Вестник КНИИ РАН. Серия
«Естественные и технические науки»**

№ 1 (9) 2022

Корректурa, верстка: Ганиева М.М.

Дата размещения сетевого издания в сети Интернет на официальном сайте: 01.08.2022 г.