

18+



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

• 2023 • № 1(12) •

№ 1 (12) 2023

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, главный научный сотрудник Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

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.

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

Умаров М.У., доктор биологических наук, доцент, заведующий отделом биологии и экологии 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, Chief Scientific Officer of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

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 biology and Ecology 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

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

- Даукаев А.А., Сулумов З.Х.**
О «физиках и лириках»: история и современность.....9
- Даукаев А.А., Абубакарова Э.А.**
Палеонтологические находки на территории Чеченской Республики и
их использование для определения возраста пород и стратификации
мезокайнозойских отложений.....16

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Батхиев А.М.**
Состав и распределение редких видов Красной книги
Чеченской Республики в заказниках региона.....25

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Нагиев Я.М., Мамедбейли Э.Г.**
Синтез и области применения галогензамещенных
производных малеимида.....31
- Сулейманова Э.И.**
Определение нуклеиновых кислот методом
спектрофотометрии.....48
- Бабаев Э.Р.**
Новые ингибиторы сероводородной коррозии.....57

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

- Батаева П.Д., Батаев М.Д., Батаев Х.Д., Джабраилова М.А.**
Роль лучевой диагностики в
современной медицине.....65

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Баснукаев И.Ш., Ахматова М.И.**
Обработка, производство и переработка материалов.....70

CONTENTS

SCIENCE OF EARTH

Daukaev A.A., Sulumov Z.Kh.

About «physics and lyrics»: history and modernity.....9

Daukaev A.A., Abubakarova E.A.

Paleontological finds on the territory of the Chechen Republic and their use for determining the age of rocks and stratification of mesocainozoic deposits.....16

BIOLOGICAL SCIENCES

Batkhiyev A.M.

Composition and distribution of rare species of the Red book of the Chechen Republic in the reserves of the region.....25

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

Nagiyev Y.M., Mammadbeyli E.H.

Synthesis and applications of halogen-substituted maleimide derivatives.....31

Suleymanova E.I.

Determination of nucleic acids by spectrophotometry.....48

Babayev E.R.

New hydrogen sulfide corrosion inhibitors.....57

MEDICAL SCIENCES

Bataeva P. D., Bataev M.D., Bataev Kh.D., Dzhabrailova M.A.

The role of radiation diagnostics in modern medicine.....65

TECHNICAL SCIENCES

Basnukaev I.Sh., Akhmatova M.I.

Processing, production and processing of materials.....70

УДК 55

DOI: 10.34824/VKNIRAN.2023.12.1.001

О «ФИЗИКАХ И ЛИРИКАХ»: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

© Даукаев Арун Абалханович (а), Сулумов Зелимхан Хасамбекович (b)

- (a) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; отдел проблем ТЭК, д.г.-м.н., daykaev@mail.ru
- (b) Чеченский государственный педагогический университет, Российская Федерация, г. Грозный; кандидат исторических наук, доцент кафедры истории, zsulumov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы взаимосвязи и единства творческой деятельности людей в различных областях знаний, искусстве, литературе и т.д. Изложены краткие сведения о творческой деятельности выдающихся личностей, оставивших огромный след одновременно в различных областях науки, литературы и искусства – Леонардо да Винчи, И.В. Гете, М.В. Ломоносов и др. Освещена исследуемая проблема на примере Чеченской Республики.

Ключевые слова: творческая деятельность, наука, искусство, литература, культура, естествознание, Чеченская Республика.

ABOUT «PHYSICS AND LYRICS»: HISTORY AND MODERNITY

© Daukaev Arun Abalkhanovich (a), Sulumov Zelimkhan Khasambekovich (b)

- (a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; Department of Problems of the Fuel and Energy Complex, d.g.-m.n.,
- (b) Chechen State Pedagogical University, Russian Federation, Grozny; Candidate of Historical Sciences, Associate Professor of the Department of History, zsulumov@mail.ru

Abstract. The article deals with the issues of interrelation and unity of creative activity of people in various fields of knowledge, art, literature, etc. Brief information about the creative activity of outstanding personalities who have left a huge mark simultaneously in various fields of science, literature and art - Leonardo da Vinci, I.V. Goethe, M.V. Lomonosov, etc. The investigated problem is highlighted on the example of the Chechen Republic.

Key words: creative activity, science, art, literature, culture, natural science, Chechen Republic.

Проблема взаимодействия и содружества науки, искусства и литературы имеет глубокие корни. В воспоминаниях о писателе Пришвине выдающийся ученый-физик, лауреат нобелевской премии, П.Л. Капица сравнивает научное и художественное творчество и подчеркивает их общие истоки. Говоря об общем у людей, занимающихся разными сферами творческой деятельности, А. Эйнштейн отмечал: «художественную и научную деятельность роднят любовь и преданность, которые всегда преодолевают личные интересы и желания» [11]. Он же говорил о том, что в научном мышлении обязательно присутствует элемент поэзии, так как настоящая наука и истинная музыка требует однородного мыслительного процесса. А. Эйнштейн и другой знаменитый физик Л.Ландау являлись культовыми фигурами так называемых «шестидесятников» («физики – лирики») - представителей научно-технической и гуманитарной интеллигенций, дискуссировавших по поводу того, что первостепенно – наука или искусство [11; 13].

В 1959 году в Кембриджском Университете с лекцией «Две культуры и научная революция» выступил известный английский писатель, ученый и общественный деятель Ч.П. Сноу (1905-1980). В более расширенном виде данная работа появилась в печати в 1963 г. [4;5;6]. Под двумя культурами подразумевались две группы творческой интеллигенции – художественной и научной. В своей работе Ч.Сноу повествует о противостоянии между этими двумя сферами творческой деятельности, наблюдавшей в XX в. Он размышляет: «Меня начала занимать та проблема, которую я назвал для самого себя «две культуры», еще до того, как попытался изложить на бумаге. Это название возникло из ощущения, что я постоянно соприкасаюсь с двумя разными группами вполне сравнимыми по интеллекту, принадлежащими к одной и той же расе, не слишком различающимися по социальному происхождению, располагающими примерно одинаковыми средствами к существованию и в тоже время почти потерявшими возможность общаться друг с другом, живущими настолько разными интересами, в такой непохожей психологической и моральной атмосфере...» [6].

Действительно, непонимание, игнорирование друг друга людьми, занятыми в различных сферах творческой деятельности имело место, существует и сегодня, хотя все они, занимающие умственной деятельностью объединены единым термином «творческая интеллигенция».

Большое значение в плане необходимости перехода от противостояния к интеграции упомянутых «двух культур» имеют труды выдающегося мыслителя и естествоиспытателя XX века В.И Вернадского в области истории науки. В работе М.С. Бастраковой, посвященной творческой деятельности В.И Вернадского отмечается о том, «что по его убеждению, знание классических произведений в области естествознания и математики также необходимо для овладения общей культуры, как и знание классических произведений художественной литературы, музыки или изобразительного искусства» [1]. В.И.Вернадский, как убежденный сторонник преемственности научных и культурных ценностей, большое внимание уделял изучению и сохранению творческого наследия выдающихся деятелей науки, культуры и искусства [1].

С конца 1960-х гг начинает развиваться новое междисциплинарное направление под названием «Синергетика», появление которого способствовало в какой-то степени сближению научного и художественного твореств. Синергетическое направление основывалось

на работах Г.Хакена, И. Пригожина и др. Г. Хакен видел в синергетике мост между естественными и гуманитарными науками. [12]. Стали крылатыми следующие слова И. Пригожина: «любая наука становится ныне наукой гуманитарной, созданной людьми для людей. Она находится сейчас в состоянии поэтического подслушивания природы» [9].

Прослеживая историю развития, упомянутых в начале данной статьи культур с древнейших времен, выясняется взаимосвязь в их развитии, единство. Ярким проявлением единства художественной и научной деятельности является творческое наследие величайших просветителей разных исторических эпох – Авиценна (Ибн-Сина), Леонардо да Винчи, М.В. Ломоносова, И.В. Гете, и др. [2].

Леонардо-да Винчи (1452-1519) – Великий художник, автор знаменитой картины «Мона Лиза» и других шедевров искусства эпохи Возрождения, естествоиспытатель и изобретатель, соединил в своем творчестве науку, технику и искусство. Совершил переход через Альпы, чтобы исследовать атмосферные явления, путешествовал по горным рекам и озерам для изучения свойств воды. Занимался физикой, астрономией, ботаникой, геодезией, медициной и другими науками.

Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765)- ученый-естествоиспытатель мирового уровня, поэт - основатель современного русского литературного языка, художник и историк. Открытия М.В. Ломоносова обогатили многие отрасли науки – геология, физика, химия, география, океанологии и др., создал ряд оптических приборов. В области литературы и искусства заложил основы силлабо-тонического стихосложения, возродил искусство мозаики и создал мозаичные картины совместно с учениками [2].

Иоган Вильгельмович Гете (1749-1832)–выдающийся писатель, поэт, естествоиспытатель и коллекционер. Он является основоположником немецкой литературы нового времени, автором знаменитой трагедии «Фауст» и других произведений. Как ученый-естествоиспытатель он же автор научных трудов «Опыт о метаморфозе растений», «Учения о цвете» и др. Его именем назван минерал класса гидроокислов Гетит (основная руда железа), открытый в 1806 г.

В это же время жил и творил *Николай Александрович Львов (1753-1803)* широко известный, прежде всего, как зодчий, создавший много шедевров архитектуры. Он же известен как, поэт, драматург, музыкант, художник, этнограф, геолог и т.д. Н.А. Львов был в дружеских отношениях с выдающимся русским поэтом Г.Державиным, которому принадлежат такие слова, сказанные о Львове: «...он был исполнен ума и знаний, любил науки и художества». Как геолог Н.А. Львовым были найдены месторождения углей на Валдайской возвышенности, в Боровичах и других регионах России, исследовал минеральные источники в Крыму и на Кавказе. В конце XVIII века издал книгу под названием «О пользе и употреблении русского земляного угля» [7].

Примеров сочетания отдельными выдающимися и менее известными личностями разных эпох в своей деятельности научного и художественного творчеств можно привести много (Ибн Сина, Б. Паскаль, А. Болотов, Л.Эйлер, В.А. Обручев, И.А. Ефремов и др.). Изучение их творческого наследия дало бы много для взаимопонимания и взаимоуважения между представителями разных культур, ибо все они являются творцами нового, созидателями, сеятелями добра и разума, и в конечном счете обогащают материальную и духовную жизнь людей, дают надежду им.

В современный период тоже немало людей, в творческой деятельности которых имеются научные и художественные составляющие. Ниже приводятся краткие сведения о творческой деятельности некоторых из них.

Виктор Николаевич Пучков. Родился в г. Тула в 1938 года рождения окончил. геологический факультет МГУ. После окончания Университета работал в Институте Геологии Коми филиала АН СССР (г. Сыктывкар), а затем в Институте Геологии и геохимии Уральского Центра АН СССР (г. Екатеринбург). В настоящее время является научным руководителем Института геологии Уфимского научного центра РАН. В.Н. Пучков имеет ученую степень доктора геолого-минералогических наук и звание профессора. В 2000 году был избран членом-корреспондентом РАН по специальности «Геология». Кроме научной работы пишет стихи, прозу, мемуары («В Сыктывкаре. Первые годы.», «На грани фолы» и «Прощание с лошадьми»), пишет музыку, занимается портретной и пейзажной живописью. [10].

Поletaев Анатолий Иванович. В 1967 он окончил геологический факультет МГУ. Работал в Якутии, Средней Азии, на Кавказе, в Центральной России. Кандидат геолого-минералогических наук. Заведующий лабораторией геологических исследований космическими методами кафедры динамической геологии МГУ. Действительный член Московского общества испытателей природы. Автор более 150 научных, научно-информационных и научно-популярных публикаций, в том числе нескольких книг, посвящённых различным вопросам сейсмоструктоники и космической геологии. Автор оригинальных разработок об узловых структурах, делимости земной коры и о сейсмических кольцах Земли. Стихи публиковались в периодических изданиях, сборниках и альманахах, в том числе в альманахах «Поэзия» и «День Поэзии», переводились на болгарский язык. Один из организаторов и постоянных ведущих Литературного клуба «Воробьёвы горы», который с 1989 служит открытой творческой площадкой для студентов, сотрудников и преподавателей МГУ [8].

Состояние проблемы в Чеченской Республике

Одной из форм интеграции научной и художественной творчеств является созданные в разных регионах России интеллектуальные центры и другие общественные организации, объединяющие творческих людей. Интеллектуальный центр уже более 15 лет существует и на территории Чеченской Республики. Он был создан в 2003 году по инициативе группы творческой интеллигенции и общественных деятелей Республики, поддержанной руководством Республики. Членами или лауреатами ежегодных премий Интеллектуального центра Чеченской Республики являются известные в республике и за ее пределами ученые, в разных областях знаний, поэты и писатели, артисты, журналисты, художники, учителя и преподаватели вузов. Лауреатами ежегодных премий Интеллектуального центра Чеченской Республики стали более 250 творческих работников.

Одним из первых представителей творческой интеллигенции Чечни, сочетавших в своей деятельности литературно-художественную и научную стороны, был известный поэт, публицист, переводчик и ученый М.-С. Гадаев. Академия наук Чеченской Республики в рамках проекта «Духовное наследие народов Чеченской Республики» (автор проекта и ответственный редактор академик АН ЧР Р.Х. Дадашев) в 2010 году издал двухтомник литературно-художественных произведений и научно-философских работ М.-С. Гадаева, что значимо в плане мероприятий по изучению творческого наследия выдающихся людей [3]. Еще в первый период своей творческой деятельности (до 1944 г.) Гадаевым М.-С. была издана одна книга художественных произведений и подготовлена к печати еще несколько. В

1942 году в соавторстве с С. Эльмурзаевым он подготовил учебное пособие для школьников – «Литература на родном языке». Одновременно с литературной деятельностью М.-С. Гадаев с конца 1940-х и до 1957 г. занимался философскими проблемами естествознания. В те годы им в соавторстве с А. Баймурадовым была подготовлена научная работа под названием «Картина мира». В этот же период М.-С. Гадаевым написан еще ряд научных работ: «Изменение в качественных процессах порождение вещества»; «Программа классификации и анализа звезд»; «Спектр – химическая плотность» и др. [8].

Сегодня в Республике немало творческих работников, сочетающих в своей деятельности разные направления творческого процесса. В этом плане следует упомянуть известного ученого-физика, доктора физико-математических наук, профессора, академика АН ЧР, профессора *Р.Х. Дадашева*, который известен в республике и как литературовед, организатор различных культурных мероприятий; известного писателя России, лауреата Государственной премии, доктора экономических наук, профессора, академика АН ЧР *К.Х. Ибрагимова*; известного поэта и орнитолога по призванию *С.-М. Гелагаева*; доктора технических наук, профессора, академика АН ЧР, автора музыки гимна ГГНТУ, а также слов и музыки хорошо известных нескольких чеченских песен *Д.К.-С. Батаева*, профессора, доктора сельскохозяйственных наук, академика АН ЧР и художника по призванию *А.А. Зармаева* и др.

Заключение. Ежегодно во всем мире, в том числе в Чеченской Республике проводятся огромное количество научных конференций, семинаров, симпозиумов, фестивалей искусств и другие культурные мероприятия. Но, к сожалению, очень редко организовываются объединенные культурные мероприятия всех творческих работников. Проведение последних способствовало бы развитию форм интеграции культурного пространства между ними, установлению творческих контактов и т.д. Ярким проявлением необходимости сочтения, единения различных сфер деятельности человека является общеобразовательная школа, где наряду с естественнонаучными и гуманитарными предметами преподают уроки рисования, музыки, физической культуры. Существуют еще специализированные школы, где в учебный план включают дополнительные уроки отдельных предметов, музыки, иностранных языков и др. В дальнейшем именно школы и другие учебные заведения (вузы и т.д.) должны стать интеллектуально-культурными центрами воспитания подрастающего поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бастракова М.С. В.И. Вернадский и история науки // Архив истории науки и техники. Вып. 2. Сб. статей. М.: Наука, 1997. С. 140-172.
2. Большой Энциклопедический словарь. Изд. 2, перераб. и доп./ Гл. ред. А.М. Прохоров. Сб.: Норинт, 2002. 1456 с.
3. Гадаев М.-С.Г. Духовные поиски. В двух томах. Т. 2. // М.-С.Г. Гадаев. Грозный: ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий», 2010. 560 с.
4. Даукаев А.А. О взаимосвязях и преемственности в развитии «двух культур» // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, № 5(76) май 2015. Часть 1. С. 106-107.
5. Концепция современного естествознания: учебное пособие / под. ред. С.И. Самыгина. Изд. 12-е. Ростов н/Д: Феникс. 2010. 412 с.

6. Лапина И.В. Первая школа молодых ученых ИИЕТ РАН // Вопросы истории естествознания и техники. № 1, 2012. С. 199-207.
7. Николай Львов: архитектор. Поэт и исследователь. Личности // PRO. TOPЖОК URL: vyidayushhiesya-lichnosti-torzhka.html (дата обращения: 4.03.2023).
8. Поэзия Московского университета от Ломоносова и до... URL: <http://poesis.ru/poeti-poezia/poletaev/biograph.htm> (дата обращения: 4.03.2023).
9. Пригожин И. Возвращенное очарование мира // Природа, № 2, 1986. С. 86-95.
10. Пучков Виктор Николаевич, биография научная // peoplelife.ru URL: peoplelife.ru (дата обращения: 15.03.2023).
11. Так говорил Альберт Эйнштейн / сост. Н. Гогитидзе. Ростов н/Д: Феникс, 2014. 93 с.
12. Хакен Г. Синергетика как мост между естественными и социальными науками // Синергетическая парадигма. Человек и общество в условиях нестабильности. М.: Прогресс-Традиция. 2003. С. 106-122.
13. Шестидесятники // Википедия– свободная энциклопедия URL: ru.wikipedia.org (дата обращения: 5.03.2023).
14. Эйнштейн. «100 человек, которые изменили ход истории. М.: ООО «Де Агостина. Вып. 3. 2008. 30 с.

REFERENCES

1. Bastrakova M.S. V.I. Vernadsky and the history of science // Archive of the History of science and technology. Vol. 2. Collection of articles. Moscow: Nauka, 1997. Pp. 140-172.
2. A large Encyclopedic dictionary. Ed. 2, reprint. and additional/ Gl. ed. A.M. Pro-chorov. Sb.: Norint, 2002. 1456 p.
3. Gadaev M.-S.G. Spiritual quest. In two volumes. Vol. 2. // M.-S.G. Gadaev. Grozny: FSUE "Publishing and printing complex "Grozny worker", 2010. 560 p.
4. Daukaev A.A. On interrelations and continuity in the development of "two cultures" // Aktualnye problemy humanities and natural sciences, №. 5(76) May 2015. Part1. Pp. 106-107.
5. The concept of modern natural science: a textbook / ed. by S.I. Samygin. Ed. 12th. Rostov n/A: Phoenix. 2010. 412 p.
6. Lapina I.V. The first school of young scientists of ИИЕТ RAS // Questions of the history of education and technology. №. 1, 2012. Pp. 199-207.
7. Nikolay Lvov: architect. Poet and researcher. Personalities // PRO. TORZHOK URL: vyidayushhiesya-lichnosti-torzhka.html (accessed: 4.03.2023).
8. Poetry of Moscow University from Lomonosov to... URL: <http://poesis.ru/poeti-poezia/poletaev/biograph.htm> (accessed: 4.03.2023).
9. Prigozhin I. The returned charm of the world // Nature, № 2, 1986. Pp. 86-95.
10. Puchkov Viktor Nikolaevich, scientific biography // peoplelife.ru URL: peoplelife.ru (accessed: 03.15.2023).
11. So Albert Einstein spoke / comp. N. Gogitidze. Rostov n/A: Phoenix, 2014. 93 p.
12. Haken G. Synergetikaka as a bridge between natural and social sciences// Synergetic paradigm. Man and society in conditions of instability. M.: Progress-Tradition. 2003. Pp. 106-122.
13. The Sixties // Wikipedia– free encyclopedia URL: ru.wikipedia.org (accessed: 03.5.2023).

14. Einstein. "100 people who changed the course of history. М.: LLC "De Agostina. Issue 3. 2008. 30 p.

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ НА ТЕРРИТОРИИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПОРОД И СТРАТИФИКАЦИИ МЕЗОКАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

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

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; зав.отделом проблем ТЭК, д.г.-м.н., daykaev@mail.ru.

(б) Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный; в.н.с. отдела проблем ТЭК, к.г.-м.н., eliza_ggni@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена палеонтологическим находкам на территории Чеченской Республике (ЧР). Приводятся сведения о первых находках ископаемых слонов в 1930 годы, палеонтолого-стратиграфических исследованиях сотрудников лаборатории стратиграфии института «СевКавНИПИнефть» в 1960-70 г.г., по ископаемым находкам на территории ЧР в последние годы. Отмечена важность палеонтологических исследований и необходимость их продолжения на данной территории с целью идентификации найденных и поисков новых ископаемых окаменелостей.

Ключевые слова: Чеченская Республика, палеонтология, стратиграфические исследования, мезозойские отложения, четвертичные отложения, останки ископаемых слонов.

PALEONTOLOGICAL FINDS ON THE TERRITORY OF THE CHECHEN REPUBLIC AND THEIR USE FOR DETERMINING THE AGE OF ROCKS AND STRATIFICATION OF MESOCAINOZOIC DEPOSITS

© Daukaev Arun Abalkhanovich (a), Abubakarova Eliza Akhmetovna (a,b)

(a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Science, Russian Federation, Grozny; Head of the Department of Problems of the Fuel and Energy Complex, D.G.-M.n., daykaev@mail.ru

(b) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny; v.n.s. of the Department of Problems of the Fuel and Energy Complex, Ph.D.-M.Sc., eliza_ggni@mail.ru

Abstract. The article is devoted to paleontological finds on the territory of the Chechen Republic (CR). Information is given about the first finds of fossil elephants in the 1930s, paleontological and stratigraphic studies of employees of the Laboratory of stratigraphy of the Institute

"Sevkavniplineft" in 1960-70, on fossil finds in the territory of the CR in recent years. The importance of paleontological research and the need for their continuation in this area in order to identify the found and search for new fossil fossils is noted.

Key words: Chechen Republic, paleontology, stratigraphic studies, Mesozoic deposits, Quaternary deposits, fossil elephant remains.

Введение. Геология как самостоятельная, естественноисторическая наука окончательно сформировалась с момента возникновения стратиграфии и внедрения палеонтологического метода. Зарождение палеонтологии связано в первую очередь с исследованиями Ж. Ламарка (1744-1829), Ж. Кювье (1769-1832) и особенно У. Смита (1769-1839) на рубеже XVIII и XIX веков [7, 16]. В. Смит впервые предложил разделить осадочные горные породы по возрасту, используя окаменелости найденные в них и на основании содержания в каждом слое характерных окаменелостей с этого времени началось использование палеонтологии для определения относительного возраста горных пород и геологических процессов. Термин палеонтология впервые ввел в научный оборот французский зоолог А. Дюкроте Д'Бленвиль в 1822 году, а в 1840-х годах вышли первые публикации А. Д' Орбиньи по палеонтологии [16], тесно связанные с исторической геологией и возникла практически одновременно с ней. Наряду с огромным значением в исторической геологии и стратиграфии, палеонтологические исследования становятся все более важными при прогнозе различных полезных ископаемых (нефть, газ, руда и т.д.) и проведении поисково-разведочных работ на них. Палеонтологические находки также являются природным ресурсом, имеющим научно-познавательную и туристско-рекреационную ценности. Заключенные в геологических слоях и горных породах, эти находки являются частью природного, культурного и геологического наследий.

Первые находки ископаемых слонов и быков на территории Чеченской Республики.

В работе Ю.А. Соловьева, посвященной научной деятельности крупнейшего палеонтолога отмечается, что еще до 1927 года акад. В.В. Меннер «...занимался геологическими исследованиями в районе Курской магнитной аномалии и на Кавказе под руководством Н.С. Шатского, а также участвовал в раскопках ихтиозавров под Москвой и ископаемых слонов – в районе г. Грозного» [11, 299]. Первая научная работа В.В. Меннера, опубликованная в 1927 году в соавторстве с Н.С. Шатским, была посвящена стратиграфии Восточного Кавказа [13].

Признанным специалистом по исследованию ископаемых слонов являлся Н.М. Шерстюков, долгое время работавший в г. Грозном. В сборнике трудов ГрозНИИ за 1968 год были опубликованы две статьи Н.М. Шерстюкова о находках бивня ископаемого слона и стержней ископаемых быков на территории Чечни и Ингушетии [14,15].

Первая статья посвящена описанию бивня ископаемого слона, найденного в районе станции Первомайской в отложениях, сложенных песчано-глинистыми породами плиоцен-плейстоценового возраста. Автором приведены результаты детальных измерений размеров бивня и сравнение их с другими бивнями ископаемых слонов, найденных в различных регионах мира и описанных исследователями в научных работах. На основе сравнительного анализа Н.М. Шерстюков делает следующий вывод: «Сравнение промеров бивней, известных в литературе, с нашими исследованиями позволяют нам отнести изученный бивень к

бивням южного ископаемого слона из рода *Arkhidiscodon*. Находка зубов и других костей в вместе с этим бивнем дает возможность причислить этот бивень к виду *meridionalis var. Groznensis*» [15, с.105].

Исследования по палеонтологическому обоснованию возраста мезозойских отложений Чеченской Республике в 1960-70 гг.

В 1960-80 годах в г. Грозный в институте «СевКавНИПИнефть» сложилась сильная школа специалистов стратиграфов-палеонтологов, многие из которых специализировались по фораминиферам [10,4]. Мезозойские отложения Северо-Восточного Кавказа привлекали внимание исследователей в 1960-70 гг. как перспективный объект для поисков залежей нефти и газа после установления их региональной нефтегазоносности. Данный комплекс отложений отличался значительной фациальной изменчивостью, связанной со сменой условий осадконакопления. В связи с этим возникла необходимость получения надежных данных для стратификации отложений, вскрываемых скважинами по палеонтологическим находкам. К началу 1970 гг. А.Н. Мининым, Э.А. Старостиной, А.С. Сахаровым и другими стратиграфами-палеонтологами был собран и систематизирован палеонтологический материал, позволивший охарактеризовать аммонитами, кораллами, брахиоподами и другими палеонтологическими находками практически все ярусы верхней юры, произвести детальное стратиграфическое расчленение и составить биостратиграфическую схему верхнеюрских отложений Северного Кавказа. Так, по фауне аммонитов, брахиопод и двустворок келловейский ярус подразделен на три подъяруса. Нижнекелловейский подъярус, представленный в основном терригенными породами, охарактеризован одним видом брахиопод. Среднекелловейские отложения, сложенные карбонатными алевролитами, мергелями, органогенно-обломочными и песчанистыми известняками, представлены комплексом многочисленных аммонитов и брахиопод. Верхнекелловейский подъярус уверенно выделяется по аммонитам. Оксфордский ярус. По характерным палеонтологическим находкам подразделяется на два подъяруса.

Нижний подъярус сложен органогенными известняками, мергелями и известковистыми глинами. По всей толще встречаются брахиоподы, реже кораллы. Верхний подъярус, сложенный преимущественно известняками и доломитами характеризуется широким распространением кораллов и брахиопод. По различию литологического состава и видов палеонтологических находок данный подъярус разделен на несколько горизонтов.

Кимериджский ярус в целом охарактеризован находками только аммонитов, которые не позволили разделить отложения яруса на слои. Литологически ярус сложен органогенно-обломочными, песчанистыми известняками. Титонский ярус подразделяется на два подъяруса. Нижний, в основном, сложен доломитами в которых найдены брахиоподы.

В основании верхнетитонского подъяруса выделен маркирующий горизонт, представленный песчанистыми известняками и охарактеризованный многочисленными находками устриц и брахиопод [9].

С.Ф. Макарьевой, Э.А. Старостиной и другими палеонтологами на основе многолетнего изучения палеонтологических находок (микрофауны) в нижне-, среднеюрских и верхнеюрских отложениях было выполнено детальное стратиграфическое расчленение и корреляция разрезов [8; 9].

На основе анализа опубликованных и фондовых материалов и собственных полевых и лабораторных исследований П.В. Ботвинник впервые описал различные виды рода спиروطектинов, отличающихся по строению раковины и распространению и имеющих определенную стратиграфическую приуроченность, что позволило использовать их для установления геологического возраста пород [1,2]. Два вида *spiroplektinata* распространены в разрезах по рекам Элистанжи и Сунжа и приурочены к верхнему альбу, а пять видов приурочены к различным ярусам верхнего мела – сеноманскому, коньякскому, туронскому, сантонскому.

Современный этап.

После массового оттока высококвалифицированных специалистов, в 90-х годах прошлого века из Чеченской республики практически не осталось специалистов стратиграфо-палеонтологического направления [5, 3]. Соответственно, в настоящее время, не проводятся здесь какие-либо исследовательские работы в этой области. Вместе с тем находятся отдельные энтузиасты, которые приносят найденные ими различные горные породы, минералы и палеонтологические останки. Так, Ибрагимовым Л.Л. в июле 2010 года передан по описи в музей Комплексного научно-исследовательского института РАН останки ископаемого животного, предположительно слона – более 50 фрагментов позвоночника, черепа, бивней, найденных им в четвертичных глинистых отложениях карьера Андреевской долины. К сожалению, из-за плохой сохранности определить внутреннее строение, размеры и другие параметры палеонтологической находки не представляется возможным. Тем не менее, она представляет большой научный интерес и требовалось ее дальнейшее изучение с привлечением специалистов соответствующего профиля. В связи с этим в Палеонтологический институт были отправлены материалы (останки древнего слона, найденные на территории ЧР в последние годы). В результате изучения этих материалов известным исследователем древних слонов Машенко Е.Н. было сделано заключение следующего содержания: Все образцы, которые мы видим на рисунках это останки мамонтовидного слона жившего, примерно в первой половине плейстоценового периода (более одного млн.л. назад). Эти слоны распространились более трех млн.л. назад из Африки в Евразию. К этому же виду слонов относятся шерстистый мамонт позднего плейстоцена известный по находкам мерзлых мумий этого слона. На рис. 1 а - представлен фрагмент бивня; рис. 1 б - фрагмент ребра; рис. 1 в - часть тел двух туловищных позвонков. Сохранность очень плохая (нет невральных дуг), поэтому не могу сказать какие именно это позвонки (какие они по счету в позвоночном столбе) и рис. 2 - очень сильно поврежденный фрагмент кости.

В последние годы аналогичные находки (кости древних животных) обнаружены на глубине 3-х метров в республике Ингушетия, в карьере возле села Вежарий-Юрт. По данным специалистов, скелет принадлежал небольшому копытному животному, возраст костей которого оценивается несколькими миллионами лет. По их мнению, – это предок современного слона, который жил 3 миллиона лет назад, во времена неогена.

Участниками экспедиции «Неизвестная Чечня» под руководством С.-Э.М. Джабраилова [6] на территории Чеченской Республики были найдены различные ископаемые окаменелости, в частности:

- в Веденском районе, в русле реки Элистанжи (левый приток реки Хулхулау) был обнаружен зуб мамонта с размерами 15,5x19x16 см; в верхнемеловых отложениях в долине

р. Цеси (левый приток р. Шаро-Аргун) найдены аммониты диаметром 56 см., толщиной до 12 см;

- в районе высокогорного селения Бути (Шаройский р-он), обнаружена окаменелость в виде морской ракушки огромных размеров (с высотой более 2,5 м и окружностью примерно 5-7 м), представляющий научно-познавательный интерес; в том же районе у села Дай на правом берегу реки Шаро-Аргун в сланцах найдены окаменелости морских моллюсков небольших размеров;



а



б



в



г

Рис.1. Останки древнего слона (фото Абубакаровой Э.А.).

- в меловых отложениях Черногорской моноклинали в районе Вашиндарой, найден ряд окаменелостей (морские черепахи, ежи и др. с возрастом от 40 млн. до 70 млн. лет (рис.2).



Рис.2. Морские ежи в меловых отложениях (Фото Абубакаровой Э.А.)

Интересная находка окаменелого морского животного была обнаружена уроженцем с. Саясан Ножай-Юртовского района Х. Абдулмежидовым и отправлена в Палеонтологический институт РАН. Палеонтологи института после детального изучения останков в течение года сделали вывод о том, что найденные останки — это кости древнего усатого кита, названного им Вампалом (*Vampalus*), обитавшего здесь 10 млн. л назад (плиоценовый период), в водах древнего океана Паратетис [12].

Многие из перечисленных ископаемых окаменелостей недостаточно изучены, что затрудняет их идентификации на сегодняшний день.

Заключение. Палеонтолого-стратиграфические исследования имеют важную роль при расшифровке истории геологического развития, изучении состава флоры и фауны, соответствующих прошлым геохронологическим эпохам. Палеонтологические находки могут служить обоснованием для подтверждения или опровержения сложившихся представлений по вопросам исторической геологии, стратиграфии, палеоботаники и палеозоологии. Дальнейшие исследования по идентификации найденных ископаемых останков позволит не только уточнить систематическую принадлежность находки, возраст отложений, но также глубже понять историю формирования фауны разных геологических эпох. Учитывая научную ценность ископаемых находок для палеонтолого-стратиграфических целей, понимания вопросов флора- и фауногенеза, в перспективе считаем целесообразным возобновить в Чеченской Республике литолого-стратиграфические и палеонтологические исследования.

Обнаруживаемые при этом находки послужат бесценным пополнением не только музейных коллекций республики, но и материалом для уточнения или дополнения стратиграфических подразделений данной местности и определения возраста, слагающих их горных пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ботвинник П.В. Новые представления рода *spiroplektinata* (Foraminifera) из меловых отложений Северо-Восточного Кавказа // Геология мезозойских и палеогеновых отложений Северо-Восточного Кавказа. Тр. СевКавНИПИнефть. Вып. XII. Грозный: Чечингиздат, 1977. С. 111-118.
2. Ботвинник П.В. О некоторых видах рода *spiroplektinata* (Foraminifera) из верхнемеловых отложений Северо-Восточного Кавказа // Геология мезозойских и палеогеновых отложений Северо-Восточного Кавказа. Тр. СевКавНИПИнефть. Вып. XII. Грозный: Чечингиздат, 1977. С. 119-131.
3. Даукаев А.А., Абубакарова Э.А. История формирования стратиграфической (геохронологической) шкалы // Вестник Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН. 2021. № 2 (6). С. 52-57.
4. Даукаев А.А., Кусаев А.Д. Исторические параллели в развитии нефтегазового производства и г. Грозный. К 80-летию ЧГУ и 200-летию г. Грозный. Монография. Грозный: Изд-во ЧГУ, 2019. 156 с.
5. Даукаев А.А., Умаров М.У, Бачаева Т.Х. О палеонтологических находках на территории Чеченской республики: история и современность // Наука и образование в Чеченской Республике: состояние и перспективы развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 10-летию со дня основания КНИИРАН (7апреля, 2011г., г. Грозный). Грозный, 2011.С. 301-303.
6. Исламов И. Вести Республики, № 24(1956), 2013. WWW grozny-inform. 07.02.2013.
7. Леонов Г.П. Историческая геология. М.: Изд-во МГУ, 1956. 364 с.
8. Макарьева С.Ф. Схема стратиграфии юрских отложений Чечено-Ингушской АССР по фауне фораминифер // геология и нефтегазоносность Северо-Восточного Кавказа. Тр. СевКавНИИ. Вып.IV 1969. С. 3-15.
9. Минин А.И., Старостина Э.А. К стратиграфии верхней юры Северного Кавказа по корралам и брахиоподам // Геология и нефтегазоносность Восточного Предкавказья. Труды СевКавНИПИнефть, выпуск №12. Грозный. Чеченская Республика. 1973. С.30-36.
10. Палеонтологи Советского Союза. Справочник./ Составитель И.Е. Занина Л.: Наука, 1968. 214 с.
11. Соловьев Ю.Я., Бессуднова З.А., Прежедецкая Л.Г. Отечественные действительные и почетные члены Российской Академии наук XVIII-XX вв. Геология и горные науки. М.: Научный мир, 2000. 548 с.
12. Тарасенко К.К., Лопатин А.В. Новые роды усатых китов (Cetacea, Mammalia) из миоцена Северного Кавказа и Предкавказья. 2 *Vampalus* gen.nov. (средний- поздний миоцен. Чечня и Краснодарский край) // Палеонтологический журнал. 2012. №6. С.72-81.
13. Шатский Н.С Меннер В.В. О стратиграфии палеогена Восточного Кавказа // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1927. Т. 5, № 1. С. 39-60.
14. Шерстюков Н.М. О находке стержней ископаемых быков в Чечено-Ингушской АССР // Новые данные по нефтяной геологии, гидрогеологии, геотермии и геофизике Центрального и Восточного Предкавказья / Сб. №29 ГрозНИИ. М.: Недра, 1968. С.106-108.

15. Шерстюков Н.М. О новых находках бивня южного и ископаемого слона в Чечено-Ингушской АССР // Новые данные по нефтяной геологии, гидрогеологии, геотермии и геофизике Центрального и Восточного Предкавказья / Сб. №29 ГрозНИИ. М.: Недра, 1968. С.103-105.
16. Возникновение палеонтологии как науки - додарвиновский этап ее развития URL // <http://www.bibliotekar.ru/2-8-27-osnovy-paleontologii/5.htm>. (дата обращения: 15.03.2023).

REFERENCES

1. Botvinnik P.V. New representations of the genus *spiroplektinata* (Foraminifera) from the chalk deposits of the North-Eastern Caucasus // *Geology of Mesozoic and Paleogene deposits of the North-Eastern Caucasus*. Tr. Sevkavnpineft. Issue XII. Grozny: Chechingizdat, 1977. Pp. 111-118.
2. Botvinnik P.V. On some species of the genus *spiroplektinata* (Foraminifera) from the upper sediments of the North-Eastern Caucasus // *Geology of Mesozoic and Paleogene-new deposits of the North-Eastern Caucasus*. Tr. Sevkavnpineft. Issue XII. Grozny: Chechingizdat, 1977. Pp. 119-131.
3. Daukaev A.A., Abubakarova E.A. The history of the formation of the stratigraphic (geochronological) scale // *Bulletin of the Integrated Research Institute named after H.I. Ibragimov of the Russian Academy of Sciences*. 2021. № 2 (6). Pp. 52-57.
4. Daukaev A.A., Kusaev A.D. Historical parallels in the development of oil and gas production and the city of Grozny. To the 80th anniversary of ChSU and the 200th anniversary of Grozny. Monograph. Grozny: Publishing House of ChSU, 2019. 156 p.
5. Daukaev A.A., Umarov M.U., Bachaeva T.H. On paleontological finds in the territory of the Chechen Republic: history and modernity // *Science and education in the Chechen Republic: state and prospects of development*. Materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 10th anniversary of the founding of KNIIRAN (April 7, 2011, Grozny). Grozny, 2011. Pp. 301-303.
6. Islamov I. News of the Republic, No. 24(1956), 2013. WWW grozny-inform. 07.02.2013.
7. Leonov G.P. Historical geology. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1956. 364 p.
8. Makarieva S.F. Scheme of stratigraphy of Jurassic deposits of the Chechen-Ingush ASSR by fauna of foraminifera // *geology and oil and gas potential of the North-Eastern Caucasus*. Tr. SevKavNII. Issue IV 1969. Pp. 3-15.
9. Minin A.I., Starostina E.A. On the stratigraphy of the Upper Jurassic of the North Caucasus by corals and brachiopods // *Geology and oil and gas potential of the Eastern Caucasus*. Proceedings of Sevkavnpineft, issue No. 12. Grozny. The Chechen Republic. 1973. Pp.30-36.
10. Paleontologists of the Soviet Union. Guide. / Compiled by I.E. Zanina L.: Nauka, 1968. 214 p.
11. Soloviev Yu.Ya., Bessudnova Z.A., Prezhedetskaya L.G. Domestic active and honorary members of the Russian Academy of Sciences of the XVIII-XX centuries. *Geology and mining sciences*. M.: Scientific World, 2000. 548 p.

12. Tarasenko K.K., Lopatin A.V. New genera of baleen whales (Cetacea, Mammalia) from the Miocene of the North Caucasus and the Pre-Caucasus. 2 *Vampalus* gen.nov. (Middle-Late Miocene. Chechnya and Krasnodar Krai) // *Paleontological Journal*. 2012. № 6. Pp.72-81.
13. Shatsky N.S. Menner V.V. On the stratigraphy of the Paleogene of the Eastern Caucasus // *Byul. MOIP. Ed. geol.* 1927. Vol. 5, № 1. Pp. 39-60.
14. Sherstyukov N.M. On the discovery of fossil bull rods in the Chechen-Ingush ASSR // *New data on petroleum geology, hydrogeology, geothermy and geophysics of the Central and Eastern Caucasus / Collection No. 29 of Grozny. M.: Nedra, 1968. Pp.106-108.*
15. Sherstyukov N.M. About new finds of the southern tusk and fossil elephant in the Chechen-Ingush ASSR // *New data on petroleum geology, hydrogeology, geothermy and geophysics of the Central and Eastern Pre-Caucasus / Collection No. 29 of Grozny. M.: Nedra, 1968. Pp.103-105.*
16. The emergence of paleontology as a science - the pre-Darwinian stage of its development URL // <http://www.bibliotekar.ru/2-8-27-osnovy-paleontologii/5.htm>. (accessed: 03.15.2023).

УДК - 502.4

DOI: 10.34824/VKNPIRAN.2023.12.1.003

СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКИХ ВИДОВ КРАСНОЙ КНИГИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В ЗАКАЗНИКАХ РЕГИОНА

© Батхиев Асланбек Магоматович

Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация. г. Грозный; лаборатория биоразнообразия и экологии биологических систем.

в.н.с., Aslanbek60@mail.ru

Аннотация. В статье излагаются материалы по изучению состава редких и исчезающих видов животных на территориях биологических заказников Чеченской Республики, полученных в процессе ведения Красной книги и подготовки ее второго издания. Результаты таких исследований имеют важное значение для оценки уровня природоохранного статуса этих ООПТ, их ранжирования по роли в сохранении биоразнообразия редких видов, особенно природно и хозяйственно - значимых, охотничье промысловых животных. Составлен полный список таких видов, что позволит, используя ГИС - технологии, вести постоянный биомониторинг, оценивать влияние изменений природно - климатических и антропогенных факторов. Это имеет важное значение для разработки и проведения тактики и стратегии природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: редкие виды, Красная книга, инвентаризация, ООПТ, заказники, животные, биоразнообразии, мониторинг, ГИС - технологии.

COMPOSITION AND DISTRIBUTION OF RARE SPECIES OF THE RED BOOK OF THE CHECHEN REPUBLIC IN THE RESERVES OF THE REGION

© Batkhiev Aslanbek Magometovich

Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; laboratory of biodiversity and Ecology of Biological systems. v.n.s.,

Aslanbek60@mail.ru

Abstract. The article presents materials on the study of the composition of rare and endangered species of animals in the territories of biological reserves of the Chechen Republic, obtained in the process of maintaining the Red Book and preparing its second edition. The results of such studies are important for assessing the level of conservation status of these protected areas, their ranking in terms of their role in the conservation of biodiversity of rare species, especially those of natural and economic importance, game and game animals. A complete list of such species has

been compiled, which will allow, using GIS technologies, to conduct continuous biomonitoring, assess the impact of changes in natural, climatic and anthropogenic factors. This is important for the development and implementation of tactics and strategies for environmental protection measures.

Key words: rare species, Red Book, inventory, protected areas, nature reserves, animals, biodiversity, monitoring, GIS - technologies.

Введение. В процессе дальнейшего социально - экономического развития Чеченской республики, роста ее населения неизбежно будет усиливаться потребность освоения новых территорий, особенно горных, использования природных ресурсов. Следствием этого является усиление антропогенной трансформации природных экосистем, усиление техногенных процессов в природе, разрушение естественных местообитаний и обеднение состава флоры и фауны, биологического разнообразия в целом. Это приводит к снижению устойчивости природных комплексов к внешним воздействиям через угнетение растительного покрова [1], обеднению потенциально возможных эволюционных адаптаций биоты в целом, определяющих максимальную реализацию экосистемных услуг природных биогеоценозов и их устойчивое состояние в меняющейся обстановке [2]. В первую очередь, деградация сказывается на сохранении и возможности выживания редких и исчезающих видов, через разрушение условий обитания и роста лимитирующих факторов.

В такой ситуации резко возрастает роль и значение особо охраняемых природных территорий, в том числе и Чеченской республики, по сохранению природно-территориальных комплексов, как рефугиумов, и различных видов животных и растений в них, особенно редких и исчезающих. В этих целях особенно важно выявлять редкие виды, как компоненты ландшафтно - биологического разнообразия, ведение мониторинга их состава и состояния. То есть в целях их сохранения необходимо знать что из охраняемых видов, где и в каких объемах имеется и должно сохраняться.

Результаты исследований. Исходя из вышесказанного, нами на территории Чеченской Республики выполнялась работа по инвентаризации фауны заказников республики, как особых форм ООПТ. В процессе ведения Красной книги Чеченской Республики был выявлен, по сравнению с ранее опубликованными данными [3], и ряд новых, не указанных для заказников, редких видов, включенных дополнительно во второе издание Красной книги Чеченской Республики [4]. Приведенные в статье данные по составу видов животных Красной книги ЧР, обитающих на территории особо охраняемых природных территорий региона (Список...) имеют важное значение для намечающейся оптимизации заказников Чеченской Республики, для оценки их природоохранного статуса в целях улучшения территориальной структуры и совершенствования организации. Особенно значимым это является в условиях усиления антропогенного воздействия и тренда использования ООПТ республики для посещения туристами, развития экологических форм туризма. Необходимо заранее предусмотреть возможные риски негативного воздействия подобной ситуации на состояние редких видов, исходя их природоохранной значимости каждого заказника, разработать практические меры защиты и формы безущербного для таких видов посещения и использования территории ООПТ.

Список состава и распределения редких и исчезающих видов животных, занесенных во второе издание Красной книги Чеченской Республики, по биологическим заказникам региона.

1. Заказник "Зеленая зона города Грозный".

Беспозвоночные. Стрекоза рыжая, красотел пахучий, жук - олень, бронзовка красивая, бронзовка аффинис, усач альпийский, усач большой дубовый, пчела - плотник.

Позвоночные. Скопа, подорлик малый, подорлик большой, орлан - белохвост, тювик, аист черный, малый пестрый дятел, могильник, филин, балобан, змеяяд, кобчик, сорокопуд серый, крот малый, подковонос малый, вечерница гигантская, крот малый, кот лесной, олень благородный кавказский,

2. Заказник "Аргунский".

Беспозвоночные. Коромысло рыжеватое, когдетка похожий, стрекоза рыжая, карабус кавказский, карабус Бербера, жук - олень закавказский, бронзовка красивая, бронзовка аффинис, жужелица куманус, жужелица маурус, жужелица макропус, жужелица планипеннис, сколия - гигант, бражник "мертвая голова".

Позвоночные. Форель ручьевая, кутум, шемая, терский подуст, усач Булат - май, шиповка, полоз узорчатый, полоз Палласа, аист черный, фазан, филин, казарка красногрудая, пискулька, скопа, тювик, змеяяд, подорлик большой, могильник, орлан - белохвост, кобчик, кутора Шелковникова, крот малый, бурый ушан, ночница остроухая, вечерница малая, норка европейская, кот лесной, олень благородный кавказский,

3. Заказник "Брагунский".

Беспозвоночные. Шмель моховой, шмель глинистый, шмель армянский, бражник "мертвая голова".

Позвоночные. Кутум, шемая, подуст терский, усач Булат май, усач каспийский. шиповка кавказская, степная гадюка, полоз узорчатый, полоз желтобрюхий, полоз палласа, черепаха средиземноморская, желтопузик, западный удавчик, степной орел, орел - карлик, змеяяд, филин, подорлик малый, скопа, тювик европейский, могильник, скопа, лунь степной, орлан - белохвост, балобан, кобчик, фазан, сорокопуд серый, пеночка, кутора Шелковникова, белозубка белобрюхая, выдра кавказская, норка европейская, хорек степной, кот лесной, кот камышовый, олень кавказский благородный,

4. Заказник "Степной".

Беспозвоночные. Когдетка похожий, боливария короткокрылая, карабус венгерский, сколия степная, сколия - гигант, шмель моховой, шмель глинистый, шмель армянский, шмель лезус, ктырь гигантский, медведица краснотелая.

Позвоночные. Черепаха средиземноморская, агама степная, удавчик песчаный, полоз узорчатый, полоз желтобрюхий, круглоголовка ушастая, круглоголовка - вертихвостка, желтопузик, разноцветная ящурка, быстрая ящурка, лебедь малый, фазан, дрофа, стрепет, авдотка, кулик - сорока, журавль - красавка, султанка, курганник, пустельга степная, орел степной, подорлик большой, кобчик, чернеть белоглазая, зуек каспийский, ходулочник, шилоклювка, тиркушка степная, крачка малая, колпица, каравайка, казарка краснозобая, пискулька, огарь, пеганка, большой кроншнеп, чирок мраморный, савка, лунь степной, змеяяд, филин, сорокопуд серый, белозубка белобрюхая, хорек степной, перевязка, корсак, кот камышовый, слепыш гигантский, олень благородный кавказский.

5. Заказник "Парабочевский".

Беспозвоночные. Красотел пахучий, карабус кавказский, стафилин пахучий, сколия гигант, шмель моховой, шмель глинистый, шмель армянский, медведица госпожа, медведица гера.

Позвоночные. Усач каспийский, усач Булат -май, полоз узорчатый, полоз четырех полосый,? полоз закавказский,? баклан малый, колпица, каравайка, цапля египетская, аист белый, аист черный, казарка краснозобая, пискулька, змеяд, подорлик малый, подорлик большой, скопа, орлан белохвост, балобан, кобчик, филин, чирок мраморный, чернеть белоглазая, савка, тювик европейский, могильник, фазан северокавказский, кулик - сорока, сорокопуд серый, кутора Шелковникова, кот лесной, кот камышовый, олень благородный кавказский, выдра кавказская, норка европейская, вечерница гигантская,

6. Заказник "Веденский".

Беспозвоночные. Карабус кавказский, карабус Бебера, жук - олень закавказский, Бронзовка красивая, Бронзовка Аффини, Скосарь Евгения, щелкун краснокрылый, пчела плотник фиолетовый, лента орденская малиновая, медведица гера,

Позвоночные. Форель ручьевая, тритон Ландца, ящерица кавказская веденская, ящерица грузинская чеченская, гадюка Лотиева, тетерев кавказский, орел - бородач, стенолаз краснокрылый, беркут, сапсан, стервятник, гриф черный, сип белоголовый, улар кавказский, филин, клушица, вьюрок альпийский, дрозд пестрый каменный, дрозд синий каменный, королек желтоголовый, крот малый, кутора Шелковникова, вечерница гигантская, подковонос малый. подковонос большой, ночница остроухая, бурозубка Радде, норка европейская. кот лесной, рысь, леопард переднеазиатский

7. Заказник "Шалинский".

Беспозвоночные. Стрелка красивая, жук - олень закавказский, бронзовка красивая, бронзовка Аффинис, усач большой дубовый, пчела - плотник, сколия гигант.

Позвоночные.Черный аист, орел змеяд, подорлик большой, орел бородач, беркут, сапсан, филин, крот малый, ночница остроухая, вечерница гигантская, кот лесной. выдра кавказская, норка европейская.

8. Заказник "Урус -Мартановский".

Беспозвоночные. Карабус кавказский, карабус Бебера, карабус казачий, жук - олень закавказский, бронзовка красивая, бронзовка аффинис, щелкун краснокрылый, пчела - плотник. пчела - плотник фиолетовая, аскалаф пестрый, апполон черный, апполон, медведица госпожа.

Позвоночные.Шиповка кавказская. тритон Ландца, ящерица кавказская веденская, полоз узорчатый, орел - бородач, подорлик большой, сапсан, беркут, филин, дятел малый, сорокопуд серый, крот малый, кутора Шелковникова, бурозубка Радде, подковонос малый, ночница остроухая, ночница усатая, вечерница гигантская, норка европейская, кот лесной, выдра кавказская.

9. Заказник "Советский".

Беспозвоночные. Карабус нотус, карабус огромный, дельтомер чеченский, трехус комарова, скосарь Евгения, плинтус, шмель пластинчатозубый, апполон Нордмана, апполон черный, апполон, голубянка - мелиагр, желтушница аврорина, желтушница кавказская, лента орденская малиновая, чернушка иранская.

Позвоночные. Форель ручьевая, шиповка кавказская, ящерица грузинская чеченская, гадюка Лотиева, гадюка Динника, орел - бородач, гриф черный, беркут, тетерев кавказский,

улар кавказский, филин, горихвостка красно - брюхая, дрозд каменный синий, бурозубка Радде, кутора шелковникова, ночница остроухая, ушан бурый, рысь, леопард переднеазиатский, козел безоаровый, серна кавказская.

Заключение. Ведение Красной книги Чеченской Республики и подготовка ее второго издания дала возможность осуществить подробную инвентаризацию фауны биологических заказников республики, выявить полный состав представленных в них редких и исчезающих видов, распределение и состояние их популяций. Полученные данные послужили основанием для оценки природоохранного уровня значимости изученных ООПТ, их ранжирования, разработки мер по оптимизации территориальной структуры. Результаты обследования этих особо охраняемых территорий подтверждают важность и необходимость их создания и функционирования. Однако для отдельных видов меры охраны, применяемые на территории заказников, из-за специфики природоохранного режима, явно недостаточны и численность их сокращается. Они находятся под угрозой исчезновения (шмель пластинчатозубый, апполон черный, карабус венгерский, норка европейская, перевязка и некоторые другие виды). На территории заказников, где они обитают, целесообразно выделить локалитеты или микрорезерваты с полным заповедованием и запретом на любые формы хозяйственной деятельности и посещение.

Таким образом, итогом проведения исследований по инвентаризации фауны заказников ЧР и выявлению состава редких и исчезающих видов, в них обитающих явилось составление полного списка таких видов, с оценкой их природоохранного статуса и категорий редкости. Это позволит создать для них объективную базу данных с использованием ГИС-технологий. Такие данные послужат важной научной основой для дальнейшего ведения Красной книги Чеченской Республики и осуществления постоянного биомониторинга за состоянием популяций редких и исчезающих видов животных, охраняемых в ООПТ региона. Особенно важно это в связи с тенденцией развития экологического туризма, в том числе и посещением особо охраняемых территорий республики с их наиболее сохранившейся флорой и фауной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батхиев А.М., Темботов А.К. Современные тенденции антропогенных изменений высотных пределов распространения млекопитающих Кавказа // Фауна и экология млекопитающих Кавказа. Нальчик: изд. КБГУ, 1987. С. 21-34.
2. Ильяшенко В.Ю., Шаталкин А.И, Куваев А.В. и др. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения животные России. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2018. 112 с.
3. Красная книга Чеченской Республики. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Второе издание. Ростов Н/Дону, 2020. 480 с.
4. Рыжиков В.В. Голобуцкий А.А. Памятники природы и заказники Чечено-Ингушской АССР. Грозный: Чечено-Ингушское книжное издательство, 1985. 72 с.

REFERENCES

1. Bathiev A.M., Tembotov A.K. Modern trends of anthropogenic changes in the altitude limits of the distribution of mammals of the Caucasus // Fauna and ecology of mammals of the Caucasus. Nalchik: Publishing house of KBGU, 1987. Pp. 21-34.

2. V.Y. Ilyashenko, A.I. Shatalkin, and V. Kuvaev et al. Rare and endangered animals of Russia. Moscow: Association of Scientific Publications KMK. 2018. 112 p.
3. The Red Book of the Chechen Republic. Rare and endangered species of plants and animals. Second edition. Rostov N/Don, 2020. 480 p.
4. Ryzhikov V.V. Golobutsky A.A. Natural monuments and sanctuaries of the Chechen-Ingush ASSR. Grozny: Chechen–Ingush Book Publishing House, 1985. 72 p.

УДК 547.541.3, 547.542.7

DOI: 10.34824/VKNIRAN.2023.12.1.004

СИНТЕЗ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЛОГЕНЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ МАЛЕИМИДА

© Нагиев Ягуб Мехди оглу (а), Мамедбейли Эльдар Гусейнгулу оглу (б)

(а) Институт Катализа и Неорганической химии Министерства Науки и Образования, Азербайджан, г. Баку; кандидат химических наук, вед.н.с., yagub56@mail.ru

(б) Институт Нефтехимических процессов Министерства Науки и Образования, Азербайджан, г. Баку; доктор химических наук, глав. н.с., зав.лаборатории «Изучение антимикробных свойств и биоповреждений», eldar_mamedbeyli@mail.ru

Аннотация. Малеимид представляет собой химическое соединение с формулой $H_2C_2(CO)_2NH$ и является ненасыщенным циклическим имидам, имеющим важное значение в органическом синтезе и биоконъюгировании. Под малеимидами также подразумевают класс органических соединений, образующихся из незамещенной молекулы малеимида посредством замещения атома водорода на алкильный или арильный радикал. В роли заместителя R может также выступать молекулярное соединение, флуоресцентный краситель, олигосахарид, нуклеиновая кислота, реакционная химическая группа, синтетический полимер, или молекула белка. Из-за своей высокой реакционной способности, очень небольшое количество природных соединений содержит малеимидовый остаток. Примером таких соединений являются цитотоксичный шоудомин, выделенный из *Streptomyces showdoensis*, и пенколид, выделенный из *Pe. multicolor*. В связи с этим, производные малеимида преимущественно получают синтетическими методами. Среди различных функционально замещенных производных малеимида наибольший интерес представляют моно- и дигалогензамещенные производные, содержащие в молекуле один или два атома галогена (как правило, бром или хлор), непосредственно связанных с атомами углерода. В представленной статье нами рассмотрены результаты исследований в области синтеза и определения областей применения бром- и хлорзамещенных малеимидов.

Ключевые слова: малеимид, галогензамещенные малеимиды, фармацевтические препараты, функционализированные полимеры, малеимидные мономеры.

SYNTHESIS AND APPLICATIONS OF HALOGEN-SUBSTITUTED MALEIMIDE DERIVATIVES

© Nagiyev Yagub Mehdi oglu (a), Mammadbeyli Eldar Huseyngulu oglu (b)

(a) Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry of the Ministry of Science and Education, Azerbaijan, Baku; Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher, yagub56@mail.ru

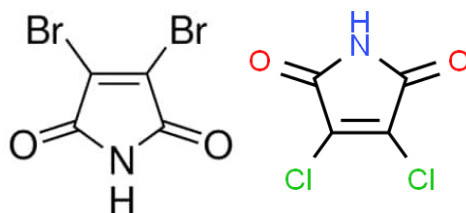
(b) Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education, Azerbaijan, Baku; Doctor of Chemical Sciences, *glav. n.s.*, head.laboratories "Study of antimicrobial properties and biological damage", eldar_mamedbeyli@mail.ru

Abstract. Maleimide is a chemical compound with the formula $H_2C_2(CO)_2NH$ and is an unsaturated cyclic imide of importance in organic synthesis and bioconjugation. By maleimides is also meant a class of organic compounds formed from an unsubstituted maleimide molecule by replacing a hydrogen atom with an alkyl or aryl radical. The substituent R can also be a molecular compound, a fluorescent dye, an oligosaccharide, a nucleic acid, a reactive chemical group, a synthetic polymer, or a protein molecule. Because of their high reactivity, very few natural compounds contain a maleimide residue. Examples of such compounds are the cytotoxic showdomycin isolated from *Streptomyces showdoensis* and pencolide isolated from *Pe. multicolor*. In this regard, maleimide derivatives are mainly obtained by synthetic methods. Among the various functionally substituted maleimide derivatives, mono- and dihalo-substituted derivatives containing one or two halogen atoms (usually bromine or chlorine) directly bonded to carbon atoms are of the greatest interest. In the presented article, we reviewed the results of research in the field of synthesis and determination of the areas of application of bromine- and chlorine-substituted maleimides.

Key words: maleimide, halogenated maleimides, pharmaceuticals, functionalized polymers, maleimide monomers.

Малеимид и его функционально-замещенные производные находят широкое применение в различных областях промышленного производства. В частности, они используются в качестве ценных мономеров для синтеза целого ряда функционализированных полимеров с различными физико-химическими свойствами, в качестве синтонов для получения биологически активных соединений и др. В связи с этим, проведение исследований в области синтеза и определения новых областей применения этих соединений представляет важный как научный, так и практический интерес.

В этом отношении наибольший интерес представляют дибром- и дихлормалеимиды, т.е. дизамещенные галогенпроизводные малеимида, содержащие в молекуле два атома галогена, непосредственно связанных с атомом углерода.



В этой работе нами показаны результаты исследований в области синтеза и применения галогензамещенных малеимидов. Так, в работе [1] исследована реакция гидрохлорида анилина и гидрохлорида метиламина с 3,4-дихлормалеиновым ангидридом в ледяной уксусной кислоте, и результаты можно качественно соотнести с pK_{as} (относительно воды) гидрохлоридных солей. Экспериментальные результаты показывают, что реакция гидро-

хлорида анилина ($pK_a = 4,6$) с 3,4-дихлормалеиновым ангидридом в ледяной уксусной кислоте ($pK_a = 4,7$) при комнатной температуре возможна только в том случае, если взятое основание сильнее анилина (такое как метоксид, pK_a примерно 18). Однако при нагревании смеси с обратным холодильником реакция протекает без добавления основания. Также продемонстрировано, что гидрохлорид метиламина ($pK_a = 10,6$) не реагирует с 3,4-дихлормалеиновым ангидридом даже в кипящей ледяной уксусной кислоте, если не использовать основание, более сильное, чем метиламин, такое как метоксид (для высвобождения метиламина *in situ*). На основании этих двух примеров показано, что эта методика представляет собой улучшенный и удобный способ получения этих полезных промежуточных соединений, а именно, N-замещенных 3,4-дихлормалеимидов через гидрохлориды аминов.

Соединения 2,3-дихлормалеиновый ангидрид, 2,3-дихлор-N-фенилмалеимид и 2,3-дихлор-N-метилмалеимид соответственно и диментил(триметилсилил)фосфиниспользовались в качестве лигандов для комплексов Rh в асимметричном гидрировании и гидросилилировании [2]. Комплексы Ni и Pd этих лигандов были испытаны в реакции кросс-сочетания Гриньяра. Гидрирование α -ацетамидокоричной кислоты дало 70% энантиомерный избыток (e.e), а гидрирование ацетофенона до 47% e.e. Гидросилилирование ацетофенона привело к 42% e.e.

Кипячение с обратным холодильником эквимолярных количеств 2,3-дихлормалеинового ангидрида и *o*-фенилендиамин в толуоле дает три соединения: 2,3-дихлор-N-*o*-C₆H₄(NH₂) малеимид (1), N, N'-*o*-C₆H₄-бис(2,3-дихлормалеимид) (2) и 2,3-дихлорпирроло[1,2-*a*] бензимидазол-1-он (3) [3]. В этих условиях первое соединение наблюдается как основной продукт. Повторение той же реакции в присутствии добавленного PTSA дает гетероциклическое соединение 2,3-дихлорпирроло[1,2-*a*] бензимидазол-1-он в качестве основного продукта. Обработка соединения 1 PTSA в сочетании с удалением воды дает соединение 3 с почти количественным выходом и подтверждает промежуточное положение соединения 1 на пути к соединению 3. Новые соединения 1–3 были выделены с помощью колоночной хроматографии и охарактеризованы в растворе спектроскопическими методами. Молекулярные структуры малеимидзамещенных соединений 1 и 2 определены методом РСА. 2,3-Дихлор-N-*o*-C₆H₄(NH₂)малеимид кристаллизуется в моноклинной пространственной группе P2₁/c, $a = 20,693(8)$ Å, $b = 5,712(2)$ Å, $c = 8,787(4)$ Å, $\beta = 92,819$ (7), $V = 1037,3(7)$ Å³, $Z = 4$, $d_{расч} = 1,646$ мг/м³; $R = 0,0604$, $R_w = 0,1140$ для 1354 отражений с $I > 2\sigma$ (I), с кристаллизацией N,N'-*o*-C₆H₄-бис(2,3-дихлормалеимида) в триклинной пространственной группе P-1, $a = 7,9509$ (4) Å, $b = 10,2532(6)$ Å, $c = 12,1126(7)$ Å, $\alpha = 82,637(1)$, $\beta = 87,799(1)$, $\gamma = 71,634(1)$, $V = 929,42(9)$ Å³, $Z = 2$, $d_{расч} = 1,651$ мг/м³; $R = 0,0499$, $R_w = 0,1545$ для отражений 1977 г. с $I > 2\sigma$ (I).

В работе [4] было обнаружено, что производное диброммалеимида, N-(4-бромбутил)-диброммалеимид (dBMIB), является высокоэффективным связывающим агентом для димеризации гидрофильных полимеров с тиоловыми концевыми группами посредством реакции заместителей. Когда монотиолполи(этиленоксид) (PEO45-SH) смешивают с dBMIB в эквивалентной молярной подаче в воде, количественно получают димер PEO45 с малеимидным звеном, расположенным в центре цепи, (PEO45)₂MIB. dBMIB также используется для димеризации поли(N-(2-акрилоилоксиэтил) пирролидона) и поли (N, N-диметилакриламида) с концевыми тиоловыми группами. Кроме того, бромид бутилена (PEO45)₂MIB переносится в азид бутилена, которому дают возможность реагировать с полистиролом с

алкинильными концевыми группами с образованием звездообразного полимера A2B mikroarm посредством катализируемой медью реакции сочетания азид-алкинциклоприсоединения.

В работе [5] исследованы экспериментальные и теоретические колебательные спектры и химические сдвиги 2,3-дибром-*N*-метилмалеимида (2,3DBrNMM, C₅H₃NO₂Br₂). Спектры FT-IR и FT-Raman 2,3DBrNMM в твердой фазе зарегистрированы в области 4000–4400 см⁻¹ и 3500–3550 см⁻¹, соответственно. Структурные и спектроскопические данные молекулы в основном состоянии были рассчитаны с использованием метода Хартри-Фока и метода функционала плотности (B3LYP) с 6-31G(d), 6-31G (d, p), 6-31+G(d, p), 6-31++G(d,p), 6-311G(d), 6-311G(d,p), 6-311+G(d,p) и 6-311++G (d,p) базисные наборы. Масштабированные значения сравнивались с экспериментальными спектрами FT-IR и FT-Raman. Наблюдаемые и рассчитанные частоты находятся в хорошем согласии. Полные задания были выполнены на основе распределения полной энергии (TED) колебательных мод, рассчитанного методом масштабированной квантовой механики (SQM). Регистрировали спектры ¹³C ЯМР, ¹H ЯМР и ¹³C ЯМР. Химические сдвиги ¹H ЯМР рассчитывали с использованием методов HF и B3LYP с базисными наборами 6-311++G (d, p). Оптимизированные геометрические параметры (длины связей и валентные углы) были приведены к соответствующим экспериментальным значениям молекул малеимида и 3-бензоилметил-2-хлор-*N*-метилмалеимида.

Химические зонды, включающие фрагмент лиганда, реакционноспособную группу (например, эпоксидную, галоацетильную или фотореактивную группу) и метку (например, флуорофор или радиоизотоп), широко используются в аффинном мечении для идентификации белков-мишеней биоактивных молекул. Однако разработка и синтез высокофункциональных химических зондов часто требуют много времени. В этой статье [6] авторы предлагают простую стратегию конструирования химических зондов, несущих небольшое звено 2,3-дихлормалеимида (diCMI), которое служит комбинированной реактивной группой и меткой, реагируя с нуклеофильным остатком лизина вблизи лиганд-связывающего сайта целевой белок для получения 2-амино-3-хлормалеимидного флуорофора. Модельные эксперименты лиганд-белок подтвердили, что единица diCMI обладает подходящей реакционной способностью и флуорогенной способностью для эффективного аффинного мечения (схема 1).

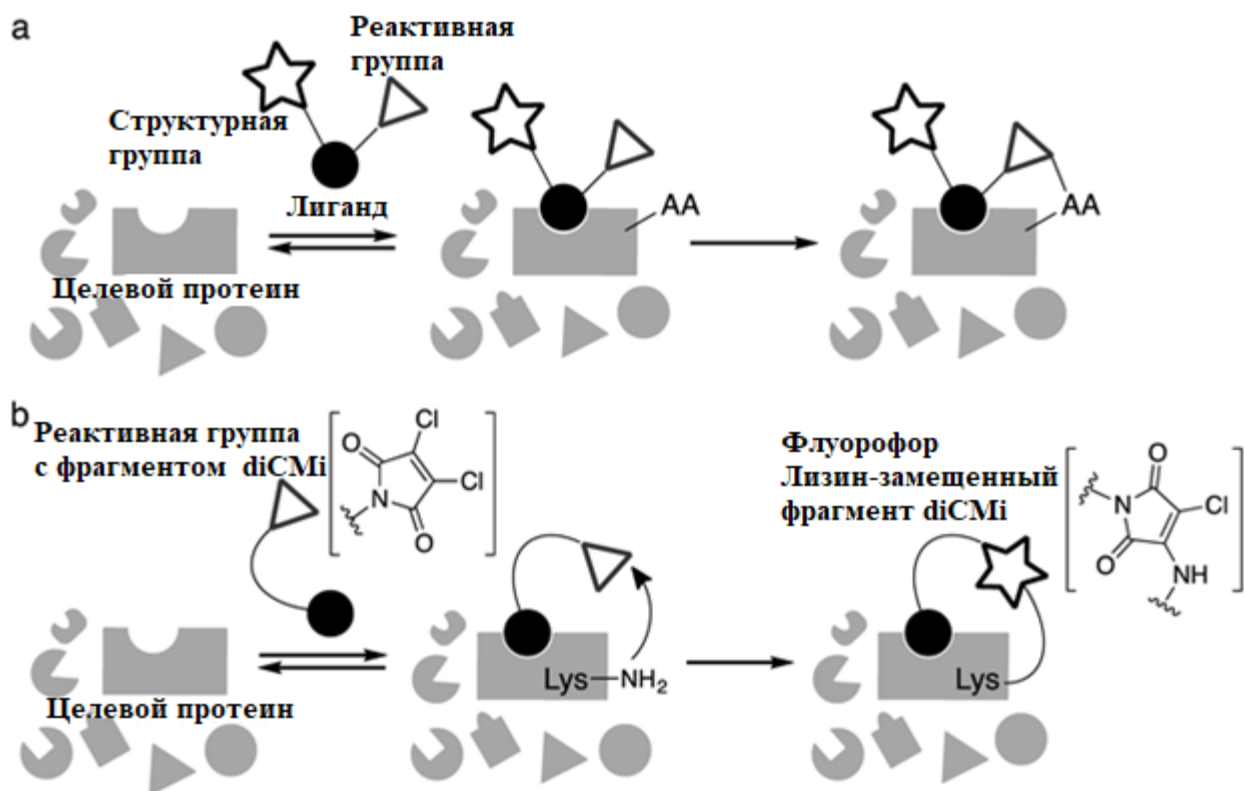


Схема 1. Связывание целевого белка флуорофорнымлигандом, содержащимхлормалеимидный фрагмент

Также в этой статье изучена реакция 2,3-дихлормалеимида с 1-пропантиолом (схема 2).

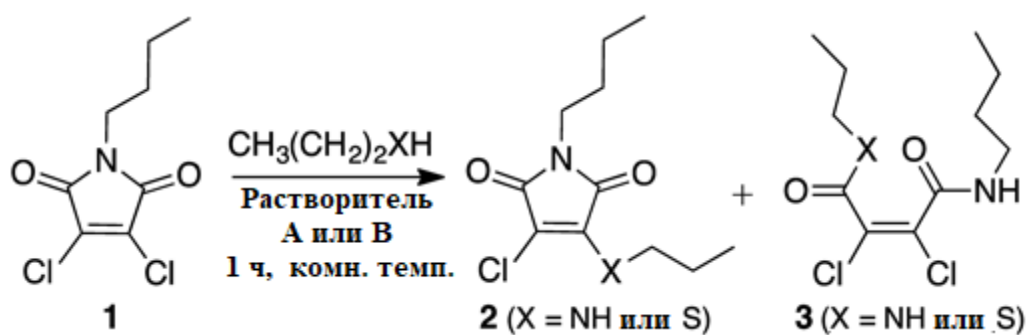


Схема 2. Реакция взаимодействия 2,3-дихлормалеимида с 1-пропантиолом

Изучено влияние различных параметров реакции на выходы синтезированных аддуктов (таблица 1).

Таблица 1

Влияние различных параметров на выходаддукта реакции 2,3-дихлормалеимида с 1-пропантиолом

Растворитель	Заместитель X	Выход, %		
		2	3	1
А - вода-ТГФ (1:2)	NH 1 экв.	47	17	21
А - вода-ТГФ (1:2)	S 1 экв.	-	-	98
А - вода-ТГФ (1:2)	S 10 экв.	-	-	93

В - буферный фосфат (0,6 М, рН 7)-ТГФ (1:2)	NH 1экв.	12	следы	81
В - буферный фосфат (0,6 М, рН 7)-ТГФ (1:2)	S 1экв.	73	-	-

Дисульфидные мостики предлагают удобный подход для создания сайт-селективных конъюгатов антител из нативных антител. Чтобы оптимизировать реагенты, доступные для достижения этой стратегии, [7] авторы работы описывают использование диброммалеимидов, предназначенных для ускоренного гидролиза после конъюгации. Конъюгация и гидролиз, которые служат для «запирания» конъюгатов в виде прочно стабильных малеиновых кислот, достигаются чуть более чем за 1 час. Показано, что это резкое ускорение также приводит к значительному улучшению однородности, что подтверждается масс-спектрометрическим анализом.

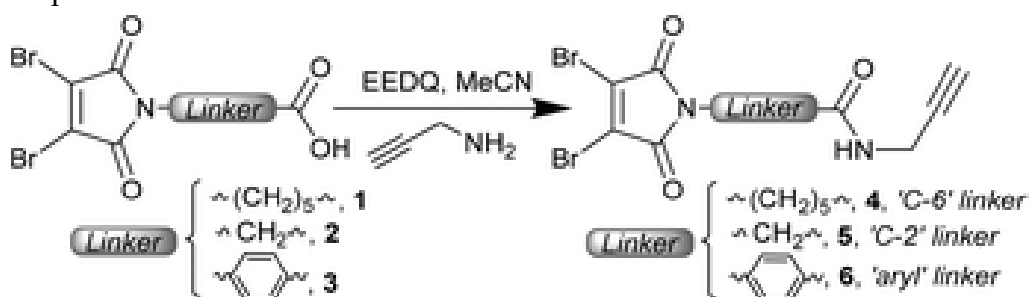


Схема 3. Реакция различных малеиновых кислот с пропаргиламинами

Полимеры, содержащие диброммалеимидную (DBM) группу в качестве функционального конца цепи, были синтезированы методом RAFT-полимеризации [8]. Агент переноса функциональной цепи DBM (СТА) использовали для получения четко определенных PtBA, PMA и PTEGA без необходимости химического состава защитных групп. Было обнаружено, что ОПЦ-полимеризация НИПАМа и стирола с этим СТА сильно замедляется/ингибируется, что объясняется их относительно низкими константами скорости распространения по сравнению с акрилатами. Это наблюдение объясняется обратимым захватом радикалов роста группой DBM в ОПЦ-полимеризациях с использованием мономера с низким k_{tr} . Однако дальнейшие попытки синтезировать DBM-терминированный PtBA и PMA с помощью ATRP с использованием аналогичного инициатора не увенчались успехом, и наблюдалась широкая полидисперсность PDI. Кроме того, также была продемонстрирована высокоэффективная постполимеризационная функционализация PMA с концевыми группами DBM, полученного с помощью RAFT, с модельным соединением тиофенолом.

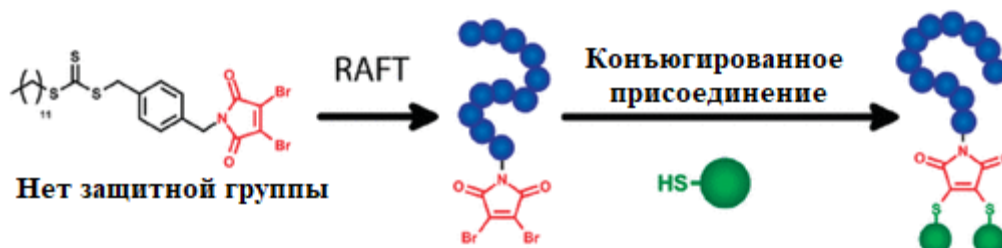


Схема 4. RAFT-полимеризация производных 2,3-диброммалеида

С достижениями в области дизайна и синтеза материалов разрабатываются более

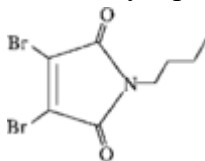
сложные системы доставки с активным нацеливанием и множеством функций для самых разных приложений. Новые химические процессы, в которых используются тиолы, амины и фрагменты карбоновых кислот, позволяют легко и эффективно функционализировать и биоконъюгировать макромолекулы, такие как пептиды, белки и полимеры. Для повышения эффективности лекарств или снижения цитотоксичности были разработаны обратимые линкеры для деградации средств доставки в определенных условиях. Одной из молекул, которая привлекает внимание в области доставки благодаря своим универсальным свойствам конъюгации, является диброммалеимид (DBM) [9]. Структура DBM состоит из малеимида с бромом, присоединенным к каждому из атомов углерода алкена. В отличие от типичных малеимидов, DBM допускает две точки присоединения, поскольку каждый бром может быть замещен тиолом с образованием двух тиоэфирных связей. Мягкий характер и селективность реакции DBM позволяют использовать чувствительные биомолекулярные реагенты, в то время как высокая эффективность реакции требует только эквимольных количеств дорогостоящих биопрепаратов.

Методы ограничения пептидов в биоактивной α -спиральной конформации для ингибирования белок-белковых взаимодействий представляют собой постоянную область исследований в химической биологии [10]. Недавно был описан первый пример методологии обратимого «сшивания», в которой используются нативные остатки цистеина или гомоцистеина, расположенные в положениях i и $i+4$ в пептидной последовательности, вместе с тиол-селективной реактивностью диброммалеимидов. В этой статье сообщается об оптимизации ограничения на основе малеимида с акцентом на кинетику макроциклизации и степень, в которой спиральность повышается с помощью различных тиолсодержащих аминокислот. Исследование определило оптимальную комбинацию сшивания $X1 = L-Cys$ и $X5 = L-hCys$ в контексте модельного пептида $Ac-X1AAAX5-NH_2$, что должно оказаться полезным при реализации стратегии сшивания диброммалеимида в программах открытия пептидомиметических лигандов.

Поликатионы успешно использовались в качестве средств переноса генов как *in vitro*, так и *in vivo*; однако их цитотоксичность связана с увеличением молекулярной массы. Полимеры, которые могут быстро разлагаться после интернализации, обычно лучше переносятся клетками млекопитающих по сравнению с их неразлагаемыми аналогами. В работе [11] авторы сообщают об использовании связывающего агента диброммалеимид-алкина (DBM-алкин) для обратимого связывания катионных полимерных сегментов для доставки генов и обеспечения сайт-специфической функционализации с помощью химии азид-алкинового циклоприсоединения. Была синтезирована и оценена группа восстанавливаемых и невозстанавливаемых статистических сополимеров (2-диметиламино)этилметакрилата (ДМАЭМА) и олиго(этиленгликоль)метилового эфира метакрилата (ОЭГМА). В комплексе с плазмидной ДНК восстанавливаемые и невозстанавливаемые полимеры имели сопоставимые свойства конденсации ДНК, размеры и эффективность трансфекции. При сравнении цитотоксичности восстанавливаемых полимеров, связанные с DBM, были значительно менее токсичными, чем невозстанавливаемые полимеры. Чтобы продемонстрировать функционализацию полимера с помощью клик-химии, полимеры, связанные с DBM, были помечены азидным флуорофором и использовались для мониторинга поглощения клетками. В целом, эта полимерная система вводит использование обратимого линкера,

DBM-алкина, в область доставки генов и позволяет легко, ортогонально и сайт-специфично функционализировать носители доставки генов.

Проведен рентгеноструктурный анализ *N*-(*n*-бутил)-3,4-диброммалеимида $C_8H_9Br_2NO_2$ [12]. В элементарной ячейке молекулы уложены друг на друга двойными связями C=C на близких межмолекулярных расстояниях примерно 3,6 Å. Сопряжение в имидном кольце не оказывает влияния на межмолекулярные расстояния.



Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) с контрастными веществами на основе антител часто использует радиоизотопы $[^{64}Cu] Cu^{2+}$ и $[^{89}Zr] Zr^{4+}$. Макробициклический хелатор, широко известный как саркофагин (*sar*), идеально подходит для мечения биомолекул, нацеленных на рецепторы, с помощью $[^{64}Cu] Cu^{2+}$. Сидерофорный хелатор, десферриоксамин-В (*dfo*), широко используется для включения $[^{89}Zr] Zr^{4+}$ в антитела. В работе [13] авторы описывают новые бифункциональные хелаторы *sar* и *dfo*: эти хелаторы были функционализированы диброммалеимидами (*dbm*), которые обеспечивают сайт-специфическое и высокостабильное присоединение молекулярных грузов к восстановленным, доступным для растворителя межцепочечным нативным дисульфидным группам. Новые производные *sar-dbm* и *dfo-dbm* можно легко конъюгировать с IgG-антителом трастузумабом посредством реакции с восстановленными межцепочечными дисульфидными группами с получением сайт-специфически модифицированных конъюгатов дитиомалеамовой кислоты (*dtm*), *sar-dtm*-трастузумаб и *dfo-dtm*-трастузумаб, в котором межцепочечные дисульфиды соединены ковалентным мостиком с низкомолекулярным линкером. Конъюгаты *sar*- и *dfo-dtm*-трастузумаб были радиоактивно мечены $[^{64}Cu] Cu^{2+}$ и $[^{89}Zr] Zr^{4+}$ соответственно с почти количественным радиохимическим выходом (>99%). Исследования стабильности в сыворотке, ПЭТ-визуализация *in vivo* и анализы биораспределения с использованием этих радиоактивно меченых иммуноконъюгатов демонстрируют, что как $[^{64}Cu] Cu$ -*sar-dtm*-трастузумаб, так и $[^{89}Zr] Zr$ -*dfo-dtm*-трастузумаб обладают высокой стабильностью в биологической среде. Диброммалеимидная технология может быть легко применена для обеспечения стабильного сайт-специфического присоединения радиоактивно меченых хелаторов, таких как *sar* и *dfo*, к нативным межцепочечным дисульфидным областям антител, что позволяет отслеживать антитела с помощью ПЭТ-визуализации.

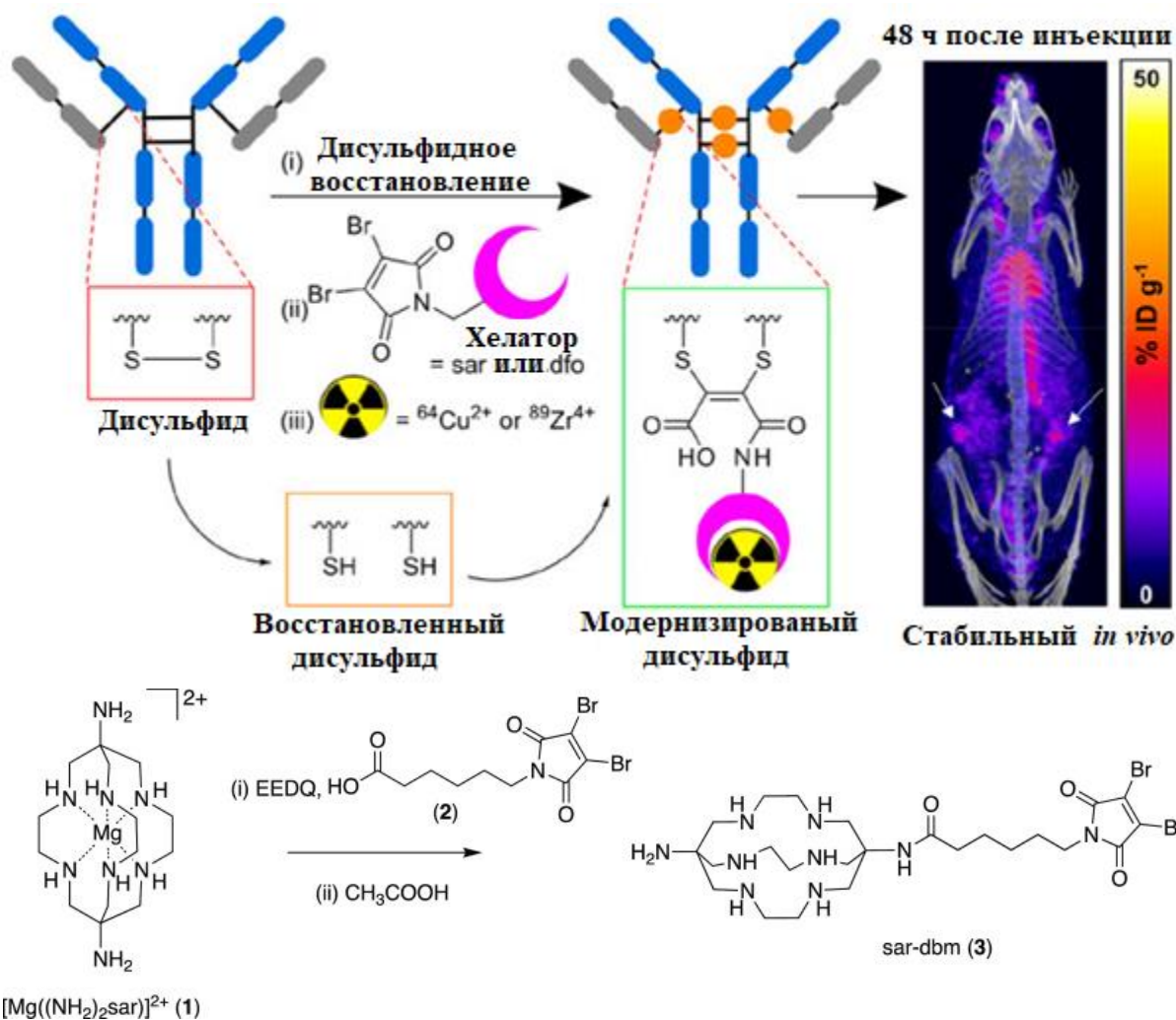
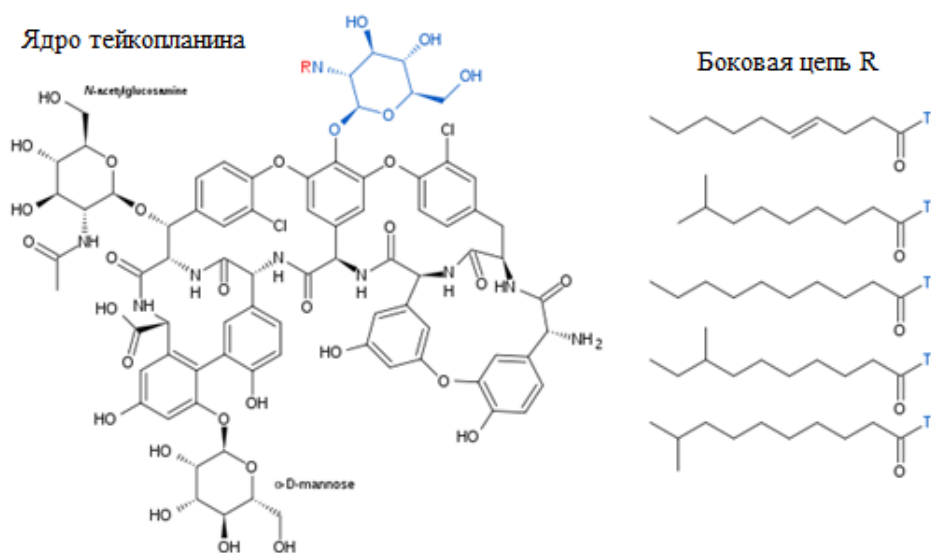


Схема 5. Дисульфидное восстановление 2,3-диброммалеимида

В работе [14] диброммалеимид был использован для синтеза и изучения антибактериальной активности некоторых производных псевдоагликона–тейкопланина.



Показано [15], что ряд диброммалеимидов очень эффективен при внедрении в пептидные дисульфидные связи. Эта конъюгация протекает со стехиометрическим балансом реагентов в буферных растворах менее чем за 15 минут с получением дискретных продуктов при сохранении дисульфидного мостика и, следовательно, конформации пептида. Включение инициируется восстановлением дисульфида с использованием водорастворимого фосфина, трис(2-карбокsetил) фосфина (ТСЕР), что позволяет последующую замену двух бромидовмалеимида образующимися тиолами. Реакция кальцитонина лосося (sCT) с 2,3-диброммалеимидом (избыток 1,1) в присутствии ТСЕР (1,1 экв.) в водном растворе при pH 6,2 дает полное образование одного конъюгата, не требующего обработки. Линейный метоксиполи(этиленгликоль) (ПЭГ) функционализировали с помощью реакции Мицунобу и использовали для успешного сайт-специфического и быстрого пегилирования сCT. Эта реакция протекает в течение 15 минут при небольшом стехиометрическом избытке пегилирующего агента, что приводит к внедрению дисульфида, при этом ВЭЖХ показывает единственный продукт, а MALDI-ToF подтверждает конъюгацию. Попытки использовать группу в функциональном инициаторе полимеризации ATRP привели к ингибированию полимеризации. Таким образом, для получения ряда функциональных полимеров был выбран не прямой путь с использованием как азидных, так и анилиновых функциональных инициаторов, которые превращались в 2,3-диброммалеимиды с помощью соответствующих реакций. Например, полимер с азидными функциональными группами подвергали реакции клик-реакции HuisgenCuAAC с алкиновым функциональным 2,3-диброммалеимидом. Этот новый реагент позволил синтезировать конъюгаты рЦТ с гребенчатыми полимерами, полученными из метакриловых мономеров ПЭГ, которые, кроме того, давали соответствующие точки помутнения. Эта реакция представляет собой высокоэффективный метод конъюгации полимера, который позволяет избежать проблем очистки, которые обычно возникают из-за необходимости использования больших избытков конъюгата. Кроме того, эффективно сохраняется третичная структура пептида.

Малеимидный фрагмент широко используется для селективной химической модификации остатков цистеина в белках [16]. Несмотря на широкое использование, существуют некоторые потенциальные ограничения, в том числе необратимый характер реакции и, следовательно, модификация и количество позиций присоединения. Авторы разработали новый класс малеимидов, который устранит некоторые из этих ограничений и предоставит новые возможности для модификации белков. Они сообщают об использовании моно- и диброммалеимидов для обратимой модификации цистеина и иллюстрируют это на домене SH2 адаптерного белка Grb2 (L111C). После первоначальной модификации белка бром- или диброммалеимидом можно добавить эквивалент второго тиола для дальнейшей биоконъюгации. Демонстрируя, что бромомалеимиды открывают возможности для трех точек прикрепления. Полученные продукты белок-малеимид можно расщепить для регенерации немодифицированного белка путем добавления фосфина или большого избытка тиола. Кроме того, диброммалеимид может встраиваться в дисульфидную связь, образуя малеимидный мостик, и это показано на примере пептидного гормона соматостатина. Меченный флуоресцеином диброммалеимид синтезируется и вставляется в дисульфид для создания флуоресцентного аналога соматостатина. Эти результаты подчеркивают значительный потенциал этого нового класса реагентов для модификации белков, образуя малеимидный мостик, и это показано на примере пептидного гормона соматостатина.

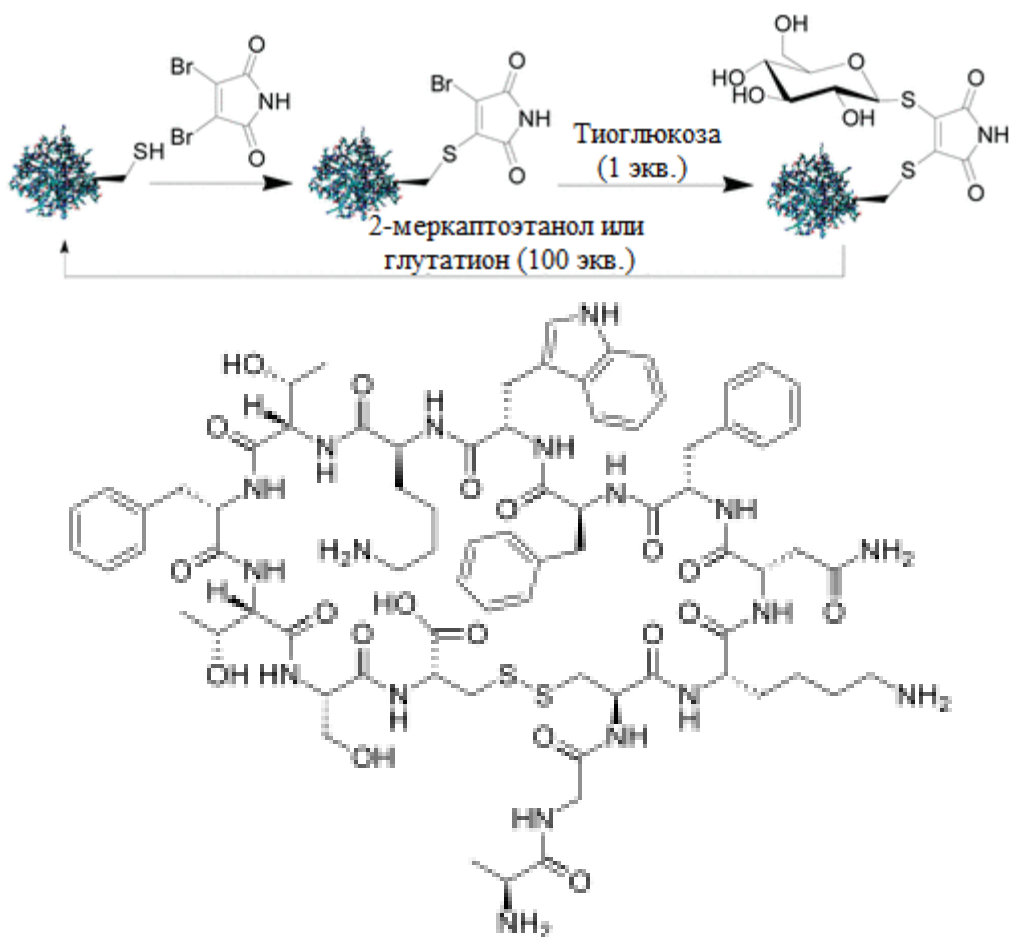
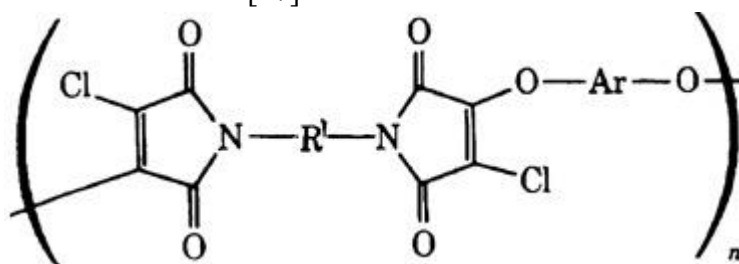


Схема 6. Синтез флуоресцентного аналога соматостатина

Недавно открытая реакция между фенолами и дихлормалеимидами привела к синтезу нового класса высокомолекулярных полимеров. Эти материалы, представленные общей формулой, можно назвать поли(малеимид-эфир). В отличие от полиимидов, эти материалы растворимы в соответствующих растворителях и могут быть отлиты или прессованы в прочные эластичные пленки [17].



В последние годы циклические имиды привлекли внимание научного сообщества из-за их многообещающего терапевтического потенциала. Исследования с соединением N-антипирин-3,4-дихлормалеимидом (NA-3,4-DCM) также продемонстрировали антиноцицептивный эффект в формалиновых или капсаициновых моделях ноцицепции, а также то, что оно уменьшало вызываемые уксусной кислотой абдоминальные корчи у мышей [18]. В этой работе авторы изучили влияние NA-3,4-DCM на механическую гиперноцицепцию в моделях стойкого болевого поведения у мышей. Также исследованы периферические, местные, спинальные и супраспинальные антиноцицептивные свойства NA-3,4-DCM и оценено

участие глутаматергической системы в антиноцицептивных эффектах NA-3,4-DCM у мышей. NA-3,4-DCM, вводимый системно (внутрибрюшинно или *peros*), был способен препятствовать развитию механической гиперноцицепции, вызванной интраплантарной инъекцией каррагинана и полного адьюванта Фрейнда у мышей. Интересно, что повторное внутрибрюшинное или пероральное введение NA-3,4-DCM после индукции гиперноцицепции также устраняло механическую сенсibilизацию, вызванную полной инъекцией адьюванта Фрейнда или частичной перевязкой седалищного нерва у мышей, при более низких дозах, чем габапентин (препарат, используемый клинически для лечения хронической боли). При системном, местном, спинальном или супраспинальном введении NA-3,4-DCM был способен ингибировать явную ноцицепцию обеих фаз формалинового теста. Системное введение NA-3,4-DCM также уменьшал ноцицепцию, вызванную интраплантарной или подоболочечной инъекцией глутамата у мышей. Кроме того, NA-3,4-DCM вызывал выраженное ингибирование ноцицептивного ответа, индуцированного интратекальной инъекцией агониста метаботропных глутаматных рецепторов группы I (1S,3R)-аминоциклопентан-транс-1,3-дикарбоксилатной кислоты (ACPD) или N-метил-D-аспартат (NMDA), не влияя на ноцицепцию, вызванную другими агонистами рецепторов, не относящимися к NMDA (альфа-амино-3-гидрокси-5-метил-4-изоксазол-пропионовая кислота и каинат), или веществом P. Примечательно, в том же диапазоне доз антиноцицептивное действие соединения NA-3,4-DCM не сопровождалось неспецифическими эффектами, такими как изменение двигательной активности или координации движений. Авторы установили, что полученные результаты убедительно доказывают, что NA-3,4-DCM вызывает антигиперноцицепцию у мышей на периферических, спинальных и супраспинальных участках и что взаимодействие с метаботропными глутаматными рецепторами группы I и рецепторами NMDA способствует механизмам, лежащим в основе его эффекта.

Сообщается [19], что воспаление – это иммунный ответ на вредный стимул, и его цель – уничтожить чужеродные агенты, чтобы можно было восстановить пораженный участок. Неконтролируемое или неразрешимое воспаление может привести к значительному повреждению тканей. Сегодня в качестве противовоспалительных средств используются многие классы соединений. Однако существует постоянная потребность в новых, более эффективных молекулах с более высоким уровнем безопасности. В связи с этим оценивали противовоспалительное действие шести синтетических соединений N-антипирин-3,4-дихлормалеимида. Клетки RAW 264.7 использовали для оценки цитотоксичности и противовоспалительной активности путем измерения влияния этих молекул на оксид азота, IL-1 β , IL-6, MCP-1 (CCL2), TNF- α , INF- γ , IL-4 и IL-13, а также при активации NF- κ B. Некоторые из протестированных соединений показали значительную цитотоксичность (CC₅₀ < 100 мкМ). Впоследствии был оценен потенциал ингибирования оксида азота (NO) в качестве скрининга потенциального противовоспалительного действия. Три из протестированных соединений показали многообещающий профиль (1, 3 и 5). При оценке влияния этих соединений на продукцию IL-1 β , IL-6, MCP-1 (CCL2), TNF- α и INF- γ были обнаружены только N-антипирин-3,4-дихлормалеимид (1) и N-антипирин-3-хлор-4-(3,4-дихлоранилин)малеимид (3) показали значительный профиль ингибирования. Эти два соединения также способны повышать выработку цитокинов, обладающих противовоспалительным действием (IL-4 и IL-13), и значительно ингибировать фосфорилирование субъединицы p-p65 NF-

кВ. Кроме того, авторы отмечают, что эти два соединения обладают значительным и необычным противовоспалительным механизмом (увеличение производства противовоспалительных медиаторов). Поэтому они считаются многообещающими прототипами для разработки новых противовоспалительных препаратов с иммуномодулирующими характеристиками.

В работе [20] сообщается о синтезе, оценке противогрибкового действия *invitro* и изучении взаимосвязи структура-активность 14 соединений ряда N-фенил-, N-арил-, N-фенилалкилмалеимида и 3,4-дихлормалеимида. Соединения оценивали в отношении панели стандартизированных дрожжей и мицелиальных грибов, а также клинических изолятов *Candida Albicans*. Было показано, что активность производных N-фенилалкил-3,4-дихлормалеимида, но не производных N-фенилалкилмалеимида, зависит от длины алкильной цепи. N-Фенилпропил-3,4-дихлормалеимид продемонстрировал самый широкий спектр действия и более низкие минимальные ингибирующие концентрации (МИК) во всех протестированных грибах. Азот-углеродное расстояние между двумя кольцами, по-видимому, играет важную роль в противогрибковом поведении этих соединений.

Таким образом, из приведенного обзора видно, что галоген-замещенные производные малеимида находят широкое применение в разных сферах производства, причем наиболее широкое применение они находят в полимерной промышленности в качестве функциональнозамещенных мономеров, а также для синтеза целого ряда биологически активных соединений. В наших исследованиях [21-25] галоген-замещенные производные малеимида были использованы в качестве диенофилов в реакции диенового синтеза, а также в качестве катализаторов жидкофазного аэробного окисления изопропилбензола.

ЛИТЕРАТУРА

1. Edge S., Charlton A., Kruse T., Varma K. Improved procedure for the synthesis of N-substituted 3,4-dichloromaleimides // Communications. 1991. N 3. Pp. 3-17.
2. Kinting A., Dobler C. Homogeneous asymmetric catalysis by means of chiral metal complexes of 2,3-bis(dimethylphosphino)maleic anhydride and of 2,3-bis(dimethylphosphino)maleimide derivatives // Journal of Organometallic Chemistry. 1989. Vol. 370. N 1-3. Pp. 351-356.
3. Watson W., Guanmin W., Richmond M. Reaction of *o*-phenylenediamine with 2,3-dichloromaleic anhydride: synthesis of N-substituted maleimide derivatives and 2,3-dichloropyrrolo[1,2-a] benzimidazol-1-one. X-ray structures of 2,3-dichloro-*N*-*o*-C₆H₄(NH₂) maleimide and *N*, *N'*-*o*-C₆H₄-bis (2,3-dichloromaleimide) // Journal of Chemical Crystalization. 2004. Vol. 34. Pp. 757-764.
4. Cui Y., Yechao Y., Chen Y., Wang Z. Dibromomaleimide Derivative as an Efficient Polymer Coupling Agent for Building Topological Polymers // Macromolecular Chemistry and Physics. 2013. Vol. 214. N 4. Pp. 470-477.
5. Karabacak M., Goruh A., Kurt M. FT-IR, FT-Raman, NMR spectra, and molecular structure investigation of 2,3-dibromo-*N*-methylmaleimide: A combined experimental and theoretical study // Journal of Molecular Structure. 2008. Vol. 892. N 1-3. Pp. 125-131.
6. Chiba K., Hashimoto Y., Yamaguchi T. Dichloromaleimide (diCMI): A Small and Fluorogenic Reactive Group for Use in Affinity Labeling // Chemical and Pharmaceutical Bulletin. 2016. Vol. 64. N 11. Pp. 1647-1653.

7. Morais M., Nunes J., Karu K., Forte N. Correction: Optimisation of the dibromomaleimide (DBM) platform for native antibody conjugation by accelerated post-conjugation hydrolysis // *Org. Biomol. Chemistry*. 2021. Vol. 19.N 13. Pp. 3024-3031.
8. Robin M., Jones M., Haddleton D., O'Reilly Dibromomaleimide End Functional Polymers by RAFT Polymerization Without the Need of Protecting Groups // *ACS Macro Letters*. 2012. Vol. 1.N 1. Pp. 222-226.
9. Tan J-K., Schellinger J.G. Dibromomaleimide as a facile, versatile linker for delivery applications // *Therapeutic Delivery*, 2015, Vol. 6, N 10. Pp. 1127-1129.
10. Crosthwait A., Rodriguez-Lema D., Walko M., Pask C. Structural Optimization of Reversible Dibromomaleimide Peptide Stapling // *Peptide Science*. 2020. Vol. 113.N 1. Pp. 24157-24164.
11. Tan J.K., Choi J., Wei H., Schellinger J.G. Reducible, dibromomaleimide-linked polymers for gene delivery // *Biomater. Sci.*, 2015, Vol. 3, N 1. Pp. 112-120.
12. Chen W., Yang J-X., Bai Z-P., Wang X. *N*-(*n*-Butyl)-3,4-dibromomaleimide // *Acta Cryst.* 1997. Vol. 53. Pp. 631-633.
13. Farleigh M., Pham T., Zilin Y., Kim J. New Bifunctional Chelators Incorporating Dibromomaleimide Groups for Radiolabeling of Antibodies with Positron Emission Tomography Imaging Radioisotopes // *Bioconjug. Chem.* 2021. Vol. 32. N 7. Pp. 1214-1222.
14. Csavas M., Miskovics A., Szucs Z., Roth E. Synthesis and antibacterial evaluation of some teicoplanin pseudoaglycon derivatives containing alkyl- and arylthiosubstituted maleimides // *Journal of Antibiotics*. 2015. Vol. 68. Pp. 579-585.
15. Jones M., Strickland R., Schumacher F., Gaddick S. Polymeric dibromomaleimides as extremely efficient disulfide bridging bioconjugation and pegylation agents // *J. Amer. Chem. Soc.* 2012. Vol. 134. N 3. Pp. 1847-1852.
16. Smith M., Schumacher F., Ryan C., Tedaldi L. Protein Modification, Bioconjugation, and Disulfide Bridging Using Bromomaleimides // *J. Amer. Chem. Soc.* 2010. Vol. 132. N 6. Pp. 1960-1965.
17. Relles H.M., Schluenz R.W. Dichloromaleimide chemistry. IV. Preparation of poly(maleimide-ethers) from the reaction of bisdichloromaleimides with bisphenols // *Journal of Polymer Science. Polymer Chemistry Edition*. 1973. Vol. 11. N 3. Pp. 561-571.
18. Quintao N., Silva C.S., Campos A.F., Rogerio C. *N*-antipyrine-3,4-dichloromaleimide, an effective cyclic imide for the treatment of chronic pain: the role of the glutamatergic system // *Anesth. Analg.* Vol. 110. N 3. Pp. 942-950.
19. Fratoni E., Theindi L.C., Rosa S., Perreira M.V. The *in vitro* anti-inflammatory activity of *N*-antipyrine-3,4-dichloromaleimide derivatives is due to an immunomodulatory effect on cytokines environment // *Immunopharmacol. Immunotoxicol.* 2022. Vol. 20. Pp. 1-10.
20. Lopez S., Castelli M.V., Campos F., Correa R. In vitro antifungal properties structure-activity relationships and studies on the mode of action of *N*-phenyl, *N*-aryl, *N*-phenyl-alkylmaleimides and related compounds // *Arzneimittelforschung*. 2005. Vol. 55. N 2. Pp. 123-132.
21. Naghiyev Y. M., Zeynalov E. B., Zeynalov S. B., Budagova R.N. Liquid-phase aerobic oxidation of cumene in the presence of *N*-phenylmaleimide-endo-Dichlorobicyclo [2. 2. 1] hept-5-ene-2,3-dicarboxylic acid // *XX Менделеевский Седьмой общероссийский съезд по общей и прикладной химии 26-30 сентября 2016 г. Екатеринбург. Тезисы докладов, Том.1*» **Фундаментальные**

- проблемы химической науки». 2016. 464 с.
22. Нагиев Я.М., Зейналов Э.Б., Асаджаде Г.Ш. Жидкофазное окисление кумола молекулярным кислородом в присутствии N-(*n*-Ацетамидфенил) имидадихлормалеиновой кислоты. Азерб. хим. журн. 2016. № 4. Pp.122-127.
 23. Naghiyev Ya. M., Nadiri M.İ., Akhmedova L.İ., Esedxade G. Sh., Zeynalov E.B. Aerobic oxidation of cumene catalyzed with N-(2,5-Dichlorofenyl)dichloromaleimide. International Conference on Actual Problems of Chemical Engineering APCE- 2020 Baku (Azerbaijan), December 24-25, 2020. Pp. 101-105.
 24. Naghiyev Ya.M. N-substituted imides of dichloromaleic acid as a catalyst for liquid phase aerobic oxidation of isopropylbenzene. Processes of petrochemistry and oil refining. 2021. Vol. 22. No 1. Pp. 90-100.
 25. Нагиев Я.М. Применение N-замещенных малеимидов в реакции диенового синтеза // Вестник Башкирского Государственного Педагогического Университета. 2022. № 2. С. 205-214.

REFERENCES

1. Edge S., Charlton A., Kruse T., Varma K. Improved procedure for the synthesis of N-substituted 3,4-dichloromaleimides // Communications. 1991. N 3. Pp. 3-17.
2. Kinting A., Dobler C. Homogeneous asymmetric catalysis by means of chiral metal complexes of 2,3-bis(dimethylphosphino)maleic anhydride and of 2,3-bis(dimethylphosphino)maleimide derivatives // Journal of Organometallic Chemistry. 1989. Vol. 370. N 1-3. Pp. 351-356.
3. Watson W., Guanmin W., Richmond M. Reaction of *o*-phenylenediamine with 2,3-dichloromaleic anhydride: synthesis of N-substituted maleimide derivatives and 2,3-dichloropyrrolo[1,2-*a*] benzimidazol-1-one. X-ray structures of 2,3-dichloro-*N*-*o*-C₆H₄(NH₂) maleimide and *N*, *N'*-*o*-C₆H₄-bis (2,3-dichloromaleimide) // Journal of Chemical Crystallization. 2004. Vol. 34. Pp. 757-764.
4. Cui Y., Yechao Y., Chen Y., Wang Z. Dibromomaleimide Derivative as an Efficient Polymer Coupling Agent for Building Topological Polymers // Macromolecular Chemistry and Physics. 2013. Vol. 214. N 4. Pp. 470-477.
5. Karabacak M., Goruh A., Kurt M. FT-IR, FT-Raman, NMR spectra, and molecular structure investigation of 2,3-dibromo-*N*-methylmaleimide: A combined experimental and theoretical study // Journal of Molecular Structure. 2008. Vol. 892. N 1-3. Pp. 125-131.
6. Chiba K., Hashimoto Y., Yamaguchi T. Dichloromaleimide (diCMI): A Small and Fluorogenic Reactive Group for Use in Affinity Labeling // Chemical and Pharmaceutical Bulletin. 2016. Vol. 64. N 11. Pp. 1647-1653.
7. Morais M., Nunes J., Karu K., Forte N. Correction: Optimisation of the dibromomaleimide (DBM) platform for native antibody conjugation by accelerated post-conjugation hydrolysis // Org. Biomol. Chemistry. 2021. Vol. 19. N 13. Pp. 3024-3031.
8. Robin M., Jones M., Haddleton D., O'Reilly Dibromomaleimide End Functional Polymers by RAFT Polymerization Without the Need of Protecting Groups // ACS Macro Letters. 2012. Vol. 1. N 1. Pp. 222-226.
9. Tan J-K., Schellinger J.G. Dibromomaleimide as a facile, versatile linker for delivery applications // Therapeutic Delivery, 2015, Vol. 6, N 10. Pp. 1127-1129.

10. Crosthwait A., Rodriguez-Lema D., Walko M., Pask C. Structural Optimization of Reversible Dibromomaleimide Peptide Stapling // *Peptide Science*. 2020. Vol. 113.N 1. Pp. 24157-24164.
11. Tan J.K., Choi J., Wei H., Schellinger J.G. Reducible, dibromomaleimide-linked polymers for gene delivery // *Biomater. Sci.*, 2015, Vol. 3, N 1. Pp. 112-120.
12. Chen W., Yang J-X., Bai Z-P., Wang X. *N-(n-Butyl)-3,4-dibromomaleimide* // *Acta Cryst.* 1997. Vol. 53. Pp. 631-633.
13. Farleigh M., Pham T., Zilin Y., Kim J. New Bifunctional Chelators Incorporating Dibromomaleimide Groups for Radiolabeling of Antibodies with Positron Emission Tomography Imaging Radioisotopes // *Bioconjug. Chem.* 2021. Vol. 32. N 7. Pp. 1214-1222.
14. Csavas M., Miskovics A., Szucs Z., Roth E. Synthesis and antibacterial evaluation of some teicoplanin pseudoaglycon derivatives containing alkyl- and arylthio substituted maleimides // *Journal of Antibiotics*. 2015. Vol. 68. Pp. 579-585.
15. Jones M., Strickland R., Schumacher F., Gaddick S. Polymeric dibromomaleimides as extremely efficient disulfide bridging bioconjugation and pegylation agents // *J. Amer. Chem. Soc.* 2012. Vol. 34. N 3. Pp. 1847-1852.
16. Smith M., Schumacher F., Ryan C., Tedaldi L. Protein Modification, Bioconjugation, and Disulfide Bridging Using Bromomaleimides // *J. Amer. Chem. Soc.* 2010. Vol. 132. N 6. Pp. 1960-1965.
17. Relles H.M., Schlunz R.W. Dichloromaleimide chemistry. IV. Preparation of poly(maleimide-ethers) from the reaction of bisdichloromaleimides with bisphenols // *Journal of Polymer Science. Polymer Chemistry Edition*. 1973. Vol. 11. N 3. Pp. 561-571.
18. Quintao N., Silva C.S., Campos A.F., Rogerio C. N-antipyrine-3,4-dichloromaleimide, an effective cyclic imide for the treatment of chronic pain: the role of the glutamatergic system // *Anesth. Analg.* Vol. 110. N 3. Pp. 942-850.
19. Fratoni E., Theindi L.C., Rosa S., Perreira M.V. The *in vitro* anti-inflammatory activity of N-antipyrine-3,4-dichloromaleimide derivatives is due to an immunomodulatory effect on cytokines environment // *Immunopharmacol. Immunotoxicol.* 2022. Vol. 20. Pp. 1-10.
20. Lopez S., Castelli M.V., Campos F., Correa R. In vitro antifungal properties structure-activity relationships and studies on the mode of action of N-phenyl, N-aryl, N-phenyl-alkylmaleimides and related compounds // *Arzneimittelforschung*. 2005. Vol. 55. N 2. Pp. 123-132.
21. Naghiyev Y. M., Zeynalov E. B., Zeynalov S. B., Budagova R.N. Liquid-phase aerobic oxidation of cumene in the presence of N-phenylmaleimide-endo-Dichlorobicyclo [2. 2. 1] hept-5-ene-2,3-dicarboxylic acid // *Xxmendeleevskiysezdpoobscheyipriklaadnohimii* September 26-30, 2016. Esa-Edinburgh. Theses of the reports, Vol.1 "Fundamental problems of chemical science". 2016. 464 c.
22. Naghiyev Ya.M., Zeynalov E.B., Asadzade G.Sh. Liquid-phase oxidation of cumene with molecular oxygen in the presence of N-(p-Acetamidophenyl) imidodichloromaleic acid. *Azerbaijan Chemical Journal*. 2016. № 4. Pp.122-127.
23. Naghiyev Ya. M., Nadiri M.İ., Akhmedova L.İ., Esedxade G. Sh., Zeynalov E.B. Aerobic oxidation of cumene catalyzed with N-(2,5-Dichlorofenyl)dichloromaleimide. *International Conference on Actual Problems of Chemical Engineering APCE- 2020 Baku (Azerbaiyan)*, December 24-25, 2020. Pp. 101-105.

24. Naghiyev Ya.M. N-substituted imides of dichloromaleic acid as a catalyst for liquid phase aerobic oxidation of isopropylbenzene. Processes of petrochemistry and oil refining. 2021. Vol. 22. No 1. Pp. 90-100.
25. Nagiev Ya.M. Application of N-substituted maleimides in the reaction of diene synthesis // Bulletin of the Bashkir State Pedagogical University. 2022. No. 2. Pp. 205-214.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

© Сулейманова Эльмира Исмаил гызы

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,
Азербайджан, г. Баку; кандидат химических наук, преподаватель кафедры «Химия и тех-
нология неорганических веществ», suleymanova1944@mail.ru

Аннотация. В представленной статье показаны результаты исследований в области количественного и качественного определения нуклеиновых кислот методом спектрофотометрии. Показано, что спектрофотометрический анализ является весьма эффективным методом для определения нуклеиновых кислот. Известно, что нуклеиновые кислоты являются одним из основных и наиболее важных компонентов клеток. Они содержат в своем составе остатки пуриновых и пиримидиновых оснований, таких как гуанин, аденин, тимин, цитозин, урацил, а также остатки углеводной составляющей (рибоза в случае РНК, и дезоксирибоза в случае ДНК). Эти кислоты выполняют резервную, транспортную и функцию передачи информации по наследству. Обычно они состоят из двух полинуклеотидных цепей, которые направлены антипараллельно друг к другу. Учитывая важность и большую значимость нуклеиновых кислот для биологии и фармацевтики, необходима разработка новых эффективных физико-химических методов определения нуклеиновых кислот, а также усовершенствование ранее известных методик для их количественного определения. В статье рассмотрены основные разновидности спектрофотометрического метода для определения нуклеиновых кислот

Ключевые слова: нуклеиновые кислоты, спектрофотометрический анализ, пуриновые основания, пиримидиновые основания, рибоза.

DETERMINATION OF NUCLEIC ACIDS BY SPECTROPHOTOMETRY

© Suleymanova Elmira Ismayil

Azerbaijan State University of Oil and Industry, Azerbaijan, Baku; doctor of philosophy in chemistry, Lecturer at the Department of «Chemistry and Technology of Inorganic Substances»,
suleymanova1944@mail.ru

Abstract. This article shows the results of studies in the field of quantitative and qualitative determination of nucleic acids by spectrophotometry. It has been shown that spectrophotometric analysis is a very effective method for the determination of nucleic acids. It is known that nucleic acids are one of the main and most important components of cells. They contain residues of purine

and pyrimidine bases, such as guanine, adenine, thymine, cytosine, uracil, as well as residues of the carbohydrate component (ribose in the case of RNA, and deoxyribose in the case of DNA). These acids perform the reserve, transport and function of transmitting information by inheritance. They usually consist of two polynucleotide chains that are directed antiparallel to each other. Given the importance and great significance of nucleic acids for biology and pharmaceuticals, it is necessary to develop new effective physicochemical methods for determining nucleic acids, as well as to improve previously known methods for their quantitative determination. The article discusses the main varieties of the spectrophotometric method for the determination of nucleic acids

Key words: nucleic acids, spectrophotometric analysis, purine bases, pyrimidine bases, ribose.

Нуклеиновые кислоты представляют собой высокомолекулярные органические соединения (биополимеры), образованные остатками нуклеотидов. Они присутствуют в клетках всех живых организмов и выполняют важнейшие функции по хранению, передаче и реализации наследственной информации. Выделяют ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) и РНК (рибонуклеиновая кислота).

ДНК образована дезоксирибозой и азотистыми основаниями: пуриновые (гуанин, аденин) и пиримидиновые (тимин, цитозин). ДНК обычно состоит из двух полинуклеотидных цепей, антипараллельно направленных друг к другу. РНК содержит фрагмент рибозы и азотистых оснований: пуриновые (гуанин, аденин) и пиримидиновые (урацил, тирозин). Она имеет различные вторичные и третичные структуры, образуя комплементарные участки между разными цепями.

В аналитической химии одной из основных задач является разработка эффективных методов определения нуклеиновых кислот. Среди разнообразия аналитических методов для этой цели наибольший интерес вызывает применение метода спектрофотометрии. Так, в работе [1] отмечается, что возможность точного и быстрого количественного определения нуклеиновых кислот является необходимым условием для многих методов, используемых в биохимии и молекулярной биологии. В большинстве случаев это осуществляется с помощью спектрофотометрии, которая является неразрушающей и позволяет извлекать образец для дальнейшего анализа или манипуляций. Спектрофотометрия использует тот факт, что существует зависимость между поглощением ультрафиолетового света ДНК/РНК и его концентрацией в образце. Максимум поглощения ДНК/РНК составляет около 260 нм. Эта цифра представляет собой среднее значение поглощения отдельных нуклеотидов, длина волны которых варьируется от 256 до 281 нм.

Спектроскопия поглощения обычно используется для контроля концентрации нуклеиновых кислот и белков в растворах и для оценки изменений в их структуре, вызванных взаимодействием с химическими веществами или другими биомолекулами. Биологические образцы, используемые для таких анализов, манипулируют и хранят в небольших микроцентрифужных пробирках (микропробирках), состоящих из полипропилена и нескольких пластиковых добавок. В этой работе [2] авторы демонстрируют, что обычное обращение с лабораторными микропробирками вызывает выщелачивание светопоглощающих химических веществ в биологические образцы, которые мешают спектрофотометрическим измерениям. Выщелоченные хромофоры сильно поглощали УФ-свет при длинах волн 220 и 260

нм, которые обычно используются для обнаружения и количественного определения белков и ДНК. Некоторые распространенные лабораторные методы, в том числе ультразвуковая обработка и ПЦР, были особенно эффективными индукторами выщелачивания. Величина увеличения поглощения зависела как от времени воздействия, так и от истории нагревания, с наибольшей индукцией после того, как пробирки были нагреты до температуры 37°C или выше.

Поглощение при 260 нм (A₂₆₀) повсеместно используется для количественного определения нуклеиновых кислот [3]. Показано, что после оксигенации в растворах ДНК изменяются как спектральные свойства (гиперхромизм в УФ-диапазоне, λ_{max} 260 нм), так и конформация ДНК. Спектральные изменения, вызванные комплексообразованием кислород-ДНК, стабильны в течение как минимум нескольких недель при комнатной температуре или нескольких часов при 37°C, но также обратимы при продувке азотом. Данные авторов показывают, что ДНК в рабочих растворах может уже существовать в состоянии комплексов с кислородом, что потенциально может мешать спектрофотометрическим анализам. Кроме того, присутствие этих комплексов, по-видимому, не придает клеточной токсичности *in vitro* и не влияет на биофизическое функциональное поведение (например, гибридизацию) ДНК. Эта работа также предполагает, что гибридизация может определять высвобождение связанного кислорода, явление, которое может открыть путь к использованию таких систем в качестве переносчиков кислорода. Оксигенация вызывает заметный гиперхромизм в основных полосах поглощения ДНК (260 нм). Влияние этого явления на повсеместно распространенные показания A₂₆₀ может серьезно повлиять на определение концентрации ДНК.

Показано [4], что УФ-спектрофотометрия поглощения широко используется для количественного определения нуклеиновых кислот. Для точной количественной оценки важно определить гипохромность структуры олигонуклеотида или сложной нуклеиновой кислоты. Использование исследований термической денатурации в сочетании с УФ-спектрофотометрией для определения гипохромности требует длительных повышенных температур, которые могут вызвать частичный гидролиз РНК. Кроме того, РНК трудно денатурировать даже при повышенной температуре, а на коэффициенты экстинкции нуклеиновых кислот также влияет температура, что затрудняет точное определение концентрации нуклеиновых кислот. Чтобы преодолеть эти предостережения, авторы использовали химический денатурант диметилсульфоксид, который в сочетании с короткой термической денатурацией предотвращает ренатурацию дуплексных нуклеиновых кислот (дцДНК/РНК). Используя этот подход, авторы измерили поглощение как неструктурированных, так и структурированных нуклеиновых кислот, чтобы точно измерить их гипохромность и определить их коэффициенты экстинкции. Для ряда различных дцРНК авторы впервые определили значения 46,18–47,29 мкг/мл/мл. A₂₆₀ для количественного определения дцРНК с использованием УФ-спектрофотометрии. Кроме того, этот подход позволяет точно определить относительную долю дуплексных нуклеиновых кислот в смешанных растворах ds/ss нуклеиновых кислот, демонстрируя значительные преимущества по сравнению с современными методами.

В работе [5] авторы сравнили три метода выделения и количественного определения РНК и ДНК из морских отложений: (i) спектрофотометрический метод с использованием анализа дифениламина; (ii) флуорометрический метод с использованием селективных флуорохромов (тиазоловый оранжевый для суммарных нуклеиновых кислот и Hoechst 33258

для ДНК); и (iii) метод жидкостной хроматографии высокого давления (ВЭЖХ), который использует специальную колонку для разделения РНК и ДНК и УФ-поглощения нуклеиновых кислот для количественного определения. Образцы отложений были собраны в олиготрофном Критском море (восточное Средиземноморье, глубина от 40 до 1540 м) и сопоставлены с распределением и составом донных микробных ассоциаций (т.е. бактерий и микрорпротозоев). Концентрации ДНК, измеренные спектрофотометрически и с помощью ВЭЖХ, существенно не различались. в то время как флуорометрические выходы были значительно ниже. Такие различия появляются в основном из-за того, что комплекс краситель-ДНК сильно зависит от состава и структуры ДНК. Концентрации РНК, определенные тремя методами, показали некоторые различия; флуорометрические и спектрофотометрические методы позволяют получить концентрацию РНК по разнице и, следовательно, могут быть ошибочными в отношении оценок ДНК. Напротив, метод ВЭЖХ обеспечивает независимую оценку концентраций РНК и ДНК. Авторы также предварительно оценили вклад детритной ДНК в общие пулы ДНК двумя способами. Эти два расчета дали довольно схожие результаты, указывающие на то, что большая часть пула ДНК в глубоководных отложениях была детритной. Микробная РНК в целом составляла почти все осадочные пулы РНК ниже 100-метровой глубины. Было обнаружено, что концентрации РНК уменьшаются вдоль критского шельфа и склона. Соотношение РНК/ДНК, рассчитанное с использованием флуорометрических концентраций ДНК, достоверно коррелировало со значениями потребления кислорода осадочным сообществом только ниже глубины 100 м (с преобладанием микробной биомассы). Эти данные позволяют предположить, что соотношение РНК/ДНК, основанное на флуорометрических оценках ДНК, может использоваться в качестве индикатора метаболической активности бентоса, но только в том случае, когда вклад многоклеточных животных в микробную ДНК незначителен.

В работе [6] изучена реакция связывания георгина фиолетового с нуклеиновыми кислотами методом спектрофотометрии. При рН 6,1–6,9 реакция связывания завершается в течение 2 мин при комнатной температуре и вызывает уменьшение оптической плотности на длине волны максимального поглощения красителя, т.е. 586 нм. В оптимальных условиях линейность калибровки для дезоксирибонуклеиновой кислоты тимуса теленка (*хт* ДНК) и дезоксирибонуклеиновой кислоты спермы рыб (*фс* ДНК) находится в диапазоне 0,4–11 мкг/мл и 0,4–13 мкг/мл соответственно, а их пределы обнаружения составляют соответственно 0,06 мкг/мл и 0,38 мкг/мл.

В ходе исследований роста листьев часто приходится сталкиваться с проблемой оценки содержания нуклеиновых кислот в очень молодых листьях, где их количества, особенно ДНК, были настолько малы, что сделать анализ фосфора или пентозы считалось ненадежным [7]. Чувствительность спектрофотометрического метода делает его методом выбора для таких небольших исследований, если можно выделить достаточно чистую нуклеиновую кислоту. Процедуры изоляции, успешно применяемые с тканями животных или даже кончиками корней растений, не были напрямую применимы к листьям, главным образом из-за большого количества присутствующих мешающих веществ и из-за трудностей с достижением полной экстракции нуклеиновой кислоты. Из нескольких имеющихся процедур, самой удовлетворительной из них является методика Шимидта и Таннхаузера. Пред-

варительную экстракцию листа проводили по образцу процедуры Огура и Розена и Маркхэма. Спектрофотометрические оценки нуклеиновой кислоты сравнивались с анализом фосфатов и дифениламина для ДНК.

В работе [8] сообщается, что нуклеиновые кислоты обычно и легко анализируются с использованием соотношения $A(260)/A(280)$, хотя известно, что этот метод подвержен ошибочным результатам из-за наличия в растворе загрязняющих веществ, которые поглощают при аналогичных длинах волн. Цель настоящей работы, подчеркивая проблемы и альтернативы использования УФ-спектрофотометрии для измерения нуклеиновых кислот, состоит в том, чтобы представить результаты наблюдений недавних исследований авторов, а именно, что DO (растворенный кислород) и азот могут изменять $A(260)$ водных растворов ДНК. Это открытие имеет важное значение, поскольку DO сильно различается между методами и условиями хранения препаратов ДНК. Кратко обсуждается физико-химическая природа взаимодействия кислорода с ДНК.

Представлен спектрофотометрический метод, с помощью которого можно получить спектр поглощения, по существу характерный для нуклеиновых кислот, из растворов смешанных белков нуклеиновых кислот и экстрактов печени мыши [9]. Для проверки эффективности метода для нуклеопротеидных комплексов были получены спектры очищенного нуклеогистон тимуса теленка, показывающие кривые поглощения обоих его компонентов: нуклеиновых кислот и гистона.

Нуклеиновые кислоты, выделенные из различных типов образцов, служат исходным материалом для широкого круга задач и ряда последующих приложений. Количественное определение выделенной нуклеиновой кислоты необходимо перед знакомством с этими приложениями. Спектрофотометрическая система Epoch предоставляет средства получения точных измерений в широком диапазоне концентраций и объемов проб, включая количественный анализ микрообъемов. Сравнение с другими специализированными устройствами микрообъемов, таких как NanoDrop, показывает аналогичную производительность [10].

Точная количественная оценка ДНК является очень важным методом в молекулярной биологии. Методами, широко используемыми для количественного определения ДНК, являются УФ-спектрометрия и флуорометрия. В этом исследовании [11] семь различных образцов ДНК и один контрольный образец (сверхчистая вода MilliQ) были количественно определены тремя аналитиками с использованием одного спектрофотометрического (т.е. прибора NanoDrop) и трех флуорометрических (т.е. набора AccuGreen High Sensitivity, набора AccuClear Ultra High Sensitivity, и набора Qubit dsDNA HS Assay). Схема дисперсионного анализа (ANOVA) использовалась для определения влияния аналитика, метода и комбинации аналитика и метода на количественный анализ ДНК. Для большинства образцов измеренная концентрация ДНК была близка или немного превышала концентрацию 10 нг/мкл, указанную поставщиком. Результаты, полученные тремя аналитиками, были схожими. Однако, было обнаружено, что по сравнению с флуорометрическими наборами используемый спектрофотометрический прибор в случае образцов ДНК рыб имеет тенденцию завышать концентрацию ДНК. Поэтому при наличии достаточного объема образца рекомендуется сочетание спектрофотометрического и флуорометрического методов для получения данных о чистоте и концентрации двухцепочечной ДНК в образце.

Описан метод измерения абсорбции пурин-пиримидина *Micrococcus pyogenes* var. *Aureus* (*штамм Duncan*) (*M. pyogenes*; *Staphylococcus aureus*) в интактных клеточных суспензиях с помощью спектрофотометра Beckman Model DU, из которого могут быть получены значения общего содержания нуклеиновой кислоты в клетках [12]. Приблизительный характер метода обсуждается, но приводятся результаты, показывающие, что значения, полученные при нормальном росте культуры *M. pyogenes*, очень выгодно отличаются от значений, полученных по методу Шмидта и Таннхаузера. Некоторые наблюдения за *Escherichia coli* (*штамм H*) позволяют предположить, что метод может быть применим к другим организмам.

Сообщается [13], что растения привлекают все больше внимания современных ученых-фармацевтов, потому что некоторые заболевания человека, возникающие в результате устойчивости к антибиотикам, вызывают всеобщее беспокойство. Доступен и разрабатывается ряд методов выделения нуклеиновых кислот из растений. *Катарантус* относящегося к семейству *Aprocynaceae*, хорошо известному тем, что оно богато алкалоидами. Алкалоиды барвинка широко используются при лечении рака как у детей, так и у взрослых. Благодаря биохимической организации они нацеливаются на субъединицу α/β тубулина гетеродимеров и ингибируют деление клеток, нарушая динамику микротрубочек. Различные части барвинка розового исследовали на содержание нуклеиновых кислот с помощью спектрофотометрического анализа. Для измерения содержания ДНК в листьях, корнях и цветках барвинка спектрофотометрия имеет ряд преимуществ, т.е. она не разрушает и позволяет извлекать образец для дальнейшего анализа или манипуляций. Спектрофотометрия использует тот факт, что существует зависимость между поглощением ультрафиолетового света ДНК/РНК и его концентрацией в образце. В этой статье рассматриваются современные подходы к разработке простого, эффективного, надежного и экономичного метода выделения, разделения и оценки общей геномной ДНК из различных частей одного и того же вида.

Сообщается [14,15], что количественное определение нуклеиновых кислот обычно используется в молекулярной биологии для определения концентрации ДНК и РНК, присутствующих в смеси, в качестве последующей реакции или протоколов с использованием образца нуклеиновых кислот с требуемой определенной величиной оптических характеристик. И ДНК, и РНК демонстрируют сильное поглощение УФ-излучения из-за присутствия сопряженных двойных связей постоянных пуриновых и пиримидиновых оснований, и они имеют характеристики OD (оптической плотности) максимума поглощения при 260 нм, что линейно связано с концентрацией ДНК в решение до значения OD. Спектроскопический метод используется для проверки чистоты ДНК. Белки являются основными примесями в экстрактах нуклеиновых кислот, и они имеют максимальное поглощение при 280 нм. Значение менее 1,8 означает наличие белков в качестве примесей.

В работе [16] предложен простой и недорогой метод определения содержания нуклеиновых кислот и функциональной активности ДНК в пекарских дрожжах (*Saccharomyces cerevisiae*). Предлагаемый метод не требует дорогостоящих приборов и материалов и обладает большой чувствительностью. Может применяться для анализа ферментативной активности дрожжей в пищевой промышленности. Метод основан на способности пуриновых и пиримидиновых оснований нуклеиновых кислот поглощать ультрафиолетовые лучи в области 260-270 нм.

Таким образом, анализ проведенных исследований показывает, что спектрофотометрический метод анализа является одним из наиболее эффективных методов качественного и количественного определения нуклеиновых кислот. Этим методом нуклеиновые кислоты могут быть определены в различных биологических образцах: тканях и органах растений, грибов и других микроорганизмов. Поиск и разработка новых эффективных методов определения нуклеиновых кислот не теряет своей актуальности и по сегодняшний день, о чем свидетельствуют многочисленные литературные сообщения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Heptinstall J., Rapley R. Spectrophotometric Analysis of Nucleic Acids // Chapter 2 in book *The Nucleic Acid Protocols Handbook*. 1995. Springer Protocols Handbooks. Pp. 57-60.
2. Lewis L.K., Robson M., Vecherkina Y., Chang J. Interference with spectrophotometric analysis of nucleic acids and proteins by leaching of chemicals from plastic tubes // *Biotechniques*. 2010. Vol. 48, N 4. Pp. 297-302.
3. Doshi R., Day P., Carampin P., Blanch E.W. Spectrophotometric analysis of nucleic acids: Oxygenation-dependant hyperchromism of DNA // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. Vol. 396, N 6. Pp. 2331-2339.
4. Nwokeoji A., Kilby P.M., Portwood D.E. Accurate Quantification of Nucleic Acids Using Hypochromicity Measurements in Conjunction with UV Spectrophotometry // *Anal. Chem*. 2017. Vol. 89, N 24. Pp. 13567-13574.
5. Dell Anno A., Fabiano M., Duineveld G.C., Danovaro R. Nucleic acid (DNA, RNA) quantification and RNA/DNA ratio determination in marine sediments: comparison of spectrophotometric, fluorometric, and HighPerformance liquid chromatography methods and estimation of detrital DNA // *Applied Environ. Microbiol*. 1998. Vol. 64, N 9. Pp. 3238-3245.
6. Wei Q., Yuanyuan L., Bin D., Caihong D. Spectrophotometric Determination of Nucleic Acids Using Dahlia Violet as Absorption Spectroscopic Probe // *Instrumentation Science and Technology*. 2005. Vol. 33, N 4. Pp. 437-448.
7. Nieman R.H., Poulsen L. Spectrophotometric Estimation of Nucleic Acid of Plant Leaves // *Plant Physiol*. 1963. Vol. 38, N 1. Pp. 31-35.
8. Rupak D., Day P., Tirelli N. Dissolved oxygen alteration of the spectrophotometric analysis and quantification of nucleic acid solutions // *Biochem. Soc. Trans*. 2009. Vol. 37., N 2. Pp. 466-470
9. Annau E. Spectrophotometric analysis of nucleic acids in protein solutions and in crude organ extracts // *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*. 1955. Vol. 5, N 1. pp. 13-20
10. Brescia P. Multi-Volume Analysis of Nucleic Acids Using the EPOCH™ Spectrophotometer System // *Nauka Innovacii*. 2012. Vol. 8, N 2. Pp. 43-47.
11. Hoekema T., Tiggelaar R., Gardeniers H., Bruijns B. Performance of Spectrophotometric and Fluorometric DNA Quantification Methods // *Analytica*. Vol. 3, N 3. Pp. 371-384.
12. Mitchell P. Spectrophotometric Estimation of Nucleic Acid in Bacterial Suspensions // *Microbiology*. 1950. Vol. 4, N 3. Pp. 399-402.

13. Himesh S., Singhai A.K., Priyanka S., Sarvesh S. Spectrophotometric method for quantitative estimation of DNA isolated from various parts of *Catharanthus roseus* // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2011. N 3. Pp. 529-532.
14. Nagesh K., Reena J., Praswetha R. Qualitative and quantitative analysis of DNA by spectrophotometry // Pharmatutor. 2011. N 3. Pp. 32-38.
15. Watts C. Nano Drop Spectrophotometer Usefulness in Nucleic Acids Quantitation in Current Times // Biochem. Mol. Lett. 2022. Vol. 5, N 2. Pp. 160-167.
16. Moiseyev B.I. Two-wave spectrophotometric method for determination of nucleic acids content in baking yeast // Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series. 2006. N 3. Pp. 89-93.

REFERENCES

1. Heptinstall J., Rapley R. Spectrophotometric Analysis of Nucleic Acids // Chapter 2 in book The Nucleic Acid Protocols Handbook. 1995. Springer Protocols Handbooks. Pp. 57-60.
2. Lewis L.K., Robson M., Vecherkina Y., Chang J. Interference with spectrophotometric analysis of nucleic acids and proteins by leaching of chemicals from plastic tubes // Biotechniques. 2010. Vol. 48, N 4. Pp. 297-302.
3. Doshi R., Day P., Carampin P., Blanch E.W. Spectrophotometric analysis of nucleic acids: Oxygenation-dependant hyperchromism of DNA // Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2010. Vol. 396, N 6. Pp. 2331-2339.
4. Nwokeoji A., Kilby P.M., Portwood D.E. Accurate Quantification of Nucleic Acids Using Hypochromicity Measurements in Conjunction with UV Spectrophotometry // Anal. Chem. 2017. Vol. 89, N 24. Pp. 13567-13574.
5. Dell Anno A., Fabiano M., Duineveld G.C., Danovaro R. Nucleic acid (DNA, RNA) quantification and RNA/DNA ratio determination in marine sediments: comparison of spectrophotometric, fluorometric, and HighPerformance liquid chromatography methods and estimation of detrital DNA // Applied Environ. Microbiol. 1998. Vol. 64, N 9. Pp. 3238-3245.
6. Wei Q., Yuanyuan L., Bin D., Caihong D. Spectrophotometric Determination of Nucleic Acids Using Dahlia Violet as Absorption Spectroscopic Probe // Instrumentation Science and Technology. 2005. Vol. 33, N 4. Pp. 437-448.
7. Nieman R.H., Poulsen L. Spectrophotometric Estimation of Nucleic Acid of Plant Leaves // Plant Physiol. 1963. Vol. 38, N 1. Pp. 31-35.
8. Rupak D., Day P., Tirelli N. Dissolved oxygen alteration of the spectrophotometric analysis and quantification of nucleic acid solutions // Biochem. Soc. Trans. 2009. Vol. 37., N 2. Pp. 466-470
9. Annau E. Spectrophotometric analysis of nucleic acids in protein solutions and in crude organ extracts // Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. 1955. Vol. 5, N 1. pp. 13-20
10. Brescia P. Multi-Volume Analysis of Nucleic Acids Using the EPOCH™ Spectrophotometer System // Nauka Innovacii. 2012. Vol. 8, N 2. Pp. 43-47.
11. Hoekema T., Tiggelaar R., Gardeniers H., Bruijns B. Performance of Spectrophotometric and Fluorometric DNA Quantification Methods // Analytica. Vol. 3, N 3. Pp. 371-384.

12. Mitchell P. Spectrophotometric Estimation of Nucleic Acid in Bacterial Suspensions // Microbiology. 1950. Vol. 4, N 3. Pp. 399-402.
13. Himesh S., Singhai A.K., Priyanka S., Sarvesh S. Spectrophotometric method for quantitative estimation of DNA isolated from various parts of *Catharanthus roseus* // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2011. N 3. Pp. 529-532.
14. Nagesh K., Reena J., Praswetha R. Qualitative and quantitative analysis of DNA by spectrophotometry // Pharmatutor. 2011. N 3. Pp. 32-38.
15. Watts C. Nano Drop Spectrophotometer Usefulness in Nucleic Acids Quantitation in Current Times // Biochem. Mol. Lett. 2022. Vol. 5, N 2. Pp. 160-167.
16. Moiseyev B.I. Two-wave spectrophotometric method for determination of nucleic acids content in baking yeast // Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series. 2006. N 3. Pp. 89-93.

НОВЫЕ ИНГИБИТОРЫ СЕРОВОДОРОДНОЙ КОРРОЗИИ

© Бабаев Эльбей Расим оглу

Институт Химии Присадок им. акад. А.М. Кулиева Министерства Науки и Образования Азербайджана, Азербайджан, г. Баку; кандидат химических наук, в.н.с. лаборатории «Защитные органические соединения», elbeibabaev@yahoo.de

Аннотация. Сероводородная коррозия и ее предотвращение занимают ключевое место в ряде промышленных процессов и сред, включая добычу и транспортировку нефти и газа, и связанные с ними виды деятельности. Мягкая сталь является популярным конструкционным материалом в этой отрасли, но подвержена образованию поверхностной накипи и связанному с этим коррозионному действию, для предотвращения которого требуются специальные методы. Коррозия, вызванная сероводородом H_2S , в основном относится к типу электрохимической коррозии. Продукты диссоциации газа H_2S агрессивны и могут катализировать электрохимические реакции, особенно процесс коррозии Fe. Образование поверхностной накипи является одним из важных факторов, определяющих скорость коррозии. Рост накипи зависит в первую очередь от кинетики образования накипи. В отличие от относительно прямого осаждения карбоната железа при коррозии чистого CO_2 , в среде H_2S могут образовываться разные типы сульфидов железа, такие как аморфный сульфид железа, макинавит, кубический сульфид железа, смитит, грейт, пирротин, троилит и пирит, среди которых считается, что макинавит сначала образуется на поверхности стали в результате прямой поверхностной реакции. В связи с этим, разработка и получение новых эффективных ингибиторов коррозии, обусловленной сероводородом, является весьма актуальной задачей на сегодняшний день.

Ключевые слова: сероводородная коррозия, сульфиды, ингибиторы коррозии, биогенная сульфидная коррозия, пассиваторы.

NEW HYDROGEN SULFIDE CORROSION INHIBITORS

© Babayev Elbey Rasim

The Institute of Chemistry of Additives of the Ministry of Science and Education, Azerbaijan, Baku; candidate of chemical sciences, leading researcher of laboratory «Protective organic compounds», elbeibabaev@yahoo.de

Abstract. Hydrogen sulfide corrosion and its prevention is an important topic in a number of industrial processes and environments, including oil and gas, and related activities. Mild steel is a popular construction material in this industry, but is subject to surface scaling and associated

corrosive action that requires special techniques to prevent. Corrosion caused by hydrogen sulfide H_2S is mainly electrochemical in nature. Dissociation products of H_2S gas are aggressive and can catalyze electrochemical reactions, especially the dissolution of Fe. The formation of surface scale is one of the important factors determining the rate of corrosion. Scale growth depends primarily on the kinetics of scale formation. In contrast to the relatively direct precipitation of iron carbonate when pure CO_2 is corroded, different types of iron sulfide can form in H_2S environments, such as amorphous iron sulfide, mackinavite, cubic iron sulfide, smithite, great, pyrrhotite, troilite, and pyrite. among which mackinavite is thought to form first on the surface of steel through a direct surface reaction. In this regard, the development and production of new effective inhibitors of corrosion caused by hydrogen sulfide is a very urgent task today.

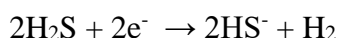
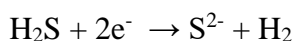
Key words: hydrogen sulfide corrosion, sulfides, corrosion inhibitors, biogenic sulfide corrosion, passivators

Коррозия представляет собой серьезную проблему, и о ней говорят как о постепенном разрушении материалов химическими или электрохимическими процессами [1]. Мягкая сталь (МС) широко используется в строительстве в нескольких отраслях промышленности благодаря своей механической прочности и другим преимуществам. Все-таки коррозия ухудшает полезные свойства МС. Агрессивная среда из-за CO_2 и H_2S в промышленных жидкостях вызывает коррозию металлической поверхности. Ингибиторы коррозии играют решающую роль в защите металлов от коррозии. В этой работе подробно проведен анализ методов борьбы с коррозией с помощью ингибиторов на металлических поверхностях в коррозионно-агрессивных средах CO_2 и H_2S . В работе основное внимание уделяется различным категориям ингибиторов, используемых для смягчения такой коррозии, например, ингибиторы на основе имидазолина, ингибиторы на основе аминов, ингибиторы на основе полимеров и ингибиторы зеленой химии.

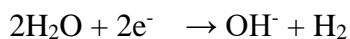
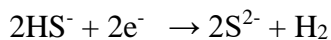
Сероводородная коррозия является одной из наиболее серьезных причин коррозионного разрушения при эксплуатации оборудования в широком диапазоне сред и условий. Сероводород обладает уникальными агрессивными свойствами и вызывает коррозионное повреждение оборудования в результате электрохимической и химической коррозии и водородного охрупчивания. Коррозия металлов в кислых и сероводородных средах протекает в основном с водородной деполяризацией [2]. Коррозия под воздействием сероводорода весьма характерна для оборудования установок первичной переработки сернистой нефти, каталитического риформинга, газофракционирования и гидрокрекинга сернистых нефтей на нефтеперерабатывающих заводах, подготовки газа к переработке, сероочистки и производства серы на газоперерабатывающих предприятиях. Сероводород вызывает целый ряд коррозионных поражений. К их числу относятся разрушения, возникающие как при низких (общих и язвенная коррозия, коррозионное растрескивание), так и при высоких (высокотемпературная сероводородная коррозия) температурах.

В основе всех поражений, развивающихся при низких температурах лежит электрохимическая коррозия. В кислых средах основная катодная реакция связана с восстановлением ионов водорода: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

Наряду с ней протекают и другие реакции:



В нейтральных и щелочных средах параллельно протекают следующие катодные процессы:



При наличии в среде кислорода, последний является дополнительным катодным деполяризатором.

Сероводород стимулирует катодный процесс. Считается, что гидросульфид-ионы, образующиеся вследствие диссоциации сероводородной кислоты, сорбируются поверхностью металла. Это, с одной стороны, снижает перенапряжение водорода на поверхности металла за счет возникновения на ней адсорбционного отрицательно заряженного слоя, а с другой — увеличивает перенапряжение из-за вытеснения водорода с поверхности металла гидросульфид-ионами. Превалирующим является первый эффект, в результате чего скорость катодной реакции в присутствии гидросульфид-ионов возрастает. Скорость анодного процесса также стимулируется сероводородом, но анодный процесс в существенной степени зависит от свойств образующихся на поверхности металла пленок продуктов коррозии.

Таким образом, сероводородная коррозия наносит большой ущерб промышленности и экономике страны. Для защиты металлов от сероводородной коррозии наиболее эффективным методом является использование ингибиторов коррозии. Так, в работе [3] исследовано электрохимическое и коррозионное поведение низкоуглеродистой стали в нейтральных средах, содержащих сероводород, массоптическим и электрохимическим методами и определено защитное действие промышленных композиций СОНКОР. Показано, что в 3 % NaCl композиции СОНКОР обладают слабым защитным действием, но сильно усиливаются при наличии в растворе сероводорода. При концентрации $\text{H}_2\text{S}=0,6$ г/л максимальный защитный эффект имеют СОНКОР 9801 (85,57 %) и СОНКОР 9920А (81,97 %). Ингибиторы СОНКОР 9021С (70,82 %), 9510А (73,11 %) и 9701 (67,87 %) проявляют меньший защитный эффект.

Синтезирован модифицированный кокосовым маслом гидроксиэтилимидазолин, который используется в качестве ингибитора углекислотно-сероводородной коррозии для углеродистой стали в 3%-ном растворе NaCl при 50°C [4]. Методы тестирования включают потенциодинамические поляризационные кривые, сопротивление линейной поляризации и спектроскопию электрохимического импеданса. Результаты показали, что всего лишь 20 частей на миллион ингибитора, модифицированного кокосовым маслом, действовали как эффективный ингибитор коррозии углеродистой стали в присутствии как двуокиси углерода, так и сероводорода, достигая значения эффективности до 97, что создает предпосылки для разработки новых «зеленых» ингибиторов коррозии.

В продолжении этих исследований в работе [5] модифицированный кокосовым маслом имидазолин, а именно аминоэтиламиноимидазолин, был приготовлен в качестве ингибитора сырой коррозии для исследования поведения углеродистой стали 1018 в отношении ингибирования коррозии сероводородом и сравнения с коммерческим гидроксиэтилимидазолином. Методы включали кривые поляризации, кривые линейной поляризации, измере-

ния электрохимического импеданса и электрохимического шума с концентрацией ингибитора 25 частей на миллион. Было обнаружено, что имидазолин, модифицированный кокосовым маслом, обладал лучшими характеристиками ингибирования коррозии, чем коммерческий, снижая скорость коррозии на один порядок и давая многообещающие результаты в приготовлении ингибиторов сырой коррозии.

Статья [6] посвящена изучению коррозии углеродистой стали, вызванной газообразным сероводородом. Авторами статьи обсуждается, как этот газ реагирует с углеродистой сталью в нефтяных и газовых коллекторах. В этой статье также рассматриваются разработки программного обеспечения для прогнозирования коррозии H_2S . Механизм коррозии H_2S в сочетании с газообразным CO_2 также находится в центре внимания. Отмечается, что сероводород является наиболее опасным элементом, присутствующим в нефтяных и газовых коллекторах. H_2S подкисляет воду, что вызывает точечную коррозию трубопроводов из углеродистой стали. Коррозионная реакция будет быстро усиливаться, когда она соединяется с кислородом и двуокисью углерода (CO_2). Таким образом, они могут значительно сократить срок службы транспортных трубопроводов и технологических сооружений нефтегазовой отрасли. Понимание механизма коррозии H_2S имеет решающее значение для изучения, поскольку многие трубопроводы из углеродистой стали сильно изнашиваются на объектах нефтегазовой промышленности. Чтобы точно исследовать коррозию H_2S , необходимо изучить физические, электрические и химические свойства окружающей среды.

В работе [7] синтезирован и охарактеризован спектроскопическими методами (FTIR, 1H ЯМР) ряд 1-(4-(2-аллилфенокси)бутил)пиперидин-1-ий галогенидов. Исследовано ингибирование коррозии синтезированных галогенидов на углеродистой стали в водно-солевой углеводородной среде, насыщенной сероводородом. Для этой цели был использован ряд методов, таких как гравиметрические измерения, потенциодинамическая поляризация и сканирующий электронный микроскоп (СЭМ), и некоторые термодинамические параметры процесса коррозии ($\Delta G_{ad.}$, $\Delta H^0_{ad.}$, $\Delta S^0_{ad.}$) были оценены. Стальная поверхность была проверена с помощью СЭМ, и она показала хорошее покрытие поверхности. Результаты показали, что синтезированные соединения при концентрациях 125, 150 мг/л обладают ингибирующей активностью 78-95% по гравиметрическим измерениям и 81-92% по потенциодинамическим измерениям при 100, 150 мг/л. Биологическую активность исследовали в отношении сульфатредуцирующих бактерий (СРБ). Выявлено, что при концентрации соединений 100 мг/л антибактериальная активность составила 100%.

Сообщается [8] об эффективности VPCI для нефтехимической промышленности. Несколько типов ингибиторов коррозии были испытаны в диапазоне концентраций от 50 до 200 ppm в электролите и электролитно-углеводородной смеси в присутствии диоксида углерода (CO_2) и сероводорода (H_2S) с модификаторами текучести и без них. Различные комбинации ингибиторов коррозии и понизителей сопротивления обеспечивают системы с улучшенным потоком воды и защитой от коррозии для трубопроводов, по которым проходит вода или смесь углеводородов и воды. Динамические испытания проводились на той же смеси электролитов и углеводородов, что и в статических испытаниях, с непрерывной продувкой CO_2 при температуре $70^\circ C$. Установлено, что VPCI A и VPCI B являются эффективными ингибиторами коррозии в углеводородах, содержащих малосернистый/кислый электролит.

Двумя основными формами коррозии при разработке нефтяных месторождений и в транспортной отрасли являются коррозия сладкого и сероводородного происхождения [9]. Сладкая коррозия в присутствии газа CO_2 представляет собой мягкую форму коррозии, а кислая коррозия является чрезвычайно тяжелым типом коррозии, которая возникает в присутствии газа H_2S . Коррозия металлических конструкций была признана важной проблемой на нефтяных месторождениях в присутствии этих газов. Темы в этой работе ограничены факторами, вызывающими кислую-сладкую коррозию, а также методами смягчения воздействия ингибиторов коррозии.

Простыми и удобными (однореакторными) методами синтеза из белого фосфора (P_4), элементарной серы, спиртов, фенолов (в том числе гидроксипропановых) и аминов получены новые аммониевые соли дитиофосфорных O , O' -диэфиров [10]. Выявлено, что полученные аммонийные соли O , O -диалкилдитиофосфорных кислот являются эффективными ингибиторами углекислотной (защитный эффект $Z=90-99\%$) и сероводородной коррозии ($Z=88-89\%$) низкоуглеродистой стали. Показано, что ингибирующая активность против углекислотной коррозии не зависит ни от природы амина, ни от длины цепи алкильного заместителя в сложноэфирной группе, а защитный эффект в случае сероводородной коррозии зависит от природы реагирующего спирта или амина. и может немного снизиться (на 10–15%).

В работе [11] оценивалась подверженность стали API 5L X52 коррозионным процессам в присутствии повышенного содержания сероводорода и углекислого газа. Были проведены гравиметрические испытания и анализ поверхности для установления как скорости коррозии, так и типа повреждения металла. Полученные результаты свидетельствуют о том, что сероводород является наиболее активным газом в протекавших коррозионных процессах, значительно опережая углекислый газ. Основными наблюдаемыми продуктами коррозии были сульфиды железа, а типичным повреждением, связанным с присутствием сероводорода, было сульфидное растрескивание под напряжением. Повреждение поверхности свидетельствует о наличии трещин значительной величины и потери металла как следствия коррозионных процессов. Аналогичным образом присутствие кислорода в системе изменяет отображаемый тип коррозии, где наблюдаются продукты коррозии, такие как оксиды железа, и уменьшение количества и протяженности трещин. С другой стороны, добавка пленкообразующего ингибитора коррозии на основе модифицированных имидазолинов полностью исключает развитие трещин, хотя при определенных условиях испытаний может способствовать локальной точечной коррозии.

Выбранные экологически безопасные соединения железа (синтетический магнетит и глюконат железа) были оценены в качестве ингибиторов коррозии для стали (H-80) при концентрации сульфидов 50 мг/л при различных значениях pH в диапазоне от 5,5 до 11,5 и при высоких температурах, высоких давлениях методом снижения веса [12]. Температуры испытаний составляли 150°C, 275°C и 350°C соответственно для давлений 3000 psi, 5000 psi и 6000 psi. Было обнаружено, что комплекс железа является лучшим ингибитором коррозии по сравнению с синтетическим магнетитом. Он продемонстрировал эффективность ингибирования (IE) до 99,2%, когда доза поглотителя была удвоена (т.е. когда соотношение сульфида и поглотителя составляло 1:2) независимо от других факторов, таких как pH, температура и давление. Принимая во внимание, что оптимальная эффективность ингибирования синтетического магнетита (IE) составляла до 75,1% только тогда, когда отношение

сульфида к поглотителю составляло 1:4 при самом низком рН эксперимента (рН 5,5), что нежелательно для бурения. По мере увеличения рН эффективность ингибирования магнетита снижается и оказывается самой низкой при щелочном рН 11,5.

H₂S-коррозия 304L и 316L в бескислородном растворе Na₂SO₄+Na₂S при рН 3 и температуре 60°C была исследована с помощью EIS, потенциодинамической поляризации, многокомпонентных диаграмм Пурбе и определения характеристик микроструктуры [13]. В аналогичных условиях меньшая скорость коррозии наблюдалась на 316L, что объясняется более плотным (в 1,5 раза) и более гладким (6%) поверхностным слоем и подтверждается микрофотографией СЭМ. Во время поляризации H₂S значительно увеличивает плотность критического тока на 304L и плотность тока пассивации *i*_p на 316L. Более высокое значение *i*_p на 316L было связано с одновременным сохранением FeS²⁻MoS₂, что было подтверждено рентгенографическим исследованием. H₂S может оказывать ингибирующее действие на 304L в пассивной области.

Одним из видов сероводородной коррозии является биогенная сульфидная коррозия, которая представляет собой опосредованный бактериями процесс образования газообразного сероводорода и последующего превращения его в серную кислоту, которая воздействует на бетон и сталь в среде сточных вод. Сероводород биохимически окисляется в присутствии влаги с образованием серной кислоты. Воздействие серной кислоты на бетонные и стальные поверхности, подвергающиеся воздействию агрессивных сред сточных вод, может быть разрушительным. Существует несколько вариантов решения проблем биогенной сульфидной коррозии: нарушение образования H₂S, удаление H₂S или использование материалов, устойчивых к биогенной коррозии.

В наших работах [14,15] для предотвращения сероводородной коррозии, вызываемой сульфат-восстанавливающими бактериями предложено использование биоцидных добавок на основе S-, N-содержащих производных α-метилбензилзамещенных фенолов и бисфенолов. Экспериментальные результаты показали наличие высокой антикоррозионной активности синтезированных соединений и показана возможность их применения в качестве ингибиторов сероводородной коррозии, обусловленной СВБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kumari A., Chugh B., Singh G. Corrosion Inhibitors for Sweet (CO₂ Corrosion) and Sour (H₂S Corrosion) Environments // ACS Symposium Series. 2021, Vol. 1403. Pp. 271-278.
2. Синютина С.Е., Вигдорович В.И. Современное состояние и проблемы сероводородной коррозии металлов в растворах электролитов // Вестник ТГУ. 2002. Т. 7. № 3. С. 13-25.
3. Melnikova A.V., Figilyantov F.P., Shein A.B. Investigation of industrial compositions SONKOR as corrosion inhibitors of mild steel in neutral media containing hydrogen sulfide // Chimica Techno Acta. 2015. Vol. 2. N 3. Pp. 247-251.
4. Rivera-Grau L.M., Casales M., Regla I., Ortega-Toledo R.M. Corrosion Inhibition by a Coconut Oil Modified Imidazoline for Carbon Steel Under the Combined Effect of CO₂ and H₂S // International Journal of Electrochemical Science. 2012. Vol. 7. N 12. Pp. 12610-12620.

5. Rivera-Grau L.M., Casales M., Regla I., Ortega-Toledo R.M. H₂S Corrosion Inhibition of Carbon Steel by a Coconut-Modified Imidazoline // *International Journal of Electrochemical Science*. 2012. Vol. 7. N 12. Pp. 12391-403.
6. Asmara Y.P. The Roles of H₂S Gas in Behavior of Carbon Steel Corrosion in Oil and Gas Environment: A Review // *Jurnal Teknik Mesin*. 2018. Vol. 7. N 1. Pp. 37-49.
7. Mehdiyeva G.M., Bayramov M.R., Hosseinzadeh Sh.B., Hasanova G.M. Allylphenoxy-piperidinium halides as corrosion inhibitors of carbon steel and biocides // *Turk. J. Chem.* 2020. Vol. 44. N 3. Pp. 670-686.
8. Miksic B.A., Furman A.Y., Khaqrshan M.A. Effectiveness of the corrosion inhibitors for the petroleum industry under various flow conditions // *Materials Performance*. 2009. Vol. 48. N 9. Pp. 123-129.
9. Aslam R., Saman Z., Rizvi M. Corrosion inhibitors for sweet (CO₂ corrosion) and sour (H₂S corrosion) oilfield environments // *Environmental Sustainable Corrosion Inhibitors*. 2022. N 2. Pp. 165-181.
10. Batyeva E.S., Ugryumov O.V., Varnavskaya O.A., Khodyrev Y.P. New, effective carbon dioxide and hydrogen sulfide corrosion inhibitors based on white phosphorus, sulfur, alcohols, and amines // *Petroleum Chemistry*. 2013. Vol. 53. N 3. Pp. 139-143.
11. Gayosso M.J., Olivares G., Frago S., Blanco G.E. Corrosion Behavior of API 5L X52 Steel under High Concentrations of H₂S/CO₂ Gases // *Materials Sciences and Applications*. 2016. Vol. 7. N 10. Pp. 623-643.
12. Amosa M.K., Mohammed I.A., Yaro S.A., Arinkoola A.O. Corrosion inhibition of oil-well steel (N-80) in simulated hydrogen sulphide environment by ferrous gluconate and synthetic magnetite // *Nafta*. 2010. Vol. 61. N 5. Pp. 347-362.
13. Davoodi M., Pkshir M., Babaiee M., Ebrahimi G.R. A comparative H₂S corrosion study of 304L and 316L stainless steels in acidic media // *Corrosion Science*. 2011. Vol. 53. N 1. Pp. 399-408.
14. Колчина Г.Ю., Тухватуллин Р.Ф., Бабаев Э.Р., Мовсумзаде Э.М. Пространственно-затрудненные фенолы как антиокислительные, антикоррозионные и антимикробные присадки к минеральным смазочным маслам // *НефтеГазоХимия*. 2017. № 1. С. 10-13.
15. Бабаев Э.Р. Оценка взаимосвязи структуры некоторых азотсодержащих алкиларилзамещенных фенолов с их реакционной способностью и функциональными свойствами // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2017. № 5. С. 51-56.

REFERENCES

1. Kumari A., Chugh B., Singh G. Corrosion Inhibitors for Sweet (CO₂ Corrosion) and Sour (H₂S Corrosion) Environments // *ACS Symposium Series*. 2021, Vol. 1403. Pp. 271-278.
2. Синютина С.Е., Вигдорович В.И. Современное состояние и проблемы сероводородной коррозии металлов в растворах электролитов // *Вестник ТГУ*. 2002. Т. 7. № 3. С. 13-25.
3. Melnikova A.V., Figilyantov F.P., Shein A.B. Investigation of industrial compositions SONKOR as corrosion inhibitors of mild steel in neutral media containing hydrogen sulfide // *Chimica Techno Acta*. 2015. Vol. 2. N 3. Pp. 247-251.

4. Rivera-Grau L.M., Casales M., Regla I., Ortega-Toledo R.M. Corrosion Inhibition by a Coconut Oil Modified Imidazoline for Carbon Steel Under the Combined Effect of CO₂ and H₂S // *International Journal of Electrochemical Science*. 2012. Vol. 7. N 12. Pp. 12610-12620.
5. Rivera-Grau L.M., Casales M., Regla I., Ortega-Toledo R.M. H₂S Corrosion Inhibition of Carbon Steel by a Coconut-Modified Imidazoline // *International Journal of Electrochemical Science*. 2012. Vol. 7. N 12. Pp. 12391-403.
6. Asmara Y.P. The Roles of H₂S Gas in Behavior of Carbon Steel Corrosion in Oil and Gas Environment: A Review // *Jurnal Teknik Mesin*. 2018. Vol. 7. N 1. Pp. 37-49.
7. Mehdiyeva G.M., Bayramov M.R., Hosseinzadeh Sh.B., Hasanova G.M. Allylphenoxypyridinium halides as corrosion inhibitors of carbon steel and biocides // *Turk. J. Chem.* 2020. Vol. 44. N 3. Pp. 670-686.
8. Miksic B.A., Furman A.Y., Khaqrshah M.A. Effectiveness of the corrosion inhibitors for the petroleum industry under various flow conditions // *Materials Performance*. 2009. Vol. 48. N 9. Pp. 123-129.
9. Aslam R., Saman Z., Rizvi M. Corrosion inhibitors for sweet (CO₂ corrosion) and sour (H₂S corrosion) oilfield environments // *Environmental Sustainable Corrosion Inhibitors*. 2022. N 2. Pp. 165-181.
10. Batyeva E.S., Ugryumov O.V., Varnavskaya O.A., Khodyrev Y.P. New, effective carbon dioxide and hydrogen sulfide corrosion inhibitors based on white phosphorus, sulfur, alcohols, and amines // *Petroleum Chemistry*. 2013. Vol. 53. N 3. Pp. 139-143.
11. Gayosso M.J., Olivares G., Fragoso S., Blanco G.E. Corrosion Behavior of API 5L X52 Steel under High Concentrations of H₂S/CO₂ Gases // *Materials Sciences and Applications*. 2016. Vol. 7. N 10. Pp. 623-643.
12. Amosa M.K., Mohammed I.A., Yaro S.A., Arinkoola A.O. Corrosion inhibition of oil-well steel (N-80) in simulated hydrogen sulphide environment by ferrous gluconate and synthetic magnetite // *Nafta*. 2010. Vol. 61. N 5. Pp. 347-362.
13. Davoodi M., Pkshir M., Babaiee M., Ebrahimi G.R. A comparative H₂S corrosion study of 304L and 316L stainless steels in acidic media // *Corrosion Science*. 2011. Vol. 53. N 1. Pp. 399-408.
14. Kolchina G.Yu., Tukhvatullin R.F., Babaev E.R., Movsumzade E.M. Spatially hindered phenols as antioxidant, anticorrosive and antimicrobial additives to mineral lubricating oils // *Neftegazokhimiya*. 2017. No. 1. Pp. 10-13.
15. Babaev E.R. Evaluation of the relationship of the structure of some nitrogen-containing alkyl aryl substituted phenols with their reactivity and functional properties // *Izv. vuzov. Chemistry and chemical technology*. 2017. No. 5. Pp. 51-56.

УДК 616-03

DOI: 10.34824/VKNIRAN.2023.12.1.007

РОЛЬ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ

© Батаева Петимат Денаевна (а), Батаев Магомед Денаевич (b), Батаев Хамад Денаевич (b), Джабраилова Малика Ахмедовна (b)

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

(b) Медицинский институт Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Российская Федерация, г. Грозный

Аннотация. Лучевая диагностика, на сегодняшний день, является одной из наиболее активно развивающихся отраслей клинической медицины. Безусловно, немаловажная роль в этом принадлежит непрерывно продолжающемуся прогрессу в сфере физики и информационных технологий. Современные методы исследования облегчили тщетные попытки врачей в диагностике многих редких и малоизвестных заболеваний; повлияли на своевременное выявление тяжелых и острых форм заболеваний, которые представляют собой опасность не только для человека, но и приносят ущерб в численности трудоспособного населения.

Ключевые слова: лучевая диагностика, методы лечения, рентген, УЗИ, КТ.

THE ROLE OF RADIATION DIAGNOSTICS IN MODERN MEDICINE

© Bataeva Petimat Denaevna (a), Bataev Magomed Denaevich (b), Bataev Khamad Denaevich (b), Dzhabrailova Malika Akhmedovna (b)

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

(b) Medical Institute Chechen State University named after I.I. A.A. Kadyrov, Russian Federation, Grozny

Abstract. Radiation diagnostics, today, is one of the most actively developing branches of clinical medicine. Undoubtedly, an important role in this belongs to the continuously ongoing progress in the field of physics and information technology. Modern research methods have facilitated the futile attempts of doctors in the diagnosis of many rare and little-known diseases; influenced the timely detection of severe and acute forms of diseases that pose a danger not only to humans, but also cause damage to the working-age population.

Key words: radiation diagnostics, methods of treatment, X-ray, ultrasound, CT.

В современной медицине 21-го века происходит значительное переосмысление роли методов лечения и диагностики множества заболеваний. Классическая лучевая диагностика обогатилась основными методами визуализации, как ультразвуковая диагностика и виды томографий: компьютерная, магнитно-резонансная, фотоэмиссионная и позитронно-эмиссионная.

Несмотря на такой скачок прогресса в диагностике, немаловажное значение отдается традиционным методам диагностики определенных видов заболеваний, для выявления которых достаточно минимального воздействия на организм.

Компьютерная томография стала первым методом, позволяющим создавать трехмерные визуализации внутренних органов. Но в настоящее время 3d-реконструкция возможна с помощью широкого спектра современных лучевых методов диагностики, что, несомненно, является очень важным для медицинских работников [6-7].

Лучевая диагностика - отрасль медицины, основанная на получении изображения в диагностических целях для выявления структурных и функциональных изменений в органах и тканях человеческого организма на основе использования различных видов излучения.

Лучевая диагностика включает в себя следующие методы исследования (рисунок 1):

- рентгенологический метод (рентгенография и рентгеноскопия);
- рентгеновская компьютерная томография;
- радионуклидный метод;
- ультразвуковой метод исследования;
- метод магнитно-резонансной томографии;
- интервенционная радиология.

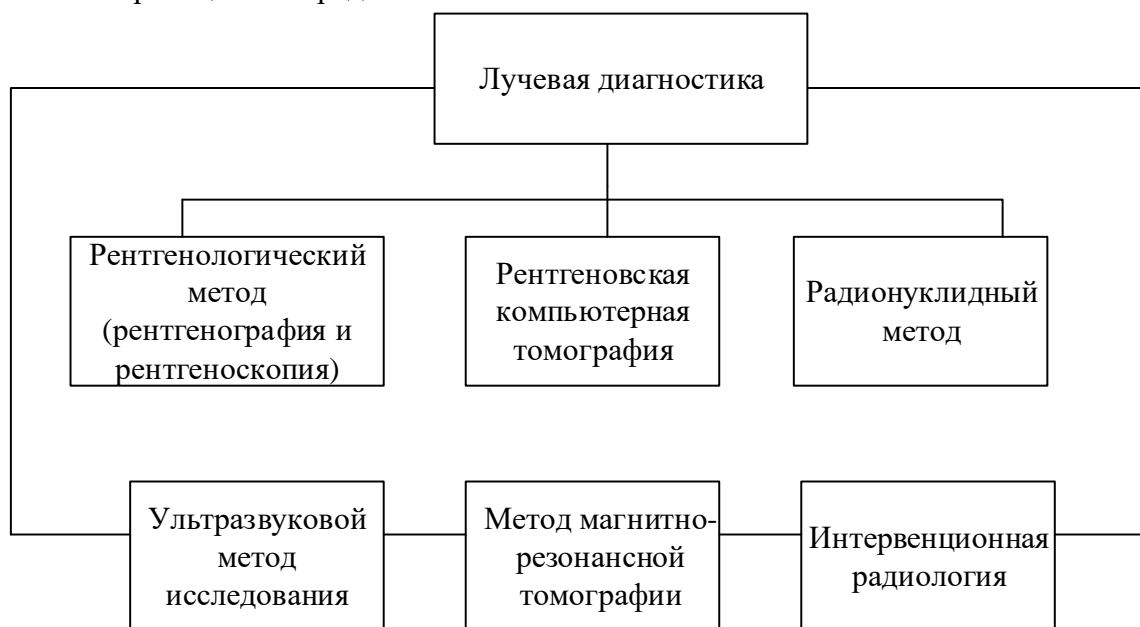


Рис.1. Методы лучевой диагностики

С помощью методов лучевой диагностики ставятся оправданными и точными большинство первичных диагнозов, а в значительной мере диагностика многих заболеваний невозможна без применения лучевых методов диагностики. Роль методов лучевой диагностики еще больше возросла с внедрением цифровых методов получения изображения [2-3].

Все методики исследования отличаются друг от друга только приемником излучения, в качестве которого используются: рентгеновская пленка, флюоресцирующий экран, полупроводниковая селеновая пластина, дозиметрический детектор. На рисунке 2 представлено многообразие возможных методик, используемых в традиционной рентгенодиагностике.

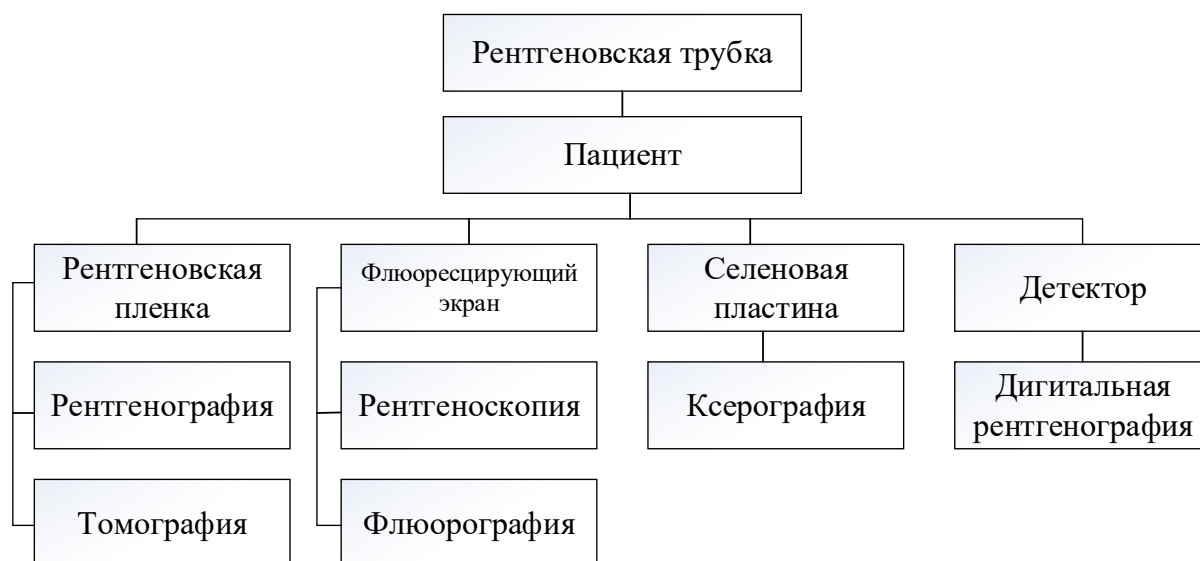


Рис.2. Методики традиционной рентгенодиагностики

С преобразованием цифровых технологий получили развитие системы для организации, распределения и хранения цифровых изображений. Был создан DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) — медицинский отраслевой стандарт создания, хранения, передачи и визуализации цифровых медицинских изображений и документов обследованных пациентов.

Большую роль играет и всемирная система объединённых компьютерных сетей (интернет), так как с помощью него возможно проведение телерадиологических консультаций.

Все эти инновационные введения значительно повысили темп и масштаб диагностики. Применение новейших технологий в лучевой диагностике увеличили возможности их использования для раннего выявления патологий. Обыденно для этого применялись рентгенография и флюорография, но с появлением УЗИ и КТ эффективность скрининга гораздо больше возросла.

Эти нововведения позволяют своевременно и точно выявлять все группы распространенных и социально значимых заболеваний, часть которых в нетрудоспособности и летальных исходах крайне высока. К числу таких относятся болезни сердечно-сосудистой системы, в частности, ишемическая болезнь сердца и инсульт, а также заболевания других органов и систем.

Следует выделить такой комбинированный метод исследования, как ПЭТ/КТ, который зарекомендовал себя, как наиболее эффективный, в частности, для выявления онкологических заболеваний.

Онкологические заболевания требуют усердной диагностики, что, без сомнений, облегчается гибридным методом ПЭТ/КТ, предоставляющим информацию о состоянии энергетического метаболизма введенных радиоактивных фармацевтических препаратов (в составе которых имеется нестабильный изотоп) на основании данных позитронно-эмиссионной томографии и морфологических изменений на основании данных компьютерной томографии [8-9].

Несмотря на такие успехи в современных методах диагностики, следует осознавать, что любое вмешательство в организм является огромным стрессом для него. При проведении таких исследований обязательно следует собирать тщательный сбор анамнеза и первичных анализов, показаний и противопоказаний. Не все пациенты болеют одним и тем же заболеванием, не все одинаково переносят его и не у всех их одинаковые анамнезы. Следовательно, следует избегать даже малейшего процента опасного влияния на индивидуальный организм каждого пациента.

В ближайшем будущем, по мнению многих научных деятелей, следующим достижением будет все большее внедрение и развитие молекулярно-генетической диагностики, позволяющей выявить патологию на уровне генов и клеток. Важнейшим достоинством этого вида диагностики является наименьшая степень медицинского вмешательства, вследствие проведения этого исследования *in vitro* [1].

Молекулярно-генетическая диагностика, однозначно, исчерпывающий метод исследования во многих медицинских направлениях: в кардиологии, онкологии, неврологии, а также в более узких специальностях.

В настоящее время аналогичным методом диагностики является однофотонная эмиссионная компьютерная томография и позитронно-эмиссионная томография. Лучевая диагностика в настоящее время является «золотым» стандартом, облегчающим врачам своевременную и точную постановку диагноза заболевания.

Шагая в ногу со временем, эти методы исследования упрощают работу врачей многих специальностей. Из этого следует, что специалисты лучевой диагностики будут набирать безукоризненную репутацию и востребованность во всем мире, обязуют познание этой науки в совершенстве.

Важно отметить, что развитие и совершенствование этой сферы приведет к большому росту рабочих мест, что обеспечит государство узкими специалистами методов лучевой диагностики, заменяя общих: специалисты по УЗИ брюшной полости, органов грудной клетки, сосудов, сердца и так далее. Соответственно, это позволит каждому специалисту более усердно углубляться в свою область диагностики, тем самым обеспечивая грамотность, точность и уверенность в своих заключениях.

Безусловно, в ближайшее время лучевая диагностика будет одним из наиболее правильных и основных источников, представляющих важную диагностическую информацию, о чем так же свидетельствует акцент производителей медицинской аппаратуры на производство рентгеновской, ультразвуковой, радионуклидной и магнитно-резонансной аппаратуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бургенер Ф.А., М. Кормано М., Т. Пудас. Лучевая диагностика костей и суставов. Атлас: руководство. 2011. С. 87-88.
2. Васильева А.Ю., Е.Б. Ольхова. Лучевая диагностика для студентов педиатрических факультетов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. С. 25-27.
3. Васильева А.Ю., Е.Б. Ольхова. Лучевая диагностика: Учебное пособие для студентов медицинских вузов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 13 с.
4. Линденбратен Д., Л.Б. Наумов. Медицинская рентгенология. 2е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1984. 205 с.
5. Ма О. Дж., Дж. Р. Матиэр, М. Блэйвес. Ультразвуковое исследование в неотложной медицине. Бинوم. Лаборатория знаний. 2013. 16 с.
6. Терновой К., А.Ю. Васильев, В.Е. Сеницын. Лучевая диагностика и терапия. Учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. С. 64-68.
7. Терновой С.К., А.Б. Абдураимов, Федотенков И.С. Компьютерная томография: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 9 с.
8. Терновой С.К., А.Ю. Васильев, В.Е. Сеницын. Лучевая диагностика и терапия: Учебник для студентов медицинских вузов. – Том 1. Общая лучевая диагностика. М.: Медицина, 2008. 93 с.
9. Терновой С.К., В.Е. Сеницын. Спиральная компьютерная и электронно-лучевая ангиография. М.: Видар, 1998. 111 с.

REFEENCES

1. Burgener F.A., M. Korman M., T. Pudas. Radiation diagnostics of bones and joints. Atlas: A guide. 2011. Pp. 87-88.
2. Vasilyeva A.Yu., E.B. Olkhova. Radiation diagnostics for students of pediatric faculties. Moscow: GEOTAR-Media, 2009. Pp. 25-27.
3. Vasilyeva A.Yu., E.B. Olkhova. Radiation diagnostics: A textbook for students of medical universities. M.: GEOTAR-Media, 2008. 13 p.
4. Lindenbraten D., L.B. Naumov. Medical radiology. 2nd ed., reprint. and additional M.: Medicine, 1984. 205 p.
5. Ma O. J., J. R. Mathier, M. Blaves. Ultrasound examination in emergency medicine. Binomial. Laboratory of knowledge. 2013. 16 p.
6. Ternovoy K., A.Y. Vasiliev, V.E. Sinitsyn. Radiation diagnostics and therapy. Textbook. M.: GEOTAR-Media, 2010. Pp. 64-68.
7. Ternovoy S.K., A.B. Abduraimov, Fedotenkov I.S. Computed tomography: textbook. M.: GEOTAR-Media, 2009. 9 p.
8. Ternovoy S.K., A.Y. Vasiliev, V.E. Sinitsyn. Radiation diagnostics and therapy: A textbook for medical university students. – Volume 1. General radiation diagnostics. M.: Medicine, 2008. 93 p.
9. Ternovoy S.K., V.E. Sinitsyn. Spiral computer and electron beam angiography. M.: Vidar, 1998. 111 p.

УДК 69.67

DOI: 10.34824/VKNIRAN.2023.12.1.008

ОБРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО И ПЕРЕРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

© Баснукаев Иса Шамсудинович (а), Ахматова Марет Идрисовна (b)

(а) Грозненский государственный нефтяной технический университет им. академика М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный; кафедра «Технология строительного производства», доц., к.э.н., ibasnukaev@mail.ru

(b) Грозненский государственный нефтяной технический университет им. академика М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный; кафедра «Технология строительного производства», ст. преподаватель, maret.gishlakaeva@mail.ru

Аннотация. Строительство – это отрасль материального производства, направленная на выпуск готовой строительной продукции из различных материалов. К данной категории относятся как традиционные материалы (древесина, камень и кирпич), так и инновационные строительные материалы. В рамках данной статьи рассматриваются типовые методы обработки, производства и переработки строительных материалов.

Ключевые слова: материалы, строительные материалы, обработка материалов, производство материалов, строительство.

PROCESSING, PRODUCTION AND PROCESSING OF MATERIALS

© Basnukaev Isa Shamsudinovich (a), Akhmatova Maret Idrisovna (b)

(a) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny; department «Technology of construction production», docent, PhD in economics, ibasnukaev@mail.ru

(b) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny; department «Technology of construction production», senior lecturer, maret.gishlakaeva@mail.ru

Abstract. Construction is a branch of material production aimed at the production of finished construction products from various materials. This category includes both traditional materials (wood, stone and brick) and innovative building materials. Within the framework of this article, typical methods of processing, production and processing of building materials are considered.

Key words: materials, construction materials, processing of materials, production of materials, construction.

В настоящее время в строительной сфере применяется множество материалов, которые можно разделить на три основные группы: металлические, неметаллические и композиционные.

К металлическим материалам относятся стали и сплавы на основе железа, алюминия, магния, титана и меди, тугоплавкие металлы и их сплавы, подшипниковые сплавы на основе легкоплавких металлов, стали и сплавы с особыми физическими свойствами, твёрдые сплавы и порошковые материалы.

К неметаллическим материалам относятся углеродные материалы, пластические массы, материалы из неорганического стекла, керамики и резины. Композиционные материалы представлены металлическими и керамическими композиционными материалами, материалами с полимерной матрицей, гибридными и углеродные композиционными материалами

Керамические и твердосплавные материалы применяются в тех случаях, когда необходимо обеспечить повышенную прочность конструкции, а её эксплуатация предполагается в тяжёлых условиях. К керамическим материалам относятся такие материалы, как карбид кремния, оксид алюминия, нитрид кремния, диоксид циркония, титановольфрамовые твердые сплавы.

Композиционные материалы характеризуются присутствием усиливающих элементов в виде особо прочных волокон или нитей. Изменяя соотношение и качество компонентов можно получать композиционные материалы, имеющие заданные значения упругости, прочности абразивной стойкости и жаропрочности, а также обладающие определёнными магнитными, диэлектрическими и другими характеристиками.

Композиционные материалы подразделяются на две группы: состоящие из металлической матрицы и имеющие в основе высокопрочные волокна или тонкодисперсные тугоплавкие частицы. Композиционные материалы с неметаллической матрицей содержат углеродные, полимерные и керамические материалы. Среди композиционных материалов выделяют стекловолокниты (состоят из синтетической смолы), карбоволокниты (состоят из полимерной матрицы и углеродных волокон), органоволокниты (состоят из полимерного связующего и синтетических волокон) [5].

Рассмотрим основные способы изготовления различных материалов.

Плазменная резка металла является эффективной технологией, основанной на расплавлении металла до жидкого состояния с последующей обработкой при помощи потока плазмообразующего газа. Металл расплавляется под одновременным воздействием потока плазменного газа и электрической дуги, которая горит между плазмотроном и деталью. При помощи плазменной резки можно обрабатывать прокат цветных и чёрных металлов с толщиной до 100 мм, эта технология активно применяется при обработке нержавеющей стали и разного рода сплавов на основе титана, меди и алюминия.

Оборудование для плазменной резки металлов должно соответствовать следующим требованиям: высокая точность, длительный ресурс работы электродов, повышенная скорость резки, высокая точность при вырезке углов и отверстий с малым диаметром. Особенностью технологии плазменной резки является низкая себестоимость выпускаемых изделий за счёт отсутствия последующей механической обработки.

Лазерная резка позволяет с большой точностью обрабатывать тонколистовой металл, в том числе производить изделия из тонкостенных труб. Эта технология основана на

сильном нагревании и последующем испарении металла под воздействием лазерного луча. Основным преимуществом лазерной резки является лёгкость распространения лазерного луча, при помощи которого можно производить обработку в любом пространственном расположении заготовки.

По сравнению с традиционной механической штамповкой и высечкой лазерная резка имеет неоспоримые преимущества:

- лазерная резка производится бесконтактным методом без приложения усилий;
- благодаря минимальному нагреву не происходит деформация металла;
- не требуется дальнейшей обработки детали.

Лазерная резка имеет большую точность по сравнению с плазменной резкой металла и позволяет добиваться высокого качества обработки при работе с тонкими металлами. Недостаток этой технологии заключается в низком КПД лазерной установки и невозможность обрабатывать металл толщиной свыше 20 мм, а также алюминиевые сплавы с высокими отражающими свойствами.

Гидроабразивная резка – относительно новая, перспективная технология резки металла. Вместо реза используется подаваемая под высоким давлением высокоскоростная струя воды, смешанная с абразивным материалом. Эта технология отличается экологичностью и имеет следующие преимущества:

- при резке используется холодная вода, благодаря чему исключается деформация изделия из-за нагревания;
- возможна обработка большого перечня материалов, имеющих разную толщину;
- минимальные потери материала в процессе резки;
- место реза не требует дополнительной обработки;
- использование воды и абразива не требует создания условий по охране окружающей среды.

При помощи гидроабразивной резки можно обрабатывать сталь, медь, алюминий и другие цветные и чёрные металлы, керамику, мрамор, обычное и термостойкое стекло, графит, пластик и композиционные материалы.

В настоящее время эта технология является наиболее гибкой и энергосберегающей среди методов обработки металлических и неметаллических материалов для последующего их использования в строительной сфере. Основным ограничением использования технологии гидроабразивной резки можно назвать необходимость поддержания постоянной струи воды и обеспечение определённой температуры в помещении, где производятся работы.

Продолжают совершенствоваться технологии обработки металла методом давления, которые эффективнее традиционной резки металла на металлорежущих станках. Процесс обработки металлов давлением (ОМД) позволяет уменьшить количество расходов и добиться энергоемкости процесса за счёт совмещения операций нагрева металла и термической обработки производимых изделий.

Существует множество методов применения ОМД для изготовления самых различных материалов.

Точная штамповка используется при изготовлении изделий из алюминия, титана и других лёгких металлов. Высокое качество достигается за счёт точности штампов, грамотного контроля температуры и давления во время выполнения штамповки. При этом коэффициент полезного использования металла при благоприятных условиях может достигать 98%. Недостатком этой технологии являются высокие требования к точности изготовления штампов, наличие современного оборудования и поддержание стабильной температуры в процессе штамповки.

Гидроформовка широко применяется при изготовлении гидроарматуры, фитингов и пустотелых изделий с изогнутой формой. Популярность технологии гидроформовки объясняется тем, что в рамках одного процесса можно совместить такие операции, как сгибание, пробивка, осадка, калибровка полостей. Недостатком гидроформовки является наличие сложной конструкции и массивных штампов, что затрудняет применение этой технологии на обычных гидропрессах, которые приходится заменять на современное дорогостоящее оборудование.

Ротационная штамповка применяется для обработки только части изделия. Процесс подразумевает непрерывный режим работы и небольшую площадь контакта с изделием. Для штамповки используются два штампа, расположенные под углом друг к другу, при этом от величины угла зависит площадь контакта и величина прилагаемого усилия. В результате усилия, прилагаемые для деформации, на порядок меньше по сравнению с традиционной штамповкой, что позволяет повысить эффективность процесса и производить точную обработку сложных деталей.

Изотермическая штамповка – это процесс деформации металлических изделий, при котором температура в штампах равна температуре обрабатываемой детали. Эта технология применяется для обработки изделий из материалов, обладающих сверхпластичностью: титана, сплавов на основе цинка, алюминия и никеля. При проведении этого метода обработки практически не используется охлаждение, что позволяет упростить структуру штампа, осуществлять штамповку с малой скоростью деформации и использовать нескоростное оборудование с небольшой мощностью.

Радиальная ковка применяется для обработки осесимметричных деталей, кованных труб, различного типа валов. Для реализации этой технологии используются машины радиальнойковки, на которых можно осуществлять деформацию металлических изделий в холодном или горячем состоянии. Применение данной технологии позволяет сэкономить до 50% металла по сравнению с традиционной технологией сверления, а также уменьшить трудоёмкость процесса и повысить механические свойства изделия.

В настоящее время для штамповки фланцев и дисков применяется инновационная технология штамповки с обкатыванием, в которой объединены технологические процессы штамповки и прокатки. Эта технология позволяет значительно уменьшить силу деформирования и соответственно, применять недорогое оборудование меньшей мощности. При использовании процесса штамповки обкатыванием появляется возможность локального воздействия на изделие при холодном и горячем деформировании металла.

Штамповка взрывом позволяет изготавливать листовые детали и трубы, сваривать металлы, обрабатывать металлокерамику, а также получать неразъёмные соединения. Технология заключается в размещении заряда на поверхности изделия либо на некотором расстоянии от него, в этом случае взрывная волна передаётся при помощи жидкости или газа.

Штамповка взрывом обеспечивает получение высококачественных деталей с повышенной пластичностью и прочностью. Существенными недостатками этого метода можно назвать опасность работы со взрывчатыми веществами, сложность при управлении процессом обработки и неэффективность при массовом производстве. В следствии этих причин штамповку взрывом используют в основном для производства опытных образцов или при невозможности применения традиционной штамповки [4].

Электровысадка – процесс обработки металлических изделий, совмещающий электрический нагрев поверхности и деформацию. При помощи этой технологии удаётся обрабатывать сплавы на основе никеля и титана, а также жаропрочные и легированные сплавы, которые относятся к высокопрочным материалам. Электровысадка не требует применения сложного оборудования и может производиться в полностью автоматизированном режиме.

Одним из эффективных методов обработки металла является изостатическое прессование, при котором изделия изготавливаются из металлических порошков посредством сжатого газа или жидкости в аппаратах высокого давления. Технология позволяет значительно повысить производительность труда, снизить на 10% производственные потери и производить воздействие на неограниченной площади. Методом изостатического прессования получают высокоплотные детали больших размеров, которые не нужно подвергать дополнительной механической обработке.

Тиксоштамповка – технология обработки, основанная на снижении сопротивления металлов до переходного состояния между жидким и твердым состоянием, что позволяет заполнять сложные формы в процессе штамповки. Используется для высокоточного изготовления деталей из сталей и лёгких сплавов, а также из композиционных материалов на металлической основе. Преимуществами этой технологии являются высокая точность деталей, пониженный расход материалов и отсутствие необходимости в последующей механической обработке.

Ещё одним направлением в обработке материалов являются литейные технологии, которые подразделяются на методы литья в песчано-глинистые формы и специальные методы литья. Литье в песчано-глинистые формы на протяжении длительного времени остаётся самым популярным методом, который используется для производства 75% изделий, произведённых на литейных предприятиях. При литье по данной технологии используются одноразовые формы из кварцевого песка, глины и специальных добавок, выполняющих связующую функцию. Специальные методы литья в основном применяются для изготовления лёгких отливок, преимущественно из цветных сплавов. Ниже мы рассмотрим наиболее популярные специальные методы литья.

Технология вакуумно-пленочной формовки основана на использовании в качестве формовочного материала чистого песка без примесей. При этом формы отливок формируются при помощи вакуума и плёнок, накладываемых на изделия. После выбивки отливок из формы песок охлаждается и используется повторно. Преимуществами этой технологии по сравнению с традиционным литьём являются высокая точность изготовления, сокращение расходов формовочных песков, снижение стоимости на 15-20%, автоматизация процесса литья.

Литьё в кокиль подразумевает отливание изделий в специальной литейной форме, получившей название кокиль (от фр. *coquille* – раковина, скорлупа). Эта технология исполь-

зуется преимущественно для производства изделий из стали, чугуна, медных и алюминиевых сплавов. Получаемые детали отличаются повышенной герметичностью и износостойкостью, при этом возможно изготовление как простых деталей, так и сложных изделий, применяемых в различных машинах и агрегатах. К преимуществам технологии литья в кокиль относится снижение расходов формовочных материалов, низкий процент брака, высокое качество изделий за счёт плотности отливок, автоматизация процесса, высокая производительность и достаточная низкая себестоимость отливок.

В литейном производстве одной из основных технологий является литьё под давлением, при помощи которой можно изготавливать изделия различной формы и размера. Технология основана на подаче расплавленного металла в специальную форму под избыточным давлением. Этим методом изготавливают детали из стали, чугуна, сплавов алюминия, меди и магния, также технология нашла массовое применение для изготовления изделий из пластмасс. Преимущества метода литья под давлением: получение изделий, требующих минимальной механической обработки, низкая шероховатость необработанных поверхностей, высокая производительность и невысокая трудоёмкость процесса.

Центробежное литьё применяется для изготовления из стали, алюминия, чугуна и бронзы деталей, имеющих форму тел вращения. Суть метода заключается в помещении расплавленного металла в форму, вращающуюся со скоростью около 3000 об/мин. Отливка формируется из металла, распределяющегося по форме под воздействием центробежной силы. Особенностью технологии является возможность создавать детали с внутренними полостями без применения стержней и экономия сплава по причине отсутствия системы каналов и полостей внутри формы. Также к преимуществам относится высокая плотность отливок и их повышенные механические свойства. Недостатками можно назвать необходимость применения специализированного оборудования, особые требования к литейным формам и недостаточная точность размеров у готовых деталей [3].

Литьё по выплавляемым моделям является достаточно дорогой технологией, которая используется для изготовления художественных изделий или в том случае, когда недопустима последующая механическая обработка. На первой стадии из воска или парафина создаётся модель изделия, которая последовательно покрывается слоями тугоплавкой суспензии, при этом каждый слой высушивается в течение получаса. Из получившейся формы создают легкоплавкую модель, в которую наливают расплавленный металл. После полной кристаллизации деталь достают, разбив керамическую оболочку.

Альтернативой механической обработки является технология получения металлических порошков или их композиций с неметаллическими порошками и последующее изготовление из них разнообразных изделий. Эта технология подходит для массового производства и позволяет получать высокоточные изделия, в том числе с такими характеристиками, которых невозможно добиться при использовании других методов.

Технология порошковой металлургии состоит из четырёх этапов: измельчение, смешивание порошков, формование и спекание. При производстве порошков используют различные способы:

- механическое измельчение производится при помощи молотковых конусных и валковых дробилок, для окончательного размолва используют шаровые, вихревые, вибрационные и планетарные мельницы;

- распыление и грануляция жидких металлов, которое производится при температуре до 1600 °С;
- измельчение взрывом;
- центробежно-гидравлическое распыление, которое производится в воздухе, вакууме или инертной газовой среде.

На стадии смешивания из металлических и неметаллических порошков различного химического состава приготавливают однородную смесь. Существуют производители порошков, которые поставляют промышленным предприятиям готовые смеси.

Основной стадией является формирование изделий методом холодного прессования под большим давлением. Готовый порошок засыпают в заранее произведённую по макету будущего изделия стальную пресс-форму. При прессовании под высоким давлением частицы порошка сцепляются друг с другом и образуют плотную структуру, заполняющую пресс-форму.

Спекание изделий проводится в вакууме или в атмосфере нейтральных газов, что препятствует процессу окисления металла. При спекании изделий из однородных металлических порошков в камере поддерживают температуру ниже температуры плавления металла. При использовании комбинированных порошков при помощи регулирования температуры получают монолитное или пористое спечённое изделие.

Преимуществами порошковой металлургии является высокая прочность изделий, повышенная термостойкость и устойчивость к деформациям при перепадах температуры. К недостаткам этой технологии можно отнести такие факторы, как высокая стоимость порошков, невозможность изготовления деталей большого размера, достаточно сложный процесс, включающий в себя стадию спекания в защитной атмосфере.

Несмотря на указанные недостатки, порошковая металлургия активно используется в различных сферах, в том числе для производства изделий, применяемых в строительстве. Отсутствие дополнительной механической обработки и высокая прочность изготавливаемых изделий делает порошковую технологию одним из самых перспективных направлений в производстве изделий из металлических и неметаллических материалов. В последние десятилетия при помощи порошковой технологии налажен выпуск изделий из металлокерамики – искусственного материала, получаемого соединением металлов или сплавов с керамикой.

Технологии производства неразъёмных соединений подразделяются на четыре процесса: клёпка, сварка, пайка и склеивание. Самым популярным методом получения неразъёмных соединений является клёпка, которая обеспечивает абсолютную надёжность и гарантирует прочность детали при максимально допустимых нагрузках. Это трудоёмкий процесс, развитие которого в настоящее время происходит по двум направлениям: разработка оборудования, обеспечивающего клёпку в полностью автоматическом режиме и применение материалов, имеющих небольшое сопротивление деформации и способных изменять свои свойства на этапе использования готового изделия.

В настоящее время самым перспективным методом получения неразъёмных соединений является технология сварки, которая имеет множество разновидностей.

Электродуговая сварка в среде защитных газов – достаточно простая технология, не требующая применения сложного и дорогостоящего оборудования и обеспечивающая высокую производительность. Благодаря полной автоматизации процесса электродуговая

сварка активно используется в поточных производственных линиях. Также к преимуществам этой технологии можно отнести высокое качество соединения, возможность сварки металлов толщиной до 20 мм, возможность соединения титановых и алюминиевых сплавов, осуществление визуального контроля за процессом образования сварочного шва. У технологии электродуговой сварки имеется только один существенный недостаток: в зоне проведения работ необходимо установить защиту от световой и тепловой радиации дуги.

Лазерная сварка – передовая технология получения неразъемных соединений, обеспечивающая за счёт высокой концентрации энергии малое пятно нагрева и небольшой объём расплавленного металла. При применении этой технологии наблюдается минимальная деформация поверхности, высокая герметичность сварного шва и сохранение механических свойств обрабатываемого изделия [1].

К другим преимуществам лазерной сварки относится возможность проводить работы в труднодоступных местах, высокая производительность и удобная настройка процесса с быстрым перемещением луча лазера по любой траектории.

Распространению технологии лазерной сварки препятствует малая доступность технологических лазеров, которые выпускаются ограниченными партиями и имеют высокую стоимость. Лазерная сварка применяется в массовом производстве при необходимости сохранять параметры изделия после процесса сварки. Также эта технология незаменима при соединении разнородных материалов.

Сварка электронным лучом – технология, основанная на облучении поверхности детали высокоскоростным потоком электронов. Процесс проводится в вакуумной камере с целью не допустить потери кинетической энергии при столкновении электронов с молекулами воздуха. Можно отметить следующие достоинства этой технологии:

- возможность сваривать металлы толщиной от микрометра до 200 мм;
- сварка вольфрама, тантала и других тугоплавких металлов;
- качественна сварка химически активных металлов и сплавов;
- незначительные термические изменения изделия во время сварки.

Недостатком электронно-лучевой сварки является необходимость приобретения дорогостоящего оборудования и длительность процесса, при котором необходимо обеспечивать вакуум для сварки каждого изделия.

Контактная сварка является универсальным и эффективным способом получения неразъемных соединений деталей, созданных из тонколистовых металлов. Технология основана на нагревании металла при помощи электрического тока и последующей деформации места сварки под механическим воздействием. Преимущества контактной сварки состоят в высокой производительности этого метода, применении автоматизации, низком расходе сопутствующих материалов, высоком качестве соединения. Необходимо отметить, что это один из наиболее экологичных методов сварки металлических изделий.

На сегодняшний день контактная сварка активно используется на сборочных линиях в виде роботизированных модулей. Увеличение производительности достигается созданием многоточечной сварки, когда за один цикл сваривается несколько точек. К недостаткам контактной сварки можно отнести ограниченность в применении этого метода, который не подходит для сварки цветных металлов и сплавов.

Сварка трением – технологический метод, в котором используется эффект превращения механической энергии в тепловую в процессе трения. Нагретые части деталей расплавляются, после чего их движение прекращается и производится механическое сжатие, приводящее к образованию надёжного соединения [2]. Сварка трением имеет целый ряд преимуществ:

- высокая скорость процесса: время сварки составляет от 1,5 до 50 сек.;
- возможность соединения разнородных металлов;
- полностью автоматизированный процесс;
- низкое потребление электроэнергии;
- возможность соединения пластмассовых деталей;
- высокое качество и стабильность результата.

Основным недостатком технологии является сложность при соединении криволинейных поверхностей.

Ультразвуковая сварка основана на одновременном действии ультразвуковых колебаний и давления сжатия, оказываемые на соединяемые детали. Под воздействием колебаний ультразвуковой частоты разрушается оксидный слой металла, при этом давление сварочного волновода-инструмента расплавляет поверхность в месте соединения без дополнительного нагревания. Технология ультразвуковой сварки находится в стадии совершенствования, но уже сейчас таким методом получают неразъемные соединения изделий, применяемых в различных сферах [6].

Плазменная и микроплазменная сварка – технология соединения деталей, основанная на нагреве материала при помощи плазменной струи, получаемой в плазмотроне при ионизации газа в промежутке между электродами. Этот метод сварки можно применять для соединения металлов, керамики, стекла и других материалов. В отличие от обычной дуги, плазменная дуга обеспечивает более глубокое проплавление металла, позволяет сплавлять металл большей толщины, проводить сварку в труднодоступных местах. Эта технология позволяет резко увеличить производительность при обеспечении высокого качества соединений и полного отсутствия брака. Распространению технологии плазменной варки препятствует высокая стоимость оборудования и недостаточное число специалистов, знакомых с этим методом сварки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов О.В. и др. Ультразвуковая обработка материалов. М.: Машиностроение, 1984. 280 с.
2. Алов А.А. Основы теории процессов сварки и пайки. М.: Машиностроение, 1984. 272 с.
3. Береснев А.И. Основы строительного производства: учебник. М.: Академия, 2019. 285 с.
4. Власов А.Ф. Безопасность при работе на металлорежущих станках. М.: Машиностроение, 1987. 121 с.
5. Корягин С.И. Несущая способность композиционных материалов. Калининград: Янтарный сказ, 1996. 301 с.
6. Корягин С.И., Пименов И.В., Худяков В.К. Способы обработки материалов: Учебное пособие / Калинингр. ун-т – Калининград, 2000. 448 с.

REFERENCES

1. Abramov O.V. and oth. Ultrasonic processing of materials. M.: Mechanical engineering, 1984, 280 p.
2. Alov A.A. Fundamentals of the theory of welding and soldering processes. M.: Mechanical engineering, 1984. 272 p.
3. Beresnev A.I. Fundamentals of construction production. M.: The Academy, 2019. 285 p.
4. Vlasov A.F. Safety when working on metal-cutting machines. M.: Mechanical engineering, 1987. 121 p.
5. Korjagin S.I. The bearing capacity of composite materials. Kaliningrad: Amber Tale, 1996. 301 p.
6. Korjagin S.I., Pimenov I.V., Hudjakov V.K. Methods of processing materials: Study guide / Kaliningrad University, Kaliningrad, 2000. 448 p.

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

№ 1 (12) 2023

Корректурa, верстка: Ганиева М.М.

Дата размещения сетевого издания в сети Интернет на официальном сайте: 07.04.2023 г.