
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Дьяконов В.В. — доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой месторождений полезных ископаемых и их разведки РУДН — *главный редактор*

Пономарев Н.К. — кандидат технических наук, доцент, декан инженерного факультета РУДН — *заместитель главного редактора*

Абрамов В.Ю. — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры месторождений полезных ископаемых и их разведки РУДН — *ответственный секретарь*

Члены редколлегии

Алиев С.Б. — доктор технических наук, заместитель директора Департамента развития предпринимательской деятельности Евразийской экономической комиссии

Воробьев А.Е. — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой нефтепромысловой геологии, горного и нефтегазового дела РУДН

Галишникова В.В. — кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой строительных конструкций и сооружений инженерного факультета РУДН

Гусаков С.В. — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой тепло-техники и тепловых двигателей инженерного факультета РУДН

Дивеев А.И. — доктор технических наук, профессор, заведующий сектором проблем кибернетики Вычислительного центра им. А.А. Дородницына РАН

Кривошапко С.Н. — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прочности материалов и конструкций инженерного факультета РУДН

Пилов П.И. — доктор технических наук, профессор, первый проректор Национального горного университета (Днепропетровск, Украина)

Рогов В.А. — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий машиностроения, металлорежущих станков и инструментов инженерного факультета РУДН

Свинцов А.П. — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой проектирования и строительства промышленных и гражданских сооружений РУДН

Сученко В.Н. — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой геодезии и маркшейдерского дела РУДН

Хайнц Шанделмейер де Оливейра — доктор философии (Ph.D, геология), научный сотрудник с долгосрочными проектами департамента геологоразведки Института прикладных исследований Технического университета Берлина (Германия)

Шкарупа И.Л. — кандидат технических наук, Ученый секретарь ФГУП ОНПП «Технология» (Обнинск)

Петер Ян Паль — доктор наук, профессор Берлинского Технического Университета (Германия) факультета планирования обустройства окружающей среды

EDITORIAL BOARD
BULLETIN OF PEOPLES' FRIENDSHIP
UNIVERSITY OF RUSSIA.
SERIES: ENGINEERING RESEARCHES

Diakonov V.V. — doctor of geological-mineralogical sciences, professor, head of the department of mineral deposits and their exploration of them. Kreiter of PFU. Chief editor of series

Ponomarev N.K. — candidate of technical sciences, docent, dean of engineering faculty of PFU. Deputy editor of series

Abramov V.Yu. — candidate of geological-mineralogical sciences, docent of department of mineral deposits and their exploration of them. Kreiter of PFU. Executive secretary of series

Members of editorial board

Aliev S.B. — doctor of technical sciences, the deputy director of the department of business development, Eurasian economic commission

Vorobiev A.E. — doctor of technical sciences, head of the department of oilfield geology, mining and petroleum engineering of PFU

Galishnikova V.V. — doctor of technical sciences, head of the department of building structures and facilities of PFU

Gusakov S.V. — doctor of technical sciences, head of the department of themotechnics and heat engines of PFU

Diveev A.I. — doctor of technical sciences, head of the sector of problems of cybernetics of computer center name Dorodnitsyn RSA

Krivoshapko S.N. — doctor of technical sciences, head of the department of strength of materials and structures of PFU

Pilov P.I. — doctor of technical sciences, professor, first vice-rector national mining university (Dnepropetrovsk, Ukraine)

Rogov V.A. — doctor of technical sciences, head of the department of engineering technology, metal-cutting machines and tools of PFU

Svintsov A.P. — doctor of technical sciences, head of the department of design and construction of industrial and civil constructions of PFU

Suthenko V.N. — doctor of technical sciences, head of the department of geodesy and mine surveying of PFU

Heinz Schandelmeier de Oliveira — Ph.D., geology, researcher with long-term projects of department of geological prospecting. Institute of applied research. Technical university of Berlin (Germany)

Shkarupa I.L. — candidate of technical sciences. Scientific secretary of FSU "NFS "Technology""

Peter Jan Pal — doctor of sciences, professor of technical university of Berlin (Germany). Faculty of environmental planning

ВЕСТНИК Российского университета дружбы народов

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1993 г.

Серия

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2016, № 3

Серия издается с 2000 г.

Российский университет дружбы народов

СОДЕРЖАНИЕ

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОГРАММЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Пупков К.А., Басел Шахин, Коротаева С.В.** Выбор оптимальной модели электронного голосования как инновационной формы избирательных технологий с учетом информационных и телекоммуникационных возможностей Сирийской Арабской Республики 7
- Шаталов И.К., Антипов Ю.А., Рамазанов Э.Р., Тузиков А.Д.** Влияние частично открытого входа в осевой компрессор на помпаж и мощность 16

ИННОВАЦИОННОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

- Кутлиахметов А.Н., Дьяконов В.В.** Техногенно-минеральные образования Башкирского Зауралья и их экологическая роль 19
- Сейфуль-Мулюков Р.Б.** Изученность геологии и нефтеносности недр востока Русской платформы — основа разработки новой стратегии и технологий поиска и разведки нефти 25
- Денисов С.Б., Усова В.М.** Тектонические палеореконструкции колганской толщи на основе временных сейсмических разрезов в пределах Донецко-Сыртовского месторождения 35
- Марков В.Е., Карелина Е.В., Эмси Гаррелл Денбре Шемрой.** Структурная позиция хромитового оруденения на месторождении Центральное (Полярный Урал) 41

Костылева В.В., Чамов Н.П., Ляпунов С.М., Соколов С.Ю., Котельников А.Е. Состав и происхождение послеледниковых донных осадков центральной и северо-восточной части Баренцева моря (российский сектор).....	52
Mansurov R.Kh. Gold-bearing mineralized zones of the Yuzhnoe ore occurrence and its comparison with lode gold deposits of Yenisei ridge	63
Филатова Л.К., Коррейя Гомеш Жалика. Геоморфологический фактор, определяющий особенности строения состава латеритных кор выветривания Фута Джалон-Мандинго	73
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ	
Вирченко Г.А., Шамбина С.Л. Компьютерное вариантное моделирование поверхностей бионических архитектурных форм.....	79
Dorudja D., Dzurishich S. Reinterpretation of the traditional russian oven in context of solar chimney	84
Монахов И.А., Басов Ю.К., Абу Махади М.И. Большие прогибы идеально пластической защемленной и шарнирно-неподвижной балки под действием сочетания нагрузок	89
Лебедь Е.В., Митев Ж.М. Исследование ресурса несущей способности большепролетного покрытия стадиона из металлических ортогональных ферм.....	95
Свинцов А.П., Небогатова А.В., Шумилин Е.Е. Технология возведения зданий в несъемной пенополистирольной опалубке и ее надежность по параметрам качества.....	106
НАШИ АВТОРЫ	116

BULLETIN

of Russian

Peoples' Friendship

University

SCIENTIFIC JOURNAL

Founded in 1993

Series

ENGINEERING RESEARCHES

2016, № 3

Series founded in 2000

Peoples' Friendship University of Russia

CONTENTS

INNOVATION RESEARCH PROGRAMS IN ENGINEERING

- Pupkov K.A., Basel Shahin, Korotaeva S.V.** Choosing an optimal model of e-voting as an innovative form of election technologies, taking into account the information and telecommunication capabilities of the Syrian Arab Republic..... 7
- Antipov Ju.A., Shatalov I.K., Ramazanov E.R., Tuzikov A.D.** Effect of partly air blocage in axial compressor on surge and output 16

INNOVATIVE USE OF MINERAL RESOURCES

- Kutliakhmetov A.A., Diakonov V.V.** Technogenic mineral formations bashkir trans-urals and their ecological role 19
- Seyful-Mulyukov R.B.** The grade of geological and petroleum and gas potential investigation of Russian platform (russian part) is the base for the new strategy and technology elaboration for hydrocarbon accumulations exploration..... 25
- Denisov S.B., Usova V.M.** Tectonic paleoreconstruction of kolgan thickness on the basis of time seismic cross section within the Donetsko-Syrtovsky field..... 35
- Markov V.E., Karelina E.V., McGarrell Denbre Shemroy.** Structural position of chromite mineralization at the deposit Central (Polar Urals)..... 41
- Kostyleva V.V., Chamov N.P., Lyapunov S.M., Sokolov S.Yu., Kotelnikov A.E.** Composition and origin of postglacial bottom sediments from central and northeastern parts of the Barents sea (russian sector) 52

Мансуров Р.Х. Золотоносные минерализованные зоны рудопроявления Южное и его сопоставление с крупнообъемными золоторудными месторождениями Енисейского кряжа.....	63
Filatova L.K., Correia Gomes Jalica. Geomorphological factor determining structural features of the composition of lateritic bauxite weathering crust Fouta Djallon-Mandingo.....	73
CURRENT ISSUES IN THE CONSTRUCTION PROCESS	
Virchenko G.A., Shambina S.L. Computer variant surface modeling of bionic architectural forms.....	79
Допуджа Д., Джуришич С. Реинтерпретация традиционной русской печи в контексте солнечного дымохода	84
Monakhov I.A., Basov Yu.K., Abu Mahadi M.I. Big deflections ideally plastic restrained and fixed by hinge beam under the influence of load combinations	89
Lebed E.V., Mitev J.M. A study of the resource of bearing capacity of the large-span roof of a stadium made of orthogonal metal trusses.....	95
Svintsov A.P., Nebogatova A.V., Shumilin E.E. Technology of building construction in the permanent foamed polystyrene formwork and its reliability on quality parameters..	106
OUR AUTHORS	116

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОГРАММЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 004.7

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ КАК ИННОВАЦИОННОЙ ФОРМЫ ИЗБИРАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С УЧЕТОМ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИРИЙСКОЙ АРАБСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

К.А. Пупков, Басел Шахин, С.В. Коротаева

*Российский университет дружбы народов,
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198*

Статья посвящена техническим проблемам реализации такой инновационной формы избирательных технологий, как электронное голосование в Сирийской Арабской Республике. В статье дается определение электронного голосования в целом и двух основных его видов — дистанционного голосования, осуществляемого из неконтролируемых сред с помощью общедоступных средств связи, таких как мобильные телефоны, персональные компьютеры, специализированные электронные устройства — терминалы, установленные в местах широкого доступа, и стационарного электронного голосования, проводимого в контролируемых средах (на избирательных участках) с использованием специализированных технических средств. На основе анализа достоинств и недостатков каждого из указанных видов электронного голосования, а также с учетом информационных и телекоммуникационных возможностей, которыми располагает Сирийская Арабская Республика, осуществляется выбор в пользу стационарного электронного голосования как отвечающего основным требованиям, предъявляемым к электоральным процессам, реализуемым посредством использования информационных технологий, — эффективности, доступности, надежности, безопасности.

В качестве модели системы, по аналогии с которой при условии адаптации ее к существующей в Сирийской Арабской Республике материально-технической базе и необходимой оптимизации предлагается спроектировать и ввести в эксплуатацию территориально распределенную автоматизированную национальную систему для организации и проведения выборов всех уровней, в том числе путем электронного голосования, избирается Государственная автоматизированная система Российской Федерации «Выборы» (ГАС «Выборы») как в наибольшей степени отвечающая поставленной задаче и информационному и телекоммуникационному потенциалу Сирийской Арабской Республики.

Выбор ГАС РФ «Выборы» в качестве эталонной модели обусловлен также опытом успешного проведения с помощью входящих в нее комплексов средств автоматизации, в частности

комплексов для электронного голосования, стационарного электронного голосования. В статье дается краткое описание иерархической структуры ГАС РФ «Выборы» и технического устройства комплекса для электронного голосования, отмечается эффективность и надежность их использования, приспособленность для организации электронного голосования за пределами страны, что в современных геополитических условиях имеет приоритетное значение для Сирийской Арабской Республики.

Ключевые слова: электронное голосование, информационные и телекоммуникационные технологии, локальная сеть, Государственная автоматизированная система Российской Федерации «Выборы»

Процесс информатизации, охвативший мировое сообщество в конце XX — начале XXI в., на современном этапе отличается устойчивым динамизмом. Базовой технической составляющей процесса информатизации является массовая компьютеризация общества, т.е. активное использование членами общества персональных компьютеров и современных информационных технологий во всех сферах жизнедеятельности, в том числе связанных с принятием ответственных общественно-политических решений. Это обуславливает радикальные изменения во всей системе общественных отношений, наделяет граждан неизмеримо большими правами и возможностями, побуждая к активному участию в процессах государственного управления посредством новых форм политических коммуникаций, таких, например, как «электронная демократия».

Одним из приоритетных направлений развития электронной демократии является процедура электронного голосования, обеспечивающая возможность волеизъявления граждан с помощью специальных электронных технических средств. В настоящее время электронные средства для голосования активно используются в некоторых демократически развитых, потенциально бесконфликтных странах мира (Швейцарии, США, Канаде, России, Эстонии и др.), являясь эффективным инструментом укрепления доверия к избирательным процессам. В связи с этим чрезвычайно актуальным представляется вопрос о внедрении электронного голосования в Сирийской Арабской Республике.

В июне 2014 г. состоялись первые в истории Сирийской Арабской Республики президентские выборы на альтернативной основе, прошедшие в демократической и транспарентной форме. Избирательная кампания была организована по традиционной, «бумажной» модели проведения выборов, без использования передовых информационных технологий. Выборы проходили в сложных условиях продолжающегося с марта 2011 г. внутривнутриполитического конфликта, что в целом затруднило проведение процедуры всенародного голосования и обусловило ряд особенностей ее организации. Основные принципы демократических выборов — доступность и прозрачность — были не без оснований подвергнуты критике со стороны мирового сообщества. В качестве главных аргументов выдвигались невозможность проведения выборов в условиях гражданской войны, открытие избирательных участков только на подконтрольных правительству страны территориях и постоянное или временное проживание значительной части электората за пределами государства (по официальным данным на апрель 2014 г., более 2,5 млн человек) и, как следствие, отсутствие у избирателей возможности осознанно и беспрепятственно реализовать свои избирательные права.

В связи с этим на повестку дня встал вопрос о развитии и совершенствовании в стране избирательных технологий путем внедрения одной из форм электронного голосования, которое с учетом геополитических особенностей и информационно-телекоммуникационных возможностей может быть в перспективе реализовано в Сирийской Арабской Республике в ходе проведения парламентских и президентских выборов. Данная проблема является крайне актуальной ввиду необходимости обеспечения возможности реализовать свои избирательные права всем гражданам Сирии независимо от места их постоянного или временного проживания и достижения максимальной прозрачности и достоверности предстоящих избирательных процессов за счет использования передовых информационных технологий.

На начальном этапе разработки проекта реализации электронного голосования следует оценить имеющиеся в стране каналы передачи информации, протяженность и качество телекоммуникационных линий. В Сирийской Арабской Республике до начала военных действий в марте 2011 г. достаточно динамично развивался рынок телекоммуникационных услуг. В 2003 году при правительстве Сирии было образовано Министерство коммуникаций и технологий, разработавшее национальную стратегию распространения информационно-компьютерных технологий (ИКТ) на 2003—2013 гг., включавшую две программы: программу модернизации коммуникаций и программу распространения информационных технологий. Темпы начавшегося процесса информатизации Сирии были высоко оценены Экономической и социальной комиссией ООН по Западной Азии (ЭСКЗА): в отчете комиссии за 2006 г. особым образом отмечалось, что Сирия обладает более совершенной системой телекоммуникаций, чем ее ближайшие арабские соседи, основанной на цифровых технологиях и использовании волоконно-оптических систем.

В начале 2011 г., незадолго до начала военных действий, Комитетом по информационной политике при Министерстве коммуникаций и технологий был обнародован официальный документ, состоящий из отчета о состоянии ИКТ в стране и проекта дальнейшего развития и совершенствования отрасли [3]. Характеризуя сложившуюся инфраструктуру отрасли, Комитет привел следующие статистические данные: состояние стационарной телефонной связи в 2010 г. — 20 телефонных линий на 100 человек; состояние сотовой связи в 2010 г. — 57 пользователей на 100 человек (что составляло 11 696 000 человек по стране). Это свидетельствует о том, что в Сирийской Арабской Республике достаточно хорошо развита телефонная система — как стационарная, так и мобильная связь, причем число пользователей мобильной связи стандарта GSM 900 / 1800 на начало 2011 г. почти сравнялось по распространению с числом абонентов проводных линий.

Интернет-связью в 2010 г. пользовались 43% граждан, интернет-услуги им предоставлялись как по стационарным телефонным линиям (4,9 млн абонентов на первое полугодие 2010 г.), так и по каналам сотовой связи (10,2 млн абонентов на первое полугодие 2010 г.), т.е. к интернет-услугам при помощи мобильного телефона обращался примерно каждый второй житель Сирии. Крупнейший оператор сотовой связи в Сирии Syriatel Intracom Telecom (Syriatel) является и одним из двух провайдеров Интернета в Сирийской Арабской Республике. Второй ин-

тернет-провайдер Mobile Telecom, так же как и Syriatel Intracom Telecom, находится в собственности государства, что позволяет ему контролировать интернет-трафик в стране.

Вместе с тем существуют и проблемы, мешающие интенсивному развитию сектора информационных и коммуникационных технологий в Сирии, как то: медленные темпы автоматизации в государственном секторе, недостаточно активное использование информационных технологий в качестве инструмента для оказания помощи при принятии решений, преобладание в государственном секторе локальных сетей, слабая инфраструктура беспроводных коммуникаций, особенно в сельской местности. Кроме того, к проблемам, требующим приоритетного решения, были отнесены следующие, имеющие непосредственное отношение к успешной реализации предполагаемого проекта: внедрение эффективных программ, способствующих инициации проекта «Электронное государство», и создание в стране точных, надежных и высокоэффективных электронных баз данных, без которых существование электронного государства в целом, а также электронной демократии и электронного голосования в частности в принципе невозможно.

Следует учитывать, что обозначенные проблемы способны непосредственно или опосредованно повлиять на технические решения при разработке протокола электронного голосования в стране, однако приведенные статистические данные позволяют предположить, что в целом Сирийская Арабская Республика располагает потенциальными информационными и телекоммуникационными возможностями для реализации такой инновационной формы избирательных технологий, как электронное голосование.

Термин «электронное голосование» (electronic voting, e-voting) определяет различные виды подачи голосов избирателей, их подсчета, а также подведения итогов голосования с помощью специальных электронных технических средств [1]. В зависимости от того, какие технические средства используются и, соответственно, каков способ голосования, различают два вида электронного голосования — дистанционное и стационарное.

Дистанционное электронное голосование позволяет гражданам осуществлять волеизъявление вне специально оборудованного помещения для голосования (избирательного участка), в условиях так называемой неконтролируемой среды с использованием различных персональных средств связи: мобильного телефона и услуг, предоставляемых провайдером мобильной связи, при помощи персонального компьютера через информационно-телекоммуникационную сеть общего пользования Интернет, посредством социальной электронной карты через терминалы (информационные киоски), расположенные за пределами участков для голосования, например, в публичных библиотеках, высших учебных заведениях, городских местах отдыха и т.п. К неоспоримым преимуществам электронного голосования дистанционным способом перед традиционным голосованием на избирательных участках с использованием бумажных бюллетеней относятся удобство и экономия времени избирателя, возможность оперативного подсчета голосов и подведения итогов голосования в максимально сжатые сроки, снижение общих материальных затрат на проведение избирательной кампании, а также минимизация рисков от вмешательства в процессы голосования и подведения

итогов так называемого человеческого фактора. Однако возможные риски от использования дистанционной формы электронного голосования, в первую очередь риски, связанные с аутентификацией избирателя, обеспечением тайны голосования, защитой данных, в настоящее время превалируют над преимуществами, в связи с чем опыт дистанционного голосования в большинстве стран, применяющих его, остается на стадии экспериментов.

В связи с этим наиболее надежным и не менее эффективным представляется так называемое стационарное электронное голосование в контролируемой среде (на избирательном участке, оборудованном специальными техническими средствами), достаточный опыт которого накоплен в Российской Федерации, где с 1995 г. функционирует Государственная автоматизированная система «Выборы» [6]. Двадцатилетний опыт ее эксплуатации дал положительные результаты, свидетельствующие о правильности создания технической системы, ее надежности и эффективности применения современных компьютерных технологий практически во всех избирательных действиях. Были подтверждены экономичность, универсальность и гибкость системы, достоверность и непротиворечивость подготавливаемой, обрабатываемой и передаваемой в системе информации, в том числе при ее использовании для решения локальных целевых задач. В настоящее время ГАС «Выборы» представляет собой одну из самых крупных активно действующих территориально распределенных, вертикально интегрированных автоматизированных информационных систем в мире и может послужить моделью для создания и оптимизации аналогичной территориально распределенной автоматизированной телекоммуникационной системы в Сирийской Арабской Республике.

ГАС «Выборы» представляет собой федеральную иерархическую территориально распределенную автоматизированную телекоммуникационную систему стратегического назначения, изолированную от сетей общего доступа, функционирующую в рамках единого информационного пространства и применяющуюся для автоматизации информационных процессов подготовки и проведения выборов, обеспечения деятельности избирательных комиссий. Это абсолютно автономная система, огромная, но замкнутая сеть, поэтому вход в систему через Интернет полностью исключен, что обеспечивает безопасность данных, удовлетворяющую предъявляемым требованиям. Информация из ГАС «Выборы» попадает в Интернет через так называемый воздушный зазор (по терминологии Федерального центра информатизации) [4].

Архитектура системы древовидная, включает три основных уровня (рис.): нижний — уровень территориальных избирательных комиссий (ТИК), средний — уровень избирательных комиссий субъектов Российской Федерации (ИКС РФ), высший уровень — ЦИК РФ. В непосредственном подчинении у ТИК находятся участковые избирательные комиссии (УИК), технологически не встроенные в сетевую архитектуру в связи со спецификой их функционирования только во время выборов. На каждом уровне развернуты программно-аппаратные комплексы, объединенные в единую сеть с использованием государственных и частных каналов связи.

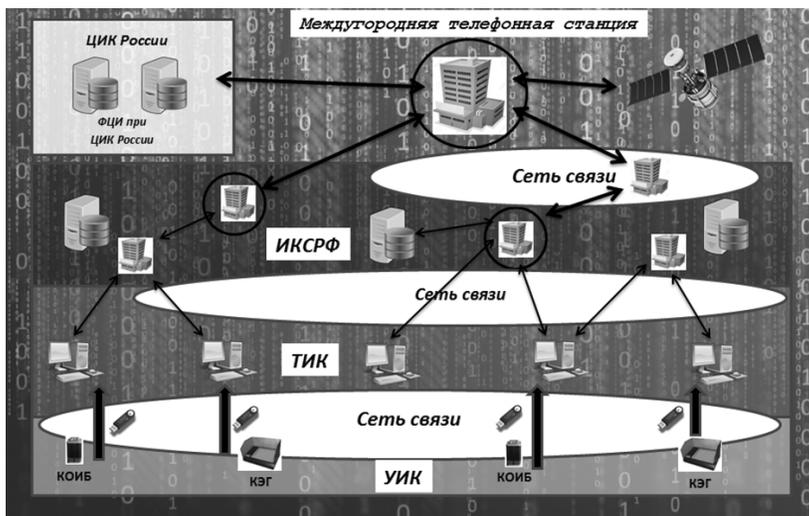


Рис. Схема функционирования ГАС «Выборы»

В состав ГАС «Выборы» входят комплексы средств автоматизации (КСА), представляющие собой совокупность взаимосвязанных программно-технических средств, предназначенных для сбора, обработки, наполнения, хранения, поиска и передачи информации. КСА всех уровней состоят из технического, программного и информационного обеспечения и объединяются в информационную сеть на базе электронной почты с использованием каналов и сетей связи и распределены по следующим структурно-организационным уровням: верхний уровень — КСА ЦИК РФ, средний уровень — КСА ИКС РФ, нижний уровень — КСА ТИК.

На уровне УИК (непосредственно на участках для голосования) наряду с традиционным голосованием с использованием бюллетеней, изготовленных на бумажном носителе, может проводиться электронное голосование, поскольку для автоматизации процессов подсчета голосов и формирования протокола участковой избирательной комиссии об итогах голосования на выборах всех уровней применяются специальные электронные технические устройства: комплексы обработки избирательных бюллетеней (КОИБ) и комплексы электронного голосования (КЭГ), КСА которых также входят в структуру ГАС «Выборы». Однако под стационарным электронным голосованием следует понимать только голосование с помощью КЭГ, поскольку КОИБ, как и следует из названия, лишь обрабатывает бумажные бюллетени путем технологии оптического сканирования.

КЭГ представляет собой комплекс соединенных между собой электронных устройств. К основному оборудованию относится сетевой контроллер — устройство для сбора информации со всех подключенных к нему устройств для голосования, входящих в сервисный блок КЭГ, устройства для сенсорного голосования (УСГ), устройства печати контрольной ленты, устройства считывания информации с карточек электронного голосования, малогабаритное печатающее устройство (принтер) [2]. Основная функция сетевого контроллера — управление локальной сетью и ведение базы данных, однако следует учитывать, что сетевой контроллер не является компьютером в общепринятом смысле слова: он не умеет «понимать» команды, у него нет операционной системы, он защищен как от

каких-либо вбросов с любого другого носителя информации, так и от хакерских атак извне.

В ГАС «Выборы» стационарное электронное голосование с помощью КЭГ осуществляется с 2006 г., однако массовое их использование на избирательных участках изначально не предполагалось. Согласно федеральному законодательству данное техническое оборудование можно было устанавливать не более чем на 1% от общего числа избирательных участков, но в 2012 г. это ограничение было снято, поскольку КЭГ хорошо зарекомендовали себя на практике.

В Постановлении Центризбиркома РФ «О концепции развития Государственной автоматизированной системы Российской Федерации “Выборы” до 2016 года» предусматривалось как усовершенствование самих КЭГ, так и модернизация избирательных участков посредством оборудования участков избирательных комиссий автоматизированными рабочими местами (АРМ), т.е. компьютерами [5]. К ожидаемым результатам от реализации данного нововведения относятся повышение степени информированности общества о деятельности избирательных комиссий (прозрачность) и сокращение времени обработки и размещения в СМИ, включая Интернет.

Таким образом, выбор модели ГАС «Выборы» как образцовой для проектирования аналогичной территориально распределенной автоматизированной телекоммуникационной системы в Сирийской Арабской Республике обусловлен следующими факторами.

Информационно-телекоммуникационные ресурсы ГАС «Выборы» в достаточной мере обеспечивают надежность и эффективность применения современных компьютерных технологий практически во всех избирательных действиях, прозрачность, универсальность и гибкость системы, а также достоверность и непротиворечивость подготавливаемой, обрабатываемой и передаваемой информации.

Проводимое с помощью системы ГАС «Выборы» электронное голосование является стационарным и происходит в контролируемой среде.

Нет необходимости в шифровании личных данных избирателей посредством электронных ключей или электронной цифровой подписи.

КЭГ приспособлены для организации голосования соотечественников за пределами страны, что в современных геополитических реалиях имеет приоритетное значение для Сирийской Арабской Республики.

Информация о ходе выборов и результатах голосования передается без использования общедоступных каналов связи, что в достаточной степени гарантирует обеспечение тайны голосования и защиты данных, а также целостность и неискаженность передаваемой информации.

Основные задачи по усовершенствованию, сформулированные в «Концепции развития Государственной автоматизированной системы Российской Федерации “Выборы” до 2016 года», а также некоторые предлагаемые инновационные подходы могут быть реализованы уже на этапе разработки проектируемой по модели ГАС «Выборы» территориально распределенной, вертикально интегрированной автоматизированной информационной системы для проведения выборов в Сирийской Арабской Республике.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Баранова Е. Электронное голосование // Интернет-журнал по широкополосным сетям и мультимедийным технологиям. URL: <http://www.telemultimedia.ru/art.php?id=37>
- [2] Комплексы для электронного голосования. URL: <http://www.uik44.ru/materials/1/tema-7/tema-7-1/102>
- [3] Отчет о состоянии информационных и коммуникационных технологий в стране и проект дальнейшего развития и совершенствования отрасли Комитета по информационной политике при Министерстве коммуникаций и технологий Сирийской Арабской Республики. URL: http://www.wikileaks.org/syria-files/attach/329/329623_13-3-2011.doc
- [4] Попов М. Перед началом революции (интервью журналу “Intelligent Enterprise” от 07.10.2010). URL: <http://www.iemag.ru>
- [5] Постановление Центризбиркома РФ от 26.12.2012 № 155/1160-6 «О концепции развития Государственной автоматизированной системы Российской Федерации “Выборы” до 2016 года». URL: <http://www.docs.cntd.ru/document/902393150>
- [6] Федеральный закон от 10.01.2003 № 20-ФЗ «О Государственной автоматизированной системе Российской Федерации “Выборы”». URL: <http://www.m.rg.ru/2008/08/26/sistemavyborov-dok.html>

CHOOSING AN OPTIMAL MODEL OF E-VOTING AS AN INNOVATIVE FORM OF ELECTION TECHNOLOGIES, TAKING INTO ACCOUNT THE INFORMATION AND TELECOMMUNICATION CAPABILITIES OF THE SYRIAN ARAB REPUBLIC

K.A. Pupkov, Basel Shahin, S.V. Korotaeva

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The article focuses on the technical issues of implementing such innovative forms of electoral technologies, such as electronic voting, in the Syrian Arab Republic. The article provides the definition of electronic voting in general, and of two of its main types: remote voting, carried out from uncontrolled environments with the help of public means of communication, such as mobile phones, personal computers, specialized electronic devices — terminals installed in places widely available, and stationary electronic ballot held in a controlled environment (at polling stations) using specialized hardware. Based on the analysis of advantages and disadvantages of each of these types of e-voting, as well as taking into account the information and telecommunication capabilities at the disposal of the Syrian Arab Republic made a choice in favor of a stationary electronic voting as meeting the basic requirements of the electoral process, implemented through the use of information technology — the efficiency, availability, reliability, security.

As a model system, similar to that provided to adapt it to the existing system in the Syrian Arab Republic, the material and technical base and the necessary optimization, presents possibility to design and implement geographically distributed automated national system for the organization and conduct of elections at all levels, including through electronic voting, elected by the State Automated System (SAS) of the Russian Federation “Elections” as best suited to the task, information and telecommunication capacities of the Syrian Arab Republic.

Selecting the SAS of the Russian Federation “Elections” as a reference model is also due to the experience of the successful conduct with the help of its member systems of automation, in the particular systems for electronic voting, stationary electronic voting. The article provides a brief description of how the hierarchical structure of the SAS of the Russian Federation “Elections”, as well as the complex of technical devices for the electronic voting, distinguishing the efficiency and reliability of its use, suitability for e-voting organizations outside the country, that in today’s geopolitical environment is a priority for the Syrian Arab Republic.

Key words: electronic voting, information and telecommunication technology, LAN, The State Automated System (SAS) of the Russian Federation “Elections”

REFERENCES

- [1] Baranova E. Electronic voting. Online Journal of broadband networks and multimedia technology. Mode of access: <http://www.telemultimedia.ru/art.php?id=37>
- [2] Complexes for electronic voting. Access: <http://www.uik44.ru/materials/1/tema-7/tema-7-1/102>
- [3] A report on the state of information and communication technologies in the country and the project for further development and improvement of the industry’s Committee on Information Policy of the Ministry of Communication and Technology of the Syrian Arab Republic. Access: http://www.wikileaks.org/syria-files/attach/329/329623_13-3-2011.doc
- [4] Popov M. Before the beginning of M. Popov Revolution (interview “Intelligent Enterprise” from 07.10.2010). Access: <http://www.iemag.ru>
- [5] Resolution of the Central Election Commission of the Russian Federation of 26.12.2012 № 155/1160-6 “On the Concept of development of the State Automated System of the Russian Federation “Elections” to 2016”. Access: <http://www.docs.cntd.ru/document/902393150>
- [6] Federal Law of 10.01.2003 № 20-FZ “On the State Automated System of the Russian Federation “Elections””. Access: <http://www.m.rg.ru/2008/08/26/sistemavyborov-dok.html>

ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЧНО ПЕРЕКРЫТОГО ВХОДА В ОСЕВОЙ КОМПРЕССОР НА ПОМПАЖ И МОЩНОСТЬ

И.К. Шаталов, Ю.А. Антипов, Э.Р. Рамазанов, А.Д. Тузиков

Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

Эксперименты показали, что частичное перекрытие входа в осевой компрессор с помощью специальных диафрагм позволит мгновенно исключить помпаж и уменьшить потребляемую мощность на 40%.

Ключевые слова: осевой компрессор, перекрытие входа, помпаж, крутящий момент, мощность

В последнее время возрос интерес к использованию осевых компрессоров в качестве нагнетателей природного газа в тепловых насосах и холодильных машинах для сжатия рабочих тел (агентов) [1]. Преимущество осевых компрессоров перед центробежными состоит в более высоком (на 8...10%) внутреннем КПД η_K . Недостатки — большая чувствительность к загрязнению лопаток аппарата и меньший диапазон устойчивой работы по расходу воздуха в сравнении с центробежными компрессорами.

Нагнетатели природного газа, установленные на компрессорных станциях, должны иметь степень повышения давления $\pi_K = p_K/p_B$ (p_K и p_B — абсолютные давления на выходе и входе в компрессор) в пределах 1,44...1,6.

Такую величину π_K имеют дозвуковые двух- и трехступенчатые осевые компрессоры с $\eta_K = 0,86...0,9$ при коэффициенте расхода C_a/U_K (C_a — осевая скорость, U_K — окружная скорость на периферии) порядка 0,20...0,25 [2].

При включении компрессора в сеть, а также на переходных режимах иногда возникает помпаж, грозящий установке аварией. В том случае, если компрессор является элементом газотурбинного двигателя, помпаж может возникнуть на пусковых режимах. На этих же режимах, на их первом этапе (раскрутке) желательнее снизить мощность, затрачиваемую пусковым устройством.

Анализ работы ступеней, а также эксперименты, начатые нами в политехническом институте штата Вирджиния (США) [3] и продолженные в РУДН, показали, что обе цели (мгновенное прекращение помпажа и снижение затрачиваемой мощности) могут быть достигнуты путем уменьшения с помощью специальных кольцевых диафрагм площади F входа в компрессор. Как показали дальнейшие опыты, наиболее эффективна установка диафрагм у корня (втулки) лопаток непосредственно перед входным направляющим аппаратом (рис. 1).

Испытывался двухступенчатый компрессор, приводящийся во вращение электродвигателем постоянного тока мощностью 6 кВт. Воздух подавался в ресивер

объемом $1,81 \text{ м}^3$, причем дроссельное устройство, регулирующее расход воздуха G_B , размещалось на выходе из ресивера. Лопатки статора и ротора спрофилированы по закону постоянства циркуляции и имели по высоте постоянное сечение. Относительный диаметр втулки $D_{вт}/D_k = 0,675$.

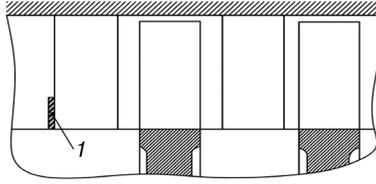


Рис. 1. Схема проточной части компрессора с кольцевой диафрагмой (1)

Крутящий момент M измерялся с помощью балансирующего весового устройства. Расход воздуха определялся стандартным мерным соплом. Частота вращения n выдерживалась постоянной и равнялась 2000 мин.^{-1} , что соответствовало $U_k = 47,9 \text{ м/с}$.

Испытания проводились с двумя диафрагмами, закрывающими 25 и 50% площади входа ($\bar{F} = 0,25$ и $0,5$).

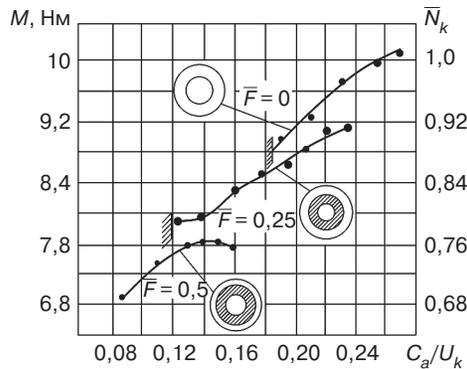


Рис. 2. Зависимость крутящего момента M и относительной мощности N от коэффициента расхода компрессора при трех величинах относительной площади перекрытия входа

На рисунке 2 приведены зависимости крутящего момента и относительной мощности $\bar{N}_k = N_k/N_{k0}$, потребляемой компрессором, от коэффициента расхода и относительной площади входа, закрываемой диафрагмами. Видно, что величины M и \bar{N}_k при установке диафрагм во всех случаях меньше, чем эти же величины при свободном входе воздуха ($\bar{F} = 0$). Компрессор при $\bar{F} = 0,25$ и $\bar{F} = 0,5$ устойчиво работал при меньших расходах воздуха, чем при $\bar{F} = 0$, и в нем не происходило помпажа при всех положениях дроссельной заслонки. При полном открытии дросселя крутящий момент и относительная мощность при $\bar{F} = 0,25$ уменьшались на 9%, а при $\bar{F} = 0,5$ — на 25% по сравнению с соответствующими величинами при $\bar{F} = 0$. Так как расход воздуха пропорционален соотношению C_a/U_k , можно утверждать, что установка диафрагм уменьшает расход воздуха соответственно на 12 и 41%. Такое непропорциональное снижение M , \bar{N}_k и расхода воздуха свидетельствует о больших потерях в компрессоре при установке диафрагм на входе.

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что установка на входе в осевой компрессор диафрагм, частично перекрывающих вход воздуха, позволяет мгновенно прекратить помпаж при малых расходах и существенно уменьшить мощность, потребляемую компрессором при пуске.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Антипов Ю.А., Барский И.А., Терехов Д.В., Шаталов И.К. Применение осевых компрессоров в холодильных машинах и тепловых насосах // Вестник международной академии холода. 2009. № 2. С. 15–17.
- [2] Холщевников К.В. Теория и расчет авиационных лопаточных машин. М.: Машиностроение, 1970. 695 с.
- [3] Shatalov I.K., O'Brien W.F. Effect of hub and tip blockage on the performance of axial flow compressor // 4th international symposium on air breathing engines. Orlando, USA, Preprint No. 79-2001, pp. 1–9.

EFFECT OF PARTLY AIR BLOCAGE IN AXIAL COMPRESSOR ON SURGE AND OUTPUT

Ju.A. Antipov, I.K. Shatalov, E.R. Ramazanov, A.D. Tuzikov

Faculty of engineering
Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

Effect of partly air blockage in axial compressor on surge and output. The tests show, that partly air blockage of compressor inlet by the mean of special diaphragms allow instantly expel the surge and diminish output on 40%.

Key words: axial compressor, diminishment of inlet, surge, torque, output

REFERENCES

- [1] Antipov Y.A., Barsky I.A., Terekhov V.D., Shatalov I.K. The use of axial compressors in refrigerators and heat pumps. Journal of the International Academy of holoda. 2009. № 2. S. 15–17.
- [2] Holschevnikov K.V. Theory and Design of Aircraft turbomachinery. M.: Mechanical Engineering, 1970. 695 p.
- [3] Shatalov I.K., O'Brien W.F. Effect of hub and tip blockage on the performance of axial flow compressor. 4th international symposium on air breathing engines. Orlando, USA, Preprint No. 79-2001, pp. 1–9.

ИННОВАЦИОННОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 622.004.8

ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ

А.Н. Кутлиахметов¹, В.В. Дьяконов²

¹ Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы
ул. Октябрьской Революции, 3А, к. 1, Уфа, Республика Башкортостан, 450000

² Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

В данной работе приведены результаты лабораторных и натурных исследований техногенно-минеральных образований горнорудных предприятий Южного Урала. Изучение техногенно-минеральных образований обусловлено необходимостью как научного обоснования их исследований и последующего использования техногенно-минерального сырья, так и возможностью расширения минерально-сырьевой базы регионов при использовании техногенно-минерального сырья в различных направлениях и решение многих проблем, связанных с напряженной экологической ситуацией в промышленных регионах, что определяет изучение их влияния на окружающую среду.

Ключевые слова: техногенно-минеральные образования, некондиционные руды, породные отвалы, техногенно-минеральные месторождения, гидроотвалы, забалансовые руды, загрязнение окружающей природной среды

Горнодобывающая промышленность сосредоточена на востоке и юго-востоке республики. Башкирское Зауралье протянулось узкой полосой вдоль восточной границы Республики Башкортостан и сливается за ее пределами с Западно-Сибирской равниной. Основными орографическими элементами Зауралья являются хребты Урал-Тау, Крыкты, Ирэндык, долины рек Урал, Миасс, Большой и Малый Кизил, Таналык и Сакмара [2].

На данной территории находятся Учалинский, Абзелиловский, Баймакский, Хайбуллинский административные районы Республики Башкортостан. Территория занимает 11,2% площади территории Республики и составляет более 15 тыс. кв. км [2].

Для этой территории характерны горные и степные ландшафты, богатый растительный и животный мир, здесь находятся археологические, геологические и природные памятники.

В настоящее время в Башкирском Зауралье работают крупные горно-обогачительные комбинаты по переработке медно-цинковых колчеданных руд: Учалинский, Сибайский, Бурибайский, «Башмедь». Кроме медно-цинковых месторождений, большое значение для экономики республики имеет золоторудная отрасль. Промышленная разработка месторождений золота в Башкирском Зауралье осуществляется около 200 лет. С начала XIX в. разрабатывались многочисленные россыпи золота по рекам Миасс, Уй, Урал и их притокам. Кроме добычи самородного золота, перерабатывались окисленные золотоносные руды методами амальгамации, циано-иловой технологией, в настоящее время — методами кучного и подземного выщелачивания. Этим способом добычу золота осуществляет Башкирская золотодобывающая компания, «Башмедь» и Екатеринбургская промышленная группа.

Деятельность указанных предприятий на протяжении многих десятилетий оказывает негативное воздействие на все компоненты окружающей природной среды. Кроме того, оставшиеся еще с 1930—1940-х гг. породные отвалы, карьеры, хвостохранилища, эфельные отвалы бегунных фабрик более 250 отработанных золотых месторождений (Куль-Юрт-Тау, Муртыкты, Миндякский, Семеновской золотоизвлекательной фабрики и других давно закрытых объектов) остаются источниками загрязнения окружающей среды. В результате длительного техногенного воздействия на природные компоненты в горнорудных районах Башкирского Зауралья сложилась весьма неблагоприятная экологическая обстановка.

Основными причинами этого являются: отсутствие природоохранных требований к деятельности горнорудных предприятий в предыдущие годы и ее недостаточности на современном этапе; ошибки, которые были допущены и допускаются сейчас при разработке месторождений; отсутствуют экономически оправданные методы очистки шахтных и подотвальных вод, переработки некондиционных руд и породных отвалов; кроме того, решение предприятиями вопросов по охране окружающей среды практически всегда стоит на последнем месте.

Экологические вопросы должны решаться параллельно с глубокими преобразованиями в экономике — внедрением современных инновационных технологий, модернизацией существующих производств. В связи с этим на уполномоченные государственные природоохранные органы возлагается большая ответственность, от них требуется профессиональный подход к решению задач по защите среды обитания, здоровья, а иногда и жизни людей. В большинстве случаев такие проблемы могут быть решены при совместных усилиях природоохранных служб, промышленных предприятий, науки и образования с активной поддержкой со стороны государственной власти.

В результате масштабной горнорудной деятельности в Башкирском Зауралье на данном этапе накопилось более 2 млрд т твердых отходов. В связи с этим принятию решения об освоении того или иного месторождения, кроме требований экономической целесообразности, должна предшествовать проработка проблем его комплексного освоения на принципиально новых технологических решениях, максимально уменьшающих неблагоприятные экологические последствия

процесса добычи и переработки минерального сырья и хранения техногенно-минеральных образований.

Появление нового научного направления, связанного с изучением техногенно-минеральных (техногенных) месторождений, обусловлено необходимостью как научного обоснования их исследований и последующего использования техногенно-минерального сырья, так и целым рядом факторов, важнейшими из которых являются возможность расширения минерально-сырьевой базы регионов при использовании техногенно-минерального сырья в различных направлениях и решение многих проблем, связанных с напряженной экологической ситуацией в промышленных регионах, что определяет изучение их влияния на окружающую среду [3].

Техногенно-минеральные образования предприятий цветной металлургии являются наиболее привлекательными для первоочередного освоения с различных позиций: их разработка может быть экономически целесообразна, ее следствием является уменьшение или ликвидация интенсивного загрязнения окружающей природной среды. Для многих техногенно-минеральных образований существуют рациональные технологические схемы переработки [3]. Традиционно техногенно-минеральные месторождения, связанные с добычей медных руд, формируются в виде отвалов пород вскрыши, вмещающих пород и некондиционных руд, а также хвостохранилищами.

В Башкортостане таким сырьем являются отвалы пород вскрыши месторождений и забалансовых руд составляющие более 2 млрд т, гидроотвалы обогатительных фабрик в количестве 140 млн т, техногенные воды в объеме 9 млн м³ в год. В этих техногенно-минеральных образованиях содержится свыше 1,5 млн т меди, 2 млн т цинка, 400 т золота, 2000 т серебра и значительное количество других ценных металлов и компонентов [1; 4].

Свод сведений о ресурсах техногенно-минеральных образований Башкирско-го Зауралья приведен в табл. 1 [4].

Таблица 1

Характеристика видов, объемов отходов и запасы ценных компонентов по состоянию на 01.01.2014

Предприятие	Тип переработанного сырья, использованные технологии	Типы и масса отходов	Ценные компоненты, оценка ресурсного потенциала
Учалинский ГОК	окисленные золотосодержащие руды, цианирование	отвал вскрыши, 17 млн т	золото, 12 т
	колчеданные руды, флотация	сульфидизованные породы в отвале вскрыши, 50 млн т	медь, 250 тыс. т; цинк 500 тыс. т; золото 20 т
		хвосты флотации, 98 млн т	золото 100 т; медь 365 тыс. т; цинк 600 тыс. т
ЗАО НПФ БЗК	окисленные золотосодержащие руды, кучное слабоцианидное выщелачивание	кеки выщелачивания, 1,5 млн т	нет данных
		минерализованные породы в отвале вскрыши, 100 тыс. т	золото, 100 кг

Предприятие	Тип переработанного сырья, использованные технологии	Типы и масса отходов	Ценные компоненты, оценка ресурсного потенциала
Миндякская обогатительная фабрика	сульфидные руды, флотация	минерализованные породы в отвале вскрыши, 5 млн т	золото, 2,5 т
		хвосты флотации, 5,5 млн т	золото, 3 т
Сибайский ГОК	колчеданные руды, флотация	минерализованные породы в отвале вскрыши, 150 млн т	медь, 600 тыс. т; золото, 60 т
		хвосты флотации, 40 млн т	медь, 120 тыс. т; золото, 40 т
Бурибайский ГОК	окисленные золотосодержащие руды, амальгамация	хвосты обогащения, нет данных	нет данных
	колчеданные руды, флотация	отвал вскрыши Бурибайского м-ния, 3,0 млн т	медь 21 тыс. т
		хвосты флотации, 9 млн т	медь 32,4 тыс. т; золото 7,2 т; серебро 60 т
Рудник Балта-Тау	окисленные золотосодержащие руды	отвал вскрыши, 2,8 млн т	золото, 2 т
Семеновская ЗИФ	окисленные золотосодержащие руды, цианирование	хвосты фабрики, 3,0 млн т	золото 3,2 т; серебро 43,2 т
Рудник Куль-Юрт-Тау	окисленные золотосодержащие руды, цианирование	кеки выщелачивания, 100 тыс. т	золото, 90 кг
	колчеданные руды	склад бедной руды, 0,5 тыс. т	сера 150 тыс. т
		отвал вскрыши, 3 млн т	пиррофиллитовые руды, 1,0 млн т
Тубинская ЗИФ	окисленные золотосодержащие руды, амальгамация, цианирование	хвосты фабрики, 1,3 млн т	золото, 0,7 т

Наибольшие концентрации драгоценных металлов сосредоточены в хвостохранилищах флотационных фабрик по обогащению золотосодержащих медно-колчеданных руд. Это обусловлено тем, что значительная часть исходного количества этих металлов в руде была сосредоточена в пирите, не находящем сбыта и сбрасываемом в гидроотвалы. В частности, на Сибайском месторождении в товарный концентрат извлекается лишь 10–20% золота, 25–30% серебра, незначительная часть селена, теллура, висмута, галлия, германия, остальное количество уходит в хвосты [5].

В качестве иллюстрации данного положения приведем характеристику вещественного состава и ресурсного потенциала хвостохранилища Учалинского ГОК, введенного в эксплуатацию в 1968 г. Хвосты обогащения руд с месторождений Учалинского, им. XIX партсъезда, Молодежного, Узельгинского складированы в хвостохранилище, состоящем из двух отсеков общим объемом более 30 млн м³ и площадью 113 га. Кроме технологической пульпы, оно принимает шахтные, подвальные, сточные воды промышленной площадки, а также служит для отстоя и создания водооборота технологической воды. Мощность уложенных хвостов 17–28 м. Химический состав и содержание полезных компонентов хвостов обогащения по данным УГОК приведены в табл. 2 [5].

Таблица 2

Химический состав хвостов обогащения Учалинской обогатительной фабрики

Компонент	Ед. изм.	Содержание	Компонент	Ед. изм.	Содержание
SiO ₂	%	18,5—20,0	Свинец	%	0,09—0,12
Al ₂ O ₃	%	4,5—6,0	Марганец	%	0,03—0,05
TiO ₂	%	0,15—0,3	Кобальт	%	0,005—0,008
CaO	%	0,9—1,3	Никель	%	0,005—0,007
MgO	%	0,3—0,5	Хром	%	0,006—0,01
K ₂ O	%	0,12—0,15	Золото	г/т	1,28—2,0
Na ₂ O	%	0,5—0,7	Серебро	г/т	15—20
BaSO ₄	%	1,25	Платина	г/т	0,05
Железо	%	25—30	Кадмий	г/т	29—40
Медь	%	0,2—0,4	Селен	г/т	40—50
Цинк	%	0,61—0,95	Теллур	г/т	52—60
Сера	%	32,25—35,0	Индий	г/т	4—6
Мышьяк	%	0,1—0,2	Стронций	г/т	30—35

Кроме того, учтены также складированные в хвостохранилище попутные редкие компоненты: кадмия — 372 т (6,54 г/т), селена — 2941 т (50,84 г/т), теллура — 3221 т (55,69 г/т), индий — 215,4 т (3,72 г/т).

Ежегодно объем таких отходов Учалинского ГОКа пополняется на 4—5 млн т, создавая острейшую экологическую и производственную проблему их безопасного хранения.

В настоящее время накопленные объемы хвостов на данном объекте оцениваются в 103 млн т, золота — более 100 т, что превращает данное хвостохранилище в крупномасштабное техногенно-минеральное месторождение золота.

До 1991 года пиритный концентрат Башкирского медно-серного комбината и Учалинского горно-обогатительного комбината шел на экспорт в Австрию, Италию и ФРГ, где он перерабатывался пиро- и гидрометаллургическими способами [5] с извлечением всего спектра металлов и производством серной кислоты. Затем в Европе под давлением экологов такое производство было свернуто.

В России из-за высокой капиталоемкости такого передела до сих пор не было попыток утилизировать пиритные концентраты, которые в последние 20 лет просто сбрасываются в хвостохранилище. Однако с учетом весьма высокой стоимости предстоящих мероприятий по наращиванию существующего объема и гидроизоляции хвостохранилищ Учалинского и Сибайского горно-обогатительных комбинатов, было бы целесообразно решать эту проблему иным путем — разработкой новых технологий переработки пирита и превращением накопленных отходов в товарные продукты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды республики Башкортостан в 2014 году. Уфа, 2014. 346 с.

- [2] *Клысов У.И.* Геоэкологическая оценка природно-антропогенных комплексов Башкирского Зауралья: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. Уфа, 2005. 25 с.
- [3] *Макаров А.Б., Талалай А.Г.* Техногенно-минеральные месторождения и их экологическая роль // *Литосфера*. 2012. № 1. С. 172—176.
- [4] *Кутлиахметов А.Н.* // Автореф. дисс. ... д-ра геолого-мин. наук. Екатеринбург, 2015. 42 с.
- [5] *Фаткуллин И.Р.* «Оценка техногенных ресурсов горнорудных предприятий Республики Башкортостан»: Отчет по теме Л.1.2./93-10 (10). Уфа, 2002. 229 с.

TECHNOGENIC MINERAL FORMATIONS BASHKIR TRANS-URALS AND THEIR ECOLOGICAL ROLE KUTLIAKHMETOV AZAT

A.N. Kutliakhmetov¹, V.V. Diakonov²

¹ Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla
October Revolution str., 3A, k. 1, Ufa, Republica Bashkortostan, 450000

² Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

This work presents the results of laboratory and field studies technogenic mineral formations mining enterprises of the Southern Urals. The study of man-caused mineral formations, due to the need as the scientific basis for their studies and future used technogenic mineral raw materials, and the possibility of expanding the mineral resource base regions using technogenic mineral raw materials in a variety of ways, and the solution of many problems associated with the tense ecological situation in industrial regions, that defines the study of their impact on the environment.

Key words: man-caused mineral formations, sub-standard ore, waste dumps, technogenic mineral deposits, sludge pond, off-balance ore, environmental pollution

REFERENCES

- [1] State report on the state of natural resources and the environment of the Republic of Bashkortostan in 2014. Department nature management and ecology. Ufa, 2014. 346 p.
- [2] Klysov U.I. Geo-ecological estimation of natural-anthropogenic complexes Bashkir Trans-Urals. Summary: diss. ... kand. geogr. sciences. Ufa, 2005. 25 s.
- [3] Makarov A.B., Talalay A.G. Technogenic mineral deposits and their ecological role. Journal "Lithosphere". 2012. № 1. Pp. 172—176.
- [4] Kutliakhmetov A.N. // Aftoref. diss. ... Doctor. geological and mines. Sciences. Ekaterinburg, 2015. 42 s.
- [5] Fatkullin I.R. "Assessment of technological resources of the mining enterprises of the Republic of Bashkortostan": Report on L.1.2./93-10 (10). Ufa, 2002. 229 p.

ИЗУЧЕННОСТЬ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕНОСНОСТИ НЕДР ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ — ОСНОВА РАЗРАБОТКИ НОВОЙ СТРАТЕГИИ И ТЕХНОЛОГИЙ ПОИСКА И РАЗВЕДКИ НЕФТИ

Р.Б. Сейфуль-Мулюков

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук
ул. Вавилова, 44, к. 2, Москва, Россия, 119333

В статье изложены данные о геологии и нефтеносности востока Русской платформы, обладающих огромным нефтяным и газовым потенциалом и характеризующихся высокой степенью изученности. На этой обширной территории открыты сотни месторождений нефти, включая гигантские Ромашкинское, Большой Арлан, Туймазинское и другие крупные скопления. Всесторонние данные о геологии и нефтеносности осадочного чехла и вскрытой части фундамента недр и разнообразие примененных поисково-разведочных технологий дают возможность осмыслить эффективность применения существующих методов и технологий поисково-разведочных работ и их теоретическую базу. Полученные данные показывают, что постулаты парадигмы органического генезиса нефти, доминирующие в науке и преподавании в университетах России и мира, не подтвердились. Объективные данные впервые в мировой практике показали непричастность господствующей парадигмы генезиса нефти к поискам и разведке. Обосновывается идея, что методология поиска и разведки месторождений нефти независима от модели генезиса. Поиск залежи заключается в снятии двух неопределенностей: статической, к которой относятся ловушка, коллектор, экран и канал миграции, и динамической, которая отражает дискретный процесс формирования углеводородных молекул нефти. Этот процесс не может быть выражен математически, его результат может быть определен приближенно на основе математической теории нечетких множеств с высокой степенью достоверности. Многочисленные данные и факторы, заложенные в свойствах, структуре, составе и распространении нефти, дают основание считать ее образование и формирование месторождений современным процессом. Накоплен большой опыт и фактический материал по изучению объектов макроуровня — пластов насыщенных углеводородным флюидом, их литологического состава, структуры, текстуры, термодинамических характеристик, сплошности или нарушенности и других свойств. Это дает возможность выделить методики снятия статической неопределенности на территориях, недра которых нефтеносны, с территориями, недра которых оказались пустыми.

Ключевые слова: нефтеносность Русской платформы, поиски нефти, происхождение нефти, геохимические критерии нефтеносности, статическая неопределенность, динамическая неопределенность, нечеткие множества

Недра востока Русской платформы, включая территории республик Татарстан и Башкортостан, содержат уникальные запасы нефти и битуминозных пород. Изученность геологии осадочного чехла и фундамента этих территорий относится к числу самых высоких среди нефтеносных и газоносных провинций мира. На этой обширной территории открыты сотни месторождений нефти, включая гигантские Ромашкинское, Большой Арлан, Туймазинское и другие крупные ско-

пления. По количеству и разнообразию геологических, геофизических, геохимических, космических, спектральных и многих других методов исследования нефтеносности и газоносности и глубинного строения недр этой территории нет равных. История формирования осадочного чехла, особенности его состава и структуры исследованы с большой детальностью. Определены части разреза осадочного чехла, в которых установлены максимальные по запасам залежи углеводородов.

Особенности состава углеводородов определены в залежах нефти, приуроченных в основном к отложениям девона и карбона, и в залежах окисленной нефти, распространенной на обширной территории западной части Татарстана и выведенной практически на поверхность.

Всесторонние данные о геологии и нефтеносности осадочного чехла и вскрытой части фундамента недр и разнообразие примененных технологий дают возможность осмыслить эффективность их применения и их теоретическую базу и оценить целесообразность применения подобных технологий в дальнейшем, в том числе для исследования нефтеносности пород кристаллического фундамента.

Опыт и результаты поисковых и разведочных работ дают возможность критически рассмотреть парадигму органического генезиса нефти с точки зрения идеологии для определения перспектив нефтеносности [3]. История изучения геологии и нефтеносности и многолетняя практика поисков месторождений и их разведки нефти на этой территории ясно показала, что представление об органическом генезисе нефти, ее миграции и возрасте, доминирующее в науке и преподавании в университетах мира, на практике не используется.

История открытия нефтяных месторождений на территориях Татарстана и Башкортостана неопровержимо доказывает это. Первые скважины, открывшие Туймазинское и Ромашкинское месторождения, ориентировались исключительно на структурный фактор, поскольку в 1950-е гг., когда они были открыты, никакие нефтематеринские толщи в палеозое на этой территории не выделялись и не изучались. Вся история поисков нефти в недрах Татарстана показывает, что нефтематеринские толщи и их катагенез не имеют отношения к поисковому и разведочному процессу.

Следовательно, впервые в мировой практике объективные данные показали непричастность господствующей парадигмы генезиса нефти к поискам и разведке. Существование глубинных очагов, своеобразных пластов или крупных погребенных полостей генераторов нефти и одновременно ее хранилищ, якобы питающих нефтяные месторождения в осадочном чехле, пока не подтверждены практически и не обоснованы теоретически. Таких глубинных очагов не может быть в принципе. Идея о полном химическом составе нефти, формируемом в одном месте, в своеобразном «природном котле», в котором она может пребывать неизменной после образования сотни миллионов лет, а затем мигрировать также неизменной к зонам аккумуляции, не получила обоснования.

Нефтеносность и геологическое строение недр этой и многих других территорий подтверждает мнение многих исследователей о существовании оптимального интервала нефтеносности, результирующего процесс генезиса нефти. Этот интервал может быть в отложениях любого возраста и литологического состава,

если присутствует основной атрибут месторождения — геологический фактор: *резервуар, коллектор, экран и канал миграции*. Мы идентифицируем нефть в геологической среде только при наличии совокупности этих элементов. Мнение о существовании интервала нефтеносности, растянувшегося от мантии до верхних горизонтов осадочного чехла земной коры, остается неподтвержденной гипотезой. В каждом регионе интервал максимальной нефтеносности и газоносности формируется в определенной части разреза. На востоке Русской платформы она приурочена к отложениям палеозоя, в Саудовской Аравии и Западной Сибири — к отложениям мезозоя, в Северном Предкавказье — к третичным отложениям, на шельфе Вьетнама — к породам кристаллического фундамента.

Школа нефтяной геологии России и Украины возродила идеи Д. Менделеева, Н. Кудрявцева и П. Кропоткина о неорганическом, глубинном генезисе нефти и начала изучать эту проблему, включая бурение сверх глубоких скважин. По данным регионального, глубинного сейсмического зондирования [16] и представлениям о возможной нефтеносности фундамента [3; 11] было пробурено более 20 сверхглубоких скважин, многие из которых вскрыли его на глубину более 3000 м. Ранее сверхглубокое бурение было осуществлено на Туймазинском месторождении в Башкирии. Был получен богатый материал о структуре, составе пород фундамента и углеводородных флюидах. Стало очевидным, что бурение очень дорогих скважин в фундаменте с целью поиска залежей нефти в породах докембрийского фундамента или складчатого основания палеозойских и мезозойских платформ нецелесообразно, пока не будут разработаны эффективные геофизические технологии определения в этих породах экранирующего фактора, а также зон, которые являются резервуаром и коллектором. Канал миграции, если он будет намечен по геофизическим данным и установлен бурением в фундаменте, является только одним, не решающим фактором, обуславливающим формирование промышленного скопления.

Многочисленные данные и факторы, заложенные в свойствах, структуре, составе и распространении нефти, дают основание считать ее образование и формирование месторождений современным процессом [13]. Нефть представляет собой результат дискретного процесса образования и каталитического преобразования углеводородных молекул. Он начинается в мантии, протекает в литосфере и ее верхней части — земной коре и заканчивается в залежи. Образование, миграция и аккумуляция газообразных и жидких углеводородных молекул в промышленные залежи осуществляется различно. Однако в обоих процессах параметры геологической среды, как и мигрирующего флюида, в любой момент развития скрыты от непосредственного наблюдения, регистрация их невозможна, а следовательно, нельзя получить данные для математического расчета процессов. В этом и заключается изменяющаяся или динамическая неопределенность процесса генезиса нефти и газа, результат которого не может быть вычислен однозначно математически.

Образование нефти — это последовательный процесс формирования ее полного углеводородного и химического состава, заканчивающийся в залежи, которая является местом ее рождения. После этого нефть живет, т.е. *обменивается*

веществом, энергией и информацией с окружающей геологической средой. Это ключевой показатель для ее идентификации в недрах, поиска и разведки залежей.

Промышленные технологии изучения и установления места, в котором рождается нефть, не зависят от наличия или расположения очага генерации, материнской толщи, ее возраста, от путей и способов миграции нефти и других постулатов любой модели генезиса. При поиске промышленных скоплений нефти или газа геологу и геофизику не нужно учитывать как и где они образовались, в каком виде, когда и откуда мигрировали в залежь. К основной цели поиска или разведки — установлению элементов геологического фактора и определению наличия в коллекторе резервуара нефти — эти процессы непосредственного отношения не имеют. Поиски и разведка нефти и газа — это решение двух проблем: снятие статической и динамической неопределенности.

Статическую неопределенность выражают элементы геологической среды — резервуар, коллектор, экран и канал миграции. Неопределенность их расположения снимают геофизические методы, позволяющие определять наличие этих элементов в стратифицированном осадочном чехле. Статическая неопределенность возможного скопления нефти в нестратифицированных магматических и метаморфических породах фундамента пока не может быть снята однозначно существующими геофизическими методами. Это основная проблема изучения нефтеносности фундамента и бурения сверхглубоких скважин с поисковыми целями.

Динамическая неопределенность связана с дискретным, современным процессом образования нефти и формирования ее промышленного скопления. Снятие этой неопределенности представляет основную трудность. С риском получить отрицательный результат и большими издержками ее снимает «господин долото» или скважина «дикая кошка». На самом деле заложение скважины — самого дорого элемента поисков и разведки нефти и газа — до сих пор основано на результатах снятия статической неопределенности геофизическими методами, а динамическая неопределенность доверена опыту и интуиции геолога, который руководствуется постулатами органической парадигмы. Геолог должен исходить из принципа современного процесса нефтеобразования и нахождения результата этого процесса, т.е. залежи с помощью геохимических, технологических и математических методов.

Динамический, меняющийся характер процесса генезиса нефти и ее статус сложной, современной термодинамической системы [13] определяет одно из ее свойств — обмениваться веществом, энергией и информацией с геологической средой. Миграция углеводородных молекул, присущих только нефти, которые накапливаются неизменными в элементах окружающей среды — почве, растительном и снежном покрове, грунтовой влаге и приземном слое атмосферы, давно было замечено и изучалось многими исследователями [5; 10; 18]. Были предложены методы их регистрации и использования как поисковый признак после обработки аналитическими и математическими методами. Опыт снятия динамической неопределенности в регионах Сибири газогеохимической съемкой, основан на регистрации углеводородных молекул в элементах среды или определением их непосредственной эмиссии из залежи на поверхность [15]. Разрабатывают

ся и другие методы регистрации флюида в залежи или их эмиссии на поверхность: метод геодинамических шумов [4] и инфразвуковых волн от залежи [1], радиометрические [14] и другие методы [19].

Эффективным является математический метод, которым можно снять динамическую неопределенность, с некой степенью приближения к истине, зависимой от точности исследования и фактического материала. Поскольку элементы среды аккумулируют углеводородные молекулы, содержащиеся только в нефти, в разной мере, степень отражения ими реального скопления обычно нечеткая, неясная. Наличие множества разнородных признаков реально существующего в недрах объекта, с разной степенью и четкостью отражающих одно явление — скопление нефти/газа в недрах, дает возможность рассматривать их как нечеткое множество (fuzzy set). Теория нечетких множеств [8] позволяет математически рассчитать степень принадлежности его любого элемента (в данном случае отдельной углеводородной молекулы) к этому множеству, а следовательно, доказать существование самого скопления.

Геохимические признаки не показатель процесса образования нефти, они являются индикатором его результата, т.е. наличия скопления нефти на глубине. Феномен нефтеносности определяется на глубине как залежь, т.е. объект макроуровня. Геохимические признаки показывают проявление этого феномена на микро- и наноуровнях в виде углеводородных молекул, характерных только для нефти, в веществах и явлениях на поверхности. Их регистрация точными геохимическими методами и обработка математическим аппаратом нечетких множеств и в реальном времени и есть один из элементов нового подхода к поискам и разведке.

Установление наличия залежей нефти, газа или углеводородного конденсата в нестратифицированных, сплошных, глубоко залегающих геологических средах пород фундамента и складчатых оснований также требует снятия статической и динамической неопределенности. Резервуар, коллектор и экран в этих средах иные, нежели в стратифицированных толщах [12]. Отличие литологического состава, структуры, строения и физических свойств плотных, кристаллических геологических сред от стратифицированных требует иных методов изучения размещения зон и полостей аккумуляции углеводородного флюида. Методы снятия их статической неопределенности только разрабатываются, поскольку существующими технологиями сейсморазведки эта проблема не решается и трехмерные модели недр для нестратифицированной среды пока не строятся. Исследовательская мысль использует различные методы выяснения их структуры и насыщенности флюидом. Среди них изучение влияния термодинамических условий на микроструктуру и фильтрационные свойства [7], микросейсмическое зондирование в активных пористых средах [17], исследование глубоко залегающих сред методами вибросейсморазведки, регистрацией магнитотеллурических и электромагнитных свойств геологической среды [2], люминесцентные и электрохимические [9] и другие методы.

Легкие компоненты нефти или газа из скоплений нефти в глубоких горизонтах фундамента мигрируют к поверхности и аккумулируются в элементах среды на поверхности так же, как и от традиционных залежей, приуроченных к стратифи-

цированным толщам осадочного чехла. Поэтому для их регистрации применимы методы, упомянутые выше, в том числе методы, основанные на теории нечетких множеств.

В Татарстане и в других нефтеносных регионах для поиска и разведки нефти весьма успешно до сих пор применяются традиционные геологические и геофизические методы. Накоплен большой опыт и фактический материал по изучению объектов макроуровня — пластов, насыщенных углеводородным флюидом, их литологического состава, структуры, текстуры, термодинамических характеристик, сплошности или нарушенности и других свойств. Это дает возможность выделить методики снятия статической неопределенности на территориях, недра которых нефтеносны, с территориями, недра которых оказались пустыми. С другой стороны, опыт геологов и геохимиков регионов Сибири по изучению прямых геохимических признаков в элементах геологической и окружающей среды [5; 6; 15] дает возможность сравнивать территории, показатели нефтеносности которых отражены на поверхности, с территориями, на которых такие показатели отсутствуют.

Подобный комплексный, не традиционный подход к оценке перспектив нефтеносности и выбору стратегии поисковых и разведочных работ в настоящее время оправдан. Имеется в виду влияние на эти работы традиционного геологического фактора и новых вызовов экономического и политического характера. Геологическим остается доминирование представления об органическом генезисе нефти и газа и их генетической связи с исходным веществом биосферной природы. Подобный постулат о генезисе как основе оценки перспектив не соответствует геологии и нефтеносности недр востока Русской платформы. Необходимость внешних кредитов для финансирования поиска и разведки нефти на этой территории отсутствует, поскольку они являются серьезной экономической проблемой освоения ресурсов арктического шельфа, как и политические, внешние ограничения в доступе к западным технологиям и технике, необходимые для их реализации.

В создавшихся условиях представляется целесообразным найти решение, не зависящее от постулата о существовании в недрах нефтематеринских толщ и очагов генерации, свободное от привлечения внешних технологий и оборудования и реализуемое при помощи имеющихся финансовых ресурсов. Это решение определяет главная цель поиска и разведки — залежь нефти, безотносительно к ее генезису. Поиск и разведка — это снятие статической и динамической неопределенности расположения нефти в залежи. Для этого предлагается использовать уникальные разработки российских геологов, геофизиков геохимиков и математиков. Среди них представления о неорганическом, глубинном генезисе нефти и газа, геохимические методы регистрации молекул углеводородов нефти в элементах окружающей среды, методы изучения геологических сред, в том числе нестратифицированных, благоприятных для аккумуляции углеводородного флюида в магматических и метаморфических породах. Пора серьезно относиться к разнообразным проявлениям углеводородных молекул на поверхности, присущих только нефти, как к реальным феноменам, точной математический расчет которых с большим приближением показывает наличие нефти на глубине.

В пользу новых подходов к поискам и разведки являются физико-географические, климатические и инфраструктурные условия, благоприятные во многих территориях в Европейской и Азиатской частях России, нефтеносность и газоносность недр которых установлена. Реализация потенциальных возможностей связана с конкретной территорией, геологическая структура которой всегда уникальна, что требует индивидуального подхода.

В настоящее время важно четко представлять, что отход от традиционной последовательности поисковых и разведочных работ на лицензионных участках, основанных на старых представлениях о генезисе нефти и углеводородного газа, необходим не только тем, кто прямо или косвенно связан с поисками и разведкой нефти, но и потенциальным спонсорам этих работ. Существует реальная возможность вкладывать меньшие средства как в поиски, так и в разведку, но получать надежную оценку нефтеносности, снимая неопределенности размещения залежей в последовательности, зависящей от конкретных геологических и физико-географических условий.

Основной идеей настоящей статьи можно считать призыв отказаться от стереотипов в нефтяной геологии. Опыт изучения геологического строения недр востока Европейской части России в контексте ее нефтеносности и разработка прямых геохимических методов прогнозирования нефтеносности в регионах Сибири не имеет аналогов в нефтяном геологическом сообществе. Практически все нефтяные компании, в том числе нефтяные гиганты западных стран, до сих пор полностью ориентированы на поиски нефти органической природы. С учетом несомненных достижений нефтяников России, отмеченных выше, есть все основания полагать, что они могут быть лидерами и в организации и поддержке новых форм, производственных и научно-исследовательских структур, в том числе коммерческих, ориентированных на комплексный сервис по оценке нефтеносности недр и обоснование заложения скважин на основе нетрадиционных методов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Артюхов С.А., Давыдов В.Ф., Кузнецов О.Л.* Явление генерации инфразвуковых волн нефтегазовой залежью. Научное открытие. 1999. № 109.
- [2] *Бабешко В.А.* Развитие новых методов поиска глубокозалегающих полезных ископаемых. Развитие методов вибросейсморазведки магнитотеллурических и электромагнитных методов. Отчет НИОКР, Кубанский университет, Док. ВНИЦентр 02200902790. 2010.
- [3] *Бахтин А.И., Плотникова И.Н., Муслимов Р.Х.* Возможности абиогенного синтеза нефтяных углеводородов в недрах кристаллической земной коры Татарстана // Георесурсы. 2012. № 5(47). С. 45—47.
- [4] *Ведерников Г.В., Жарков А.В., Максимов Л.А.* Опыты по регистрации геодинамических шумов от нефтяной залежи // Геофизика. Спецвыпуск. 2001. С. 96—98.
- [5] *Вышемирский В.С.* Эффективность газовой съемки по снегу в Западной Сибири // Геология нефти и газа. 1992. № 1.
- [6] *Дыхан С.В., Золотарев А.Л., Соболев П.Н., Хилко А.П., Шиганова О.В.* Прогноз зон скопления углеводородов с использованием газогеохимических методов в комплексе с сейсморазведкой // Методы прямого прогнозирования залежей углеводородов. СНИИГИМС. Новосибирск, 2009. С. 129—134.

- [7] *Жариков А.В.* Влияние высоких температур и давлений на микроструктуру, фильтрационные и упругие свойства кристаллических пород: дисс. ... д-ра техн. наук. Дубна, 2009.
- [8] *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / пер. с англ. М.: Мир, 1976. 176 с.
- [9] *Зув Б.К.* Люминесцентные и электрохимические способы детектирования с использованием наноструктур для мониторинга природных объектов и анализа материалов. Отчет НИОКР, ГЕОХИ РАН, Док. ВНИЦентр 02201000716. 2011.
- [10] *Кузнецов А.В., Петухов А.В., Зорькин Л.М., Зубайраев С.Л.* Физико-химические основы прямых поисков залежей нефти и газа. М.: Недра, 1986.
- [11] *Муслимов Р.Х.* Новые геологические идеи — основа поступательного развития минерально-сырьевой базы углеводородов в XXI столетии в старых нефтедобывающих районах России // Георесурсы. 2012. № 5 (47). С. 3—7.
- [12] *Плотникова И.Н.* Геолого-геофизические и геохимические предпосылки перспектив нефтегазоносности кристаллического фундамента Татарстана. СПб.: Недра, 2004. 172 с.
- [13] *Сейфуль-Мулюков Р.Б.* Нефть и газ, глубинная природа и ее прикладное значение. М.: Торус Пресс, 2012. 215 с.
- [14] *Соболев И.С., Ризванов Л.П., Ляшенко Н.Г.* Гамма-спектроскопические и термолюминесцентные радиометрические исследования при поиске месторождений нефти и газа. Методы прямого прогнозирования залежей углеводородов, СНИИГИМС. Новосибирск, 2009. С. 70—75.
- [15] *Стенанов Г., Дыхан С.* Геохимический критерий прогноза залежей углеводородов // Oil&Gas Journal Russia. № 8(85) август. 2014. С. 42—46.
- [16] *Трофимов В.А.* Глубинное сейсмическое исследование МОВ-ОГТ на геотраверсе ТАТсейсм-2003 пересекающем В-У Нефтегазоносную провинцию // Геотектоника. 2006. № 4. С. 3—20.
- [17] *Хисматуллин Р.К.* Моделирование распространения упругих волн в микросейсмически активных, насыщенных пористых средах: дисс. ... канд. техн. наук. Самара, 2008.
- [18] *Schumaker D., Gervitz J., Rice G., Harrington P., Wyman R.* Surface hydrocarbon detection shows promise, Workshop РТТС's. 1999.
- [19] *Hu X., Chen Y., Liang X., Lang K.* New technology for direct hydrocarbon reservoir detection using seismic information. SEG/Houston, Annual Meeting. 2005. P. 1735—1739.

THE GRADE OF GEOLOGICAL AND PETROLEUM AND GAS POTENTIAL INVESTIGATION OF RUSSIAN PLATFORM (RUSSIAN PART) IS THE BASE FOR THE NEW STRATEGY AND TECHNOLOGY ELABORATION FOR HYDROCARBON ACCUMULATIONS EXPLORATION

R.B. Seyful-Mulyukov

Federal investigation center “Informatics and control”
Vavilova str., 44, k. 2, Moscow, Russia, 119333

The depth structure and rocks composition of Eastern part of the Russian platform have been investigated in the high grade. Within this territories hundreds petroleum and gas fields were in exploitation. For their exploration the different types of geophysical and geological methods were applied. These data allows consider and evaluate their effectiveness as well as theoretical base. The data

shows that the postulates of organic petroleum and gas genesis paradigm dominating in the petroleum geology and teaching of the students in universities all over the world are not in line with real modern data and information. The history of petroleum exploration works within that territories demonstrate full independency of dominated model of petroleum genesis from methodology and strategy of petroleum exploration. It substantiated that the search for the petroleum accumulations depends on the withdrawal of two uncertainties. First is static one and it composed by the trap, reservoir, shield and canal of petroleum migration. Their location is the uncertainty. Currently it declining by 3D seismic survey methods. Second is dynamic uncertainty dealing with discrete process of petroleum hydrocarbon molecules formation. This process could not be expressed by exact mathematical means, but could be determined approximately applying the mathematical theory of fuzzy sets with very high grade of the approach to the petroleum accumulation existence.

Key words: petroleum content of the Russian platform, petroleum exploration, petroleum origin, geochemical criteria of petroleum content, static uncertainty, dynamic uncertainty, fuzzy sets

REFERENCES

- [1] Artyukhov S.A., Davydov V.F., Kuznetsov O.L. (1999) the phenomenon of generation of infrasound waves of oil and gas deposits. Scientific discovery, number 109.
- [2] Babeshko V.A. (2010) The development of new methods to search for deep-seated minerals. Development of methods vibroseismogram magnetotelluric and electromagnetic methods. Report of R & D, Kuban State University, Doc. VNTI Center 02200902790.
- [3] Bakhtin A.I., Plotnikova I.N., Muslimov A.D. (2012) Features abiogenic synthesis of petroleum hydrocarbons in the bowels of the earth's crust crystal Tatarstan geo-resources number 5 (47), with 45—47.
- [4] Vedernikov G.V., Zharkov A.V., Maksimov L.A. (2001) Experiments on registration of geodynamic noise from the oil reservoir geophysics Special Issue. from 96—98.
- [5] Vyshemirsky V.S. (1992) The effectiveness of the gas shooting through the snow in West Siberia Oil and Gas Geology № 1.
- [6] Dixan S.V., Zolotarev A.L., Sobolev P.N., Khilko A.P., Shiganova O.V. (2009) Prediction of hydrocarbon accumulation zones using geochemical techniques in conjunction with seismic. Methods of direct prediction of hydrocarbon deposits. SNIIGIMS. Novosibirsk From 129—134.
- [7] Zharikov A.V. (2009) Effect of high temperature and pressure on the microstructure, filtration, and the elastic properties of crystalline rocks Diss. dts Dubna. Doc. VNTI Center 05200951448.
- [8] Zadeh L. The concept of linguistic variable and its application to the acceptance of approximate solutions / Trans. from English. M.: Mir, 1976. 176 p.
- [9] Zuev B.K. (2011) Fluorescent and electrochemical detection methods with the use of nanostructures for the monitoring of natural objects and materials analysis. R & D Report, Vernadsky Institute, Doc. VNTI Center 02201000716.
- [10] Kuznetsov A.V., Petukhov A.V., Zorkin L.M., Zubayrayev S.L. Physical and chemical bases of direct exploration of oil and Ijaza. M.: Nedra, 1986.
- [11] Muslimov A.D. (2012) the new geological ideas — the basis of the progressive development of the mineral resource base of hydrocarbons in HH1 century in the old oil-producing regions of Russia. Georesources number 5 (47), 3—7.
- [12] Plotnikov I. Geological and geophysical and geochemical preconditions of oil and gas potential of the crystalline basement of Tatarstan. SPb.: Nedra, 2004. 172 p.
- [13] Seiful Mulyukov-R.B. Oil and Gas, the deep nature and its practical significance. M.: Torus Press, 2012. 215 p.
- [14] Sobolev I.S., Rizvanov L.P., Lyashenko N.G. (2009) Gamma-spectroscopic and radiometric thermoluminescence research when searching for oil and gas. Methods of direct prediction of hydrocarbon deposits, SNIIGIMS. Novosibirsk, with 70—75.
- [15] Stepanov G., Dixan S. (2014) Geochemical criteria of the forecast of hydrocarbon deposits Oil & Gas Journal Russia №8 (85) in August, with 42—46.

- [16] Trofimov V.A. (2006) Deep seismic survey-CMP MOU on Geotraverse TATseism-2003-U intersect in oil and gas province. *Geotectonics*, with number 4. 3—20.
- [17] Hismatullin R.K. (2008) Modeling of elastic wave propagation in microseismic activity, saturated porous media: diss. ... kand. techn. nauk. Samara State. University Doc. VNTIT center 04200816749.
- [18] Schumacher Gervits D.J., Ritz G., Harrington P., Vyman R. (1999) surfactant is hidrokarbon detektion shovs promyse, Workshop PTTKes.
- [19] Hu X., Chen Y., Liang X., Lang K. (2005) new technology for direct hydrocarbon reservoir detection using seismic information. SEG/Houston, Annual Meeting, p. 1735—1739.

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИИ КОЛГАНСКОЙ ТОЛЩИ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ В ПРЕДЕЛАХ ДОНЕЦКО-СЫРТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С.Б. Денисов¹, В.М. Усова²

¹ Всероссийский нефтегазовый научно-исследовательский институт
им. академика А.П. Крылова

Дмитровский проезд, 10, Москва, Россия, 127422

² Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

В статье приведены результаты анализа палеотектонического строения Донецко-Сыртовского месторождения. Представления о тектонике Донецко-Сыртовского месторождения сформировались в результате обобщения материалов структурного, поискового, разведочного бурения и комплекса сейсморазведочных работ. В итоге выделены западное — Донецкое — и восточное — Сыртовское — поднятия, разделенные неглубоким прогибом. Результаты сейсморазведочных работ 3Д позволили получить наиболее детальное представление о геологическом строении месторождения. В результате выполненных реконструкций временных разрезов и кубов данных выделены безамплитудные диагональные и ортогональные тектонические нарушения, влияние которых на условия седиментации не устанавливалось. Основной особенностью морфологии всех выделенных поверхностей предполагается унаследованность структурных форм при постепенном их выполаживании вверх по разрезу. Установлено, что сводовые участки локальных поднятий практически плоские, а крылья крутые, что свидетельствует о тесной связи тектоники фундамента и осадочного чехла. Для палеотектонического анализа как данных ГИС, так и временных разрезов были выбраны соответствующие границы (отражающие, стратиграфические), являющиеся поверхностями выравнивания. Основным признаком поверхностей выравнивания, по данным ГИС, являются выдержанные по толщине и составу литологические разности пород. В терригенном разрезе, как правило, границы выравнивания приурочены к завершающей стадии формирования седиментационных циклов. Данные палеотектонического анализа временного разреза позволили сделать следующий вывод: отложения колганской свиты формировались в условиях активной фазы тектонического процесса, разделявшего Донецкое и Сыртовское поднятия; активная конседиментационная фаза тектогенеза оказала влияние на характер распределения песчаного материала в отложениях колганской свиты.

Ключевые слова: колганская толща, временные разрезы, поверхности выравнивания, палеотектонические профили

Оренбургская область относится к «старым» нефтедобывающим районам Урало-Поволжья, этаж нефтеносности которого хорошо изучен. Тем не менее до настоящего времени имеются объекты, требующие дополнительных исследований. В этой связи особый интерес представляет малоразведанная терригенная колганская толща. Отложения колганской толщи по возрасту относят к верхней части франского к нижней части фаменского ярусов верхнего девона. Эти отложения представлены песчаниками и алевролитами, переслаивающимися с аргиллитами,

мергельями и маломощными пластами известняков, которые образуют в разрезе и по латерали сложную мозаику взаимопереходов, замещений, включений, пере-слаиваний.

Изучением колганской толщи занимались А.Л. Ворожбит и др. (1972), С.П. Макарова (1975, 1977), З.С. Иванова, В.И. Терехов, Ф.М. Таганчаев (1979), А.Е. Баженов и Ю.М. Кутеев (1989), В.В. Шишкин (1989), П.И. Постоенко, А.Г. Черепанов (1992), В.К. Баранов, А.Г. Галимов (1996), Г.Д. Яхимович (1998), Г.В. Фомина, В.И. Кайдалов, Е.П. Борисова, Ш.З. Хусаинов, О.А. Хоментовская (1998), Б.А. Соловьев (2000), Б.С. Коротков, Н.Ф. Медведев, Е.С. Серебрякова Колганская (2005), Т.Д. Шибина, Л.П. Гмид, Н.В. Татинская, Ю.И. Никитин (2007), С.М. Побережский, М.А. Афанасьева, М.А. Полякова, А.В. Ярошенко (2010), В.А. Космынин (2013), Ю.И. Никитин, О.В. Рихтер, А.П. Вилесов, Р.Х. Махмудова (2014) и др.

Однако, несмотря на большое количество исследований, нет однозначного ответа о генезисе, составе и распространении колганской толщи.

Наиболее полно отложения колганской толщи изучены на месторождениях Донецко-Сыртовском, Вахитовском, Дачно-Репинском.

Представления о тектонике Донецко-Сыртовского месторождения сформировались в результате обобщения материалов структурного, поискового, разведочного бурения и комплекса с сейсморазведочных работ. В итоге выделены западное — Донецкое — и восточное — Сыртовское — поднятия, разделенные неглубоким прогибом. Наиболее значительные размеры и морфологическую выраженность структура имеет в верхнем (колганская толща) и среднем (ардатовские слои) девоне. В выше- и нижележащих горизонтах Донецко-Сыртовское поднятие выражено менее рельефно.

Результаты сейсморазведочных работ 3Д [1] позволили получить наиболее детальное представление о геологическом строении месторождения.

В результате интерпретации данных сейсморазведки 3Д в сейсмическом поле выделены и увязаны со скважинными данными были выделены 14 отражающих горизонтов в объеме среднего девона — средней перми. Непосредственно к теме статьи имеют отношение горизонты:

Дк — верхний девон, верхнефранский подъярус, кровля колганской толщи;

Дкн — верхний девон, нижнефранский подъярус, кровля кыновского горизонта;

Дард — средний девон, живетский ярус, кровля ардатовского горизонта.

В результате выполненных реконструкций временных разрезов и кубов данных выделены безамплитудные диагональные и ортогональные тектонические нарушения, влияние которых на условия седиментации не устанавливалось. Основной особенностью морфологии всех выделенных поверхностей предполагается унаследованность структурных форм при постепенном их выполаживании вверх по разрезу.

В пределах Сыртовского поднятия по кровле пласта Дк колганской свиты выделены Северный и Южный купола. Первый вытянут в северо-восточном направлении, второй — в северо-западном направлении. Купола разделены прогибом северо-западного простирания, глубина которого достигает 20 м при ширине до 1 км.

Установлено, что сводовые участки локальных поднятий практически плоские, а крылья крутые, что свидетельствует о тесной связи тектоники фундамента и осадочного чехла. По пласту Дард ардатовского горизонта уверенно выделяются Донецкое и Сыртовское поднятия, Южный и Северный купола Сыртовского поднятия несколько измененной конфигурации.

К сожалению, разломно-блоковая модель в результатах сейсморазведочных работ 3Д не представлена.

Для палеотектонического анализа как данных ГИС, так и временных разрезов требуется выбрать соответствующие границы (отражающие, стратиграфические), являющиеся поверхностями выравнивания.

Основным признаком поверхностей выравнивания по данным ГИС являются выдержанные по толщине и составу литологические разности пород. В терригенном разрезе, как правило, границы выравнивания приурочены к завершающей стадии формирования седиментационных циклов [2].

Признаками поверхностей выравнивания могут быть тонкие пласты песчаников или опесчаненных пропластков в глинах, тонкие пропластки глин, как правило, имеющих низкие УЭС. В ряде случаев с поверхностями выравнивания могут быть связаны прослеживаемые на значительной части площади пропластки уплотненных или карбонатных пород.

На временных сейсмических разрезах в качестве стратиграфических границ для построения палеотектонических профилей используются наиболее устойчивые отражающие горизонты. При подготовке исходных данных для палеотектонического анализа следует выбирать стратиграфические границы и отражающие горизонты, стратиграфически идентичные друг другу.

Для анализа был выбран профиль инлайн 150 (приложение к отчету № 46) [1]. В качестве анализируемых горизонтов выбраны уверенно выделяемые на сейсмопрофиле и на кривых ГИС кровля кыновских отложений, и кровля колганской толщи (рис. 1).

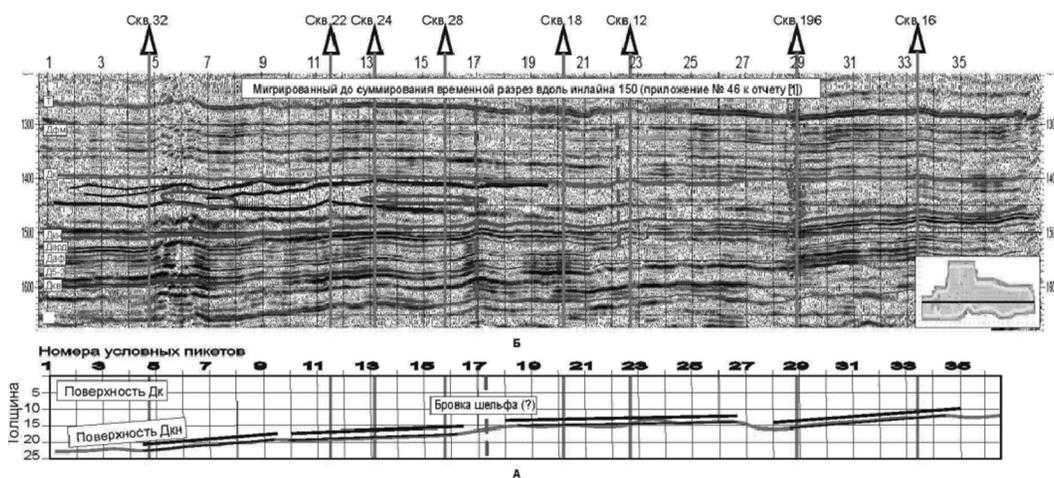


Рис. 1. А — Палеорекострукция в интервале залегания отложений колганской свиты (отражающие границы Дкн-Дк). Б — основа — фрагмент мигрированного временного разреза вдоль инлайна 150 (приложение к отчету № 46 [1])

Поскольку построение палеоразреза выполнялось графическим методом, то «глубины» на палеорекострукции имеют условные значения, не искажающие геологической сути преобразований. За поверхность выравнивания принята кровля колганской толщи. Таким образом, разрез отражает характер конседиментационного тектонического режима в период формирования рассматриваемого интервала разреза.

На рисунке 1 видно, что в конце среднего — начале верхнего девона на территории Донецко-Сыртовского месторождения имели место активные тектонические процессы, которые существенно затухали в более поздние периоды формирования разреза. На профиле можно выделить серию блоков, в целом падающих в западном направлении с разными углами наклона. Западная часть Сыртовского поднятия имеет близкую к горизонтальной палеоповерхность, ограниченную с востока и запада блоками с большими углами наклона. Безусловно, данный вид конседиментационных палеотектонических движений в значительной мере определял характер седиментации обломочного материала.

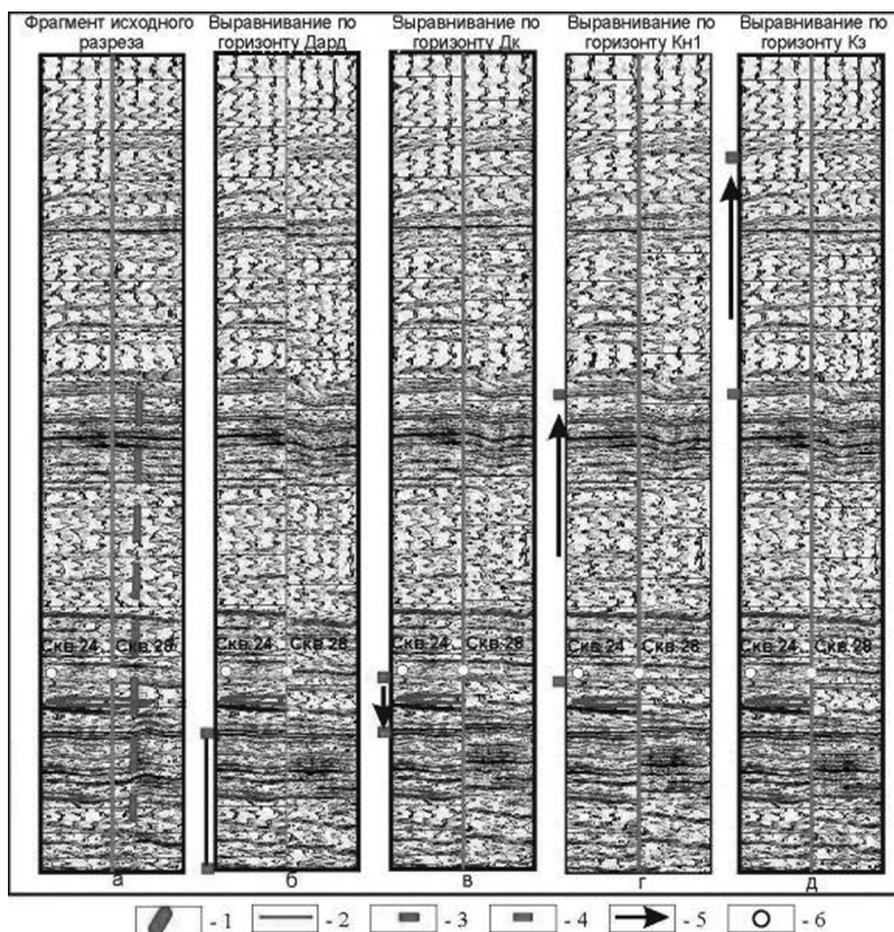


Рис. 2. Анализ времени активной фазы разлома в районе скв. 24 и 28 Донецко-Сыртовского месторождения: 1 — тектоническое нарушение; 2 — линия сопоставления фрагментов временного разреза; 3, 4 — кровля и подошва анализируемого интервала; 5 — направление изменения толщин левого (Донецкого) фрагмента структуры; 6 — проекция скважин на временной сейсмический разрез

В районе скважин № 28 и № 18 уверенно выделяется флексура, вероятнее всего обусловленная конседиментационным тектоническим нарушением. На рисунке 2 приведен результат оценки времени активной фазы конседиментационного разлома. Оценка выполнялась путем сопоставления временной толщины справа от разлома (фрагмент временного разреза правее внешней границы на рис. 2, а) и слева от разлома (на рис. 2, а внешней границей левого фрагмента разреза является синяя линия — линия сопоставления фрагментов разреза).

На рисунке 2, б фрагменты разрезов выровнены по кровле ардаатовского горизонта. На рисунке видно, что в интервале анализа (фундамент — кровля ардаатовского горизонта) левая и правая части разреза имеют одинаковую временную толщину, т.е. в этот геологический интервал времени тектоническое нарушение не было активным.

Следующей границей выравнивания является кровля колганской свиты (рис. 2, в). На рисунке видно четкое увеличение толщины разреза (погружение) в области Донецкого блока. Выше по разрезу наблюдается незначительное уменьшение толщины (подъем) Донецкого блока. Однако эти изменения лежат в пределах точности графических построений.

Таким образом, данные палеотектонического анализа временного разреза позволяют сделать однозначный вывод, что отложения колганской свиты формировались в условиях активной фазы тектонического процесса, разделявшего Донецкое и Сыртовское поднятия. Безусловно, активная конседиментационная фаза тектоногенеза оказала влияние на характер распределения песчаного материала в отложениях колганской свиты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Быкадоров И.В., Митюков А.В., Сахаров А.Б., Черный М.В. и др. Отчет «Проведение обработки и интерпретации сейсморазведочных материалов МОГТ-3D на Донецко-Сыртовском месторождении». М.: Парадайм Геофизикал, 2005.
- [2] Методические указания по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и нефтегазовых месторождений (Часть I. Геологические модели). М.: ВНИИОЭНГ, 2003. 164 с.

TECTONIC PALEORECONSTRUCTION OF KOLGAN THICKNESS ON THE BASIS OF TIME SEISMIC CROSS SECTION WITHIN THE DONETSKO-SYRTOVSKY FIELD

S.B. Denisov¹, V.M. Usova²

¹ The All Russian Oil and Gas Scientific-Research Institute after Academician A.P. Krylov
Dmitrovsky proezd, Bld. 10, Moscow, Russia, 127422

² Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

Results of the analysis of a paleotectonic structure of the Donetsko-Syrtofsky field are given in article. Ideas of tectonics of the Donetsko-Syrtofsky field were created as a result of generalization of materials of structural, search, prospecting drilling and a complex from seismoprospecting works. As

a result are allocated western — Donetsk and east — Syrtovskoye the raisings divided by a superficial deflection. Results of seismoprospecting works 3D have allowed to gain the most detailed impression about a geological structure of the field. As a result of the executed reconstruction of time seismic cross sections and cubes of data no amplitude diagonal and orthogonal tectonic faults which influence on conditions of sedimentation wasn't established are allocated. The main feature of morphology of all allocated surfaces supposes an inheritance of structural forms at their gradual planation up to surface. It is established that crest parts of local raisings almost flat, and wings abrupt what demonstrates close connection of tectonics of the base and a sedimentary cover. For the paleotectonic analysis, both data of GIS, and time seismic cross section the corresponding borders (reflecting, stratigrafichesky), being alignment surfaces have been chosen. The main sign of surfaces of alignment according to GIS are the lithological differences of breeds sustained on thickness and structure. In a terrigenous section, as a rule, borders of alignment are dated for a closing stage of formation of sedimentic cycles. The main results of paleotectonic analysis of time seismic cross section: deposits of kolgan thickness were formed in the conditions of an active phase of the tectonic process dividing the Donetsk and Syrtovsky raisings; the active syndepositional phase of tectogenesis has exerted impact on nature of distribution of sandy material in deposits of kolgan thickness.

Key words: kolgan thickness, time seismic cross section, planation surface, paleotectonic profile

REFERENCES

- [1] Bykadorov I.V., Mitiukov A.V., Sakharov A.B., Chernyi M.V. i dr. Report "Carrying out processing and interpretation of the seismoprospecting materials MOGT-3D on the Donetsk and Syrtovsky field". M.: Paradaim Geofizikal [LLC "Paradigm Geophysical"], 2005.
- [2] Methodical instructions on creation of permanent geological and technological models of oil and oil and gas fields (Part I. Geological models). M.: VNIIOENG [JCS "All-Russian Research Institute Of The Organization, Management And Economy Of The Oil And Gas Industry"], 2003. Pp. 164.

СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ ХРОМИТОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ЦЕНТРАЛЬНОЕ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

В.Е. Марков, Е.В. Карелина, Эмси Гаррелл Денбре Шемрой

Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

В статье приводятся результаты детальных структурных исследований, проведенных авторами на месторождении хромитовых руд Центральном, расположенном в массиве ультраосновных пород Рай-Из на Полярном Урале. Исследования включали картирование структурных элементов пород, вмещающих оруденение: полосчатости, уплощенности пироксена и линейности аксессуарного хромшпинелида, а также изучение морфологии и пространственного положения рудных тел, установленные по канавам и скважинам в период разведки месторождения и в настоящее время подтверждаемые в процессе его эксплуатации. В результате проведенных работ выявлена структура вмещающих пород и соотношение рудной зоны в целом и отдельных рудных тел с элементами структуры. Полосчатость образует открытую синформную складку СВ-ЮЗ простираения с субвертикальной осевой поверхностью и круто (50°) погружающимся на СВ шарниром. Уплощенность энстатита и связанная с ней сланцеватость занимают положение, соответствующее кливажу осевой поверхности этой складки, а линейность хромшпинелида ориентирована параллельно ее шарниру. Рудные тела образуют линейно вытянутую зону, прослеживающуюся вдоль оси складки на 1,5 км при ширине ~ 350 м. Преобладают рудные тела уплощенно-линзовидной и трубообразной формы. Практически для всех рудных тел установлено крутое ($40\text{--}60^\circ$) северо-восточное склонение. Таким образом, структура полосчатости контролирует пространственное положение рудной зоны в целом, при этом отдельные рудные тела могут быть как секущими, так и согласными с полосчатостью. Уплощенность энстатита определяет простираение рудной зоны. Линейность аксессуарного хромшпинелида отражает склонение рудных тел.

Ключевые слова: хромиты, структура, месторождение Центральное, Рай-Из, уплощенность, линейность, полосчатость

Месторождение хромитовых руд Центральное расположено на Полярном Урале, в южной части ультраосновного массива Рай-Из. В настоящее время оно является одним из наиболее крупных эксплуатируемых месторождений в РФ.

Краткая геологическая характеристика участка месторождения

Описание геологического строения месторождения приводится по материалам Б.М. Перевозчикова, А.М. Овечкина, В.В. Кенига [5, 2ф, 3ф, 4ф].

Месторождение Центральное приурочено к полю развития пород нерасчлененного дунит-гарцбургитового комплекса (рис. 1).

Северную часть участка месторождения занимает тело дунитов изометричной (в плане) формы, сужающееся и разветвляющееся в юго-западном направлении. С севера дуниты ограничены Полойшорским разломом, к северо-западу и юго-востоку дуниты сменяются гарцбургитами со шлировыми выделениями дунитов, доля которых («дунитовая составляющая») прогрессивно уменьшается от 90 до

10% по мере удаления от контакта с дунитами. СЗ контакт дунитового тела круто падает на СЗ (75—80°) и сопровождается дроблением и рассланцеванием пород; ЮВ контакт субвертикальный с падением на ЮВ в северной части и СЗ в южной. Важной особенностью дунитового тела является его погружение в СВ направлении под углом 40—60°. «В южной половине дунитового тела на отметках от 600 м до 360 м начинают появляться небольшие тела гарцбургитов. В то же время в северной половине дунитового тела гарцбургиты не отмечались даже в самых глубоких скважинах. Этот факт может свидетельствовать о том, что тело дунитов погружается в северо-восточном направлении под углом около 40—60°» [2ф].

Южная часть участка месторождения сложена нерасчлененными дунитами и гарцбургитами («дунит-гарцбургитами»), среди которых обособляются относительно небольшие тела дунитов.

Наиболее крупные *дунитовые тела* локализованы на западном фланге. Они прослеживаются по простиранию в СВ направлении на несколько сотен метров при мощности от 20 до 150 м. Падение тел крутое, преимущественно на СЗ.

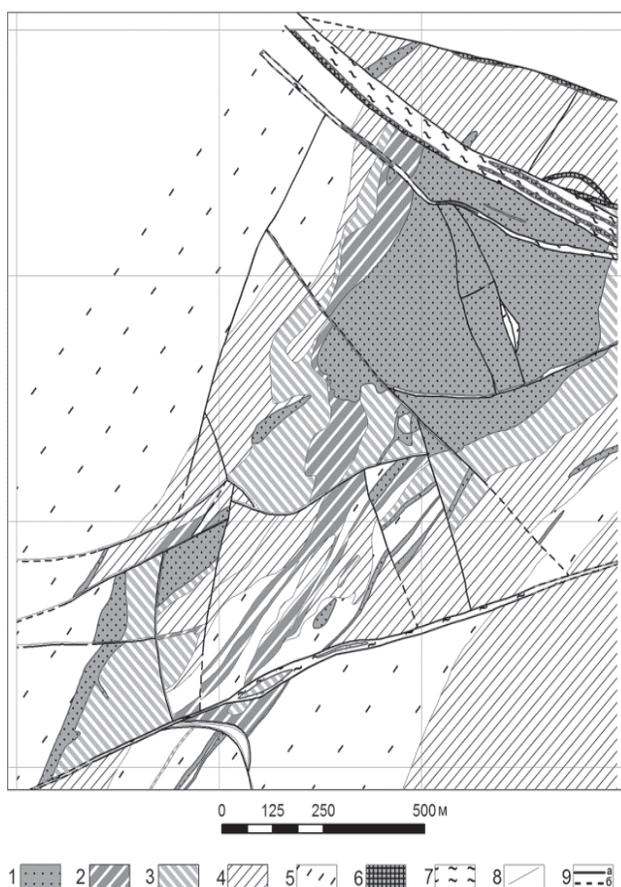


Рис. 1. Геологическая карта участка месторождения Центральное (по Овечкину А.М., 1980 [4ф], оригинальный масштаб 1:10 000).

Условные обозначения: 1 — дуниты; 2—5 — дуниты и гарцбургиты нерасчлененные с дунитовой составляющей: свыше 70% (2), от 30 до 70% (3), 30—10% (4), до 10% (5); 6 — диабазы; 7 — серпентиниты; 8 — геологические границы; 9 — разрывные нарушения: а — достоверные, б — предполагаемые

Гарцбургиты и дуниты нерасчлененные представляют собой гарцбургиты, насыщенные линзовидными, реже изометричными, шлирами дунитов размером от нескольких сантиметров до первых метров. С той или иной степенью достоверности откартированы поля развития «дунит-гарцбургитов» с содержанием дунитовой составляющей менее 10, 10—30, 30—70%, свыше 70% (рис. 1).

Важную роль в геологическом строении участка месторождения играют разрывные нарушения. Многие из них хорошо видны на аэрофотоснимках, другие маркируются зонами дробления, рассланцевания, серпентинизации, оталькования, карбонатизации. Самый крупный из разломов — Полойшорский — ограничивает месторождение с северо-востока. Простираение разрыва 285—305°, падение на СВ под углами 65—75°. Разрыв трассируется зоной серпентинитов шириной ~ 50 м и дайками диабазов мощностью до 10 м.

Структура участка

В 1998 году авторами было проведено картирование основных структурных элементов участка месторождения Центральное — энстатитовой полосчатости и уплощенности, а также линейности хромшпинелида.

Энстатитовая полосчатость представляет собой неравномерное чередование слоев обедненных и обогащенных энстатитом (рис. 2). Мощность слоев — первые сантиметры. На выветрелой поверхности гарцбургитов они образуют хорошо видимые параллельные полосы.



Рис. 2. Структурные элементы в породах участка месторождения Центральное

Уплощенность обусловлена параллельным расположением пластинчатых зерен или агрегатов энстатита. В некоторых случаях она создает ребристость на поверхности обнажений (рис. 2) или подчеркивается системой трещин. В общем случае уплощенность является секущей по отношению к полосчатости.

Линейность акцессорного хромшпинелида выражена однонаправленной вытянутостью удлиненных зерен (минеральная линейность) или агрегатом из нескольких изометричных зерен, образующих субпараллельные цепочки (агрегатная линейность) (рис. 2). Во всех случаях совместного проявления оба типа линейности оказывались параллельными. В отличие от полосчатости и уплощенности линейность проявлена не только в гарцбургитах, но и в дунитах, где она является единственным структурным элементом, доступным для непосредственного измерения в обнажении. Истинное положение линейности рассчитывалось на стереографической проекции по измерениям минимум на двух непараллельных поверхностях обнажения.

Полосчатость является основным структурным элементом. Она образует открытую синформную складку СВ-ЮЗ простирания (рис. 3). СЗ крыло складки субвертикальное с преимущественным падением на ЮВ под углом 75° ($125 < 75$), юго-восточное падает на С-СЗ (среднестатистическая ориентировка $350 < 75$). Шарнир складки, рассчитанный как линия пересечения крыльев, погружается на СВ под углом 50° ($55 < 50$), осевая поверхность вертикальная, простирается по азимуту 235° . Замок осложнен складками второго порядка.

Упложенность энстатита в пределах участка характеризуется относительной выдержанностью ориентировки: простирается с небольшими отклонениями в СВ-ЮЗ направлении, вдоль оси складки полосчатости при близком к вертикальному падению преимущественно на ЮВ (среднестатистическая ориентировка $135 < 75$) (рис. 4).

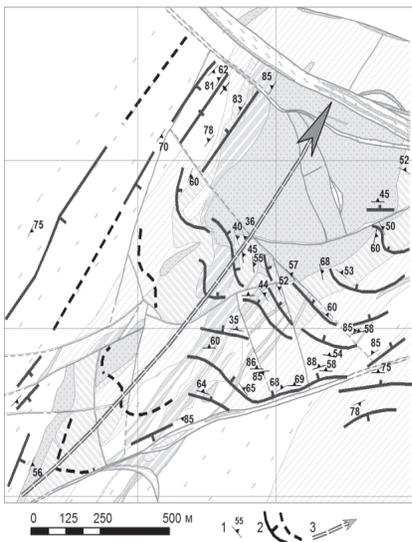


Рис. 3. Схема структуры полосчатости:
1 — элементы залегания полосчатости; 2 — структурные линии простирания полосчатости; 3 — осевая линия складки полосчатости

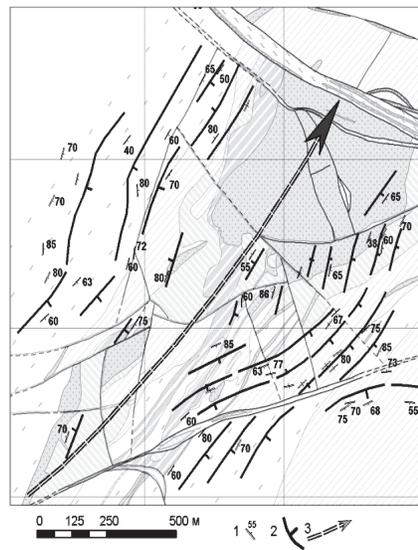


Рис. 4. Карта ориентировки упложенности:
1 — элементы залегания упложенности и сланцеватости; 2 — структурные линии простирания упложенности; 3 — осевая линия складки полосчатости

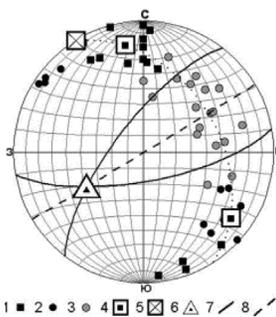


Диаграмма ориентировки полосчатости:
1—4 — полосчатость: 1, 2, 4, 7 — в крыльях складки; 3 — в замке; 5, 8 — осевая плоскость; 6 — шарнир складки (линия пересечения крыльев)

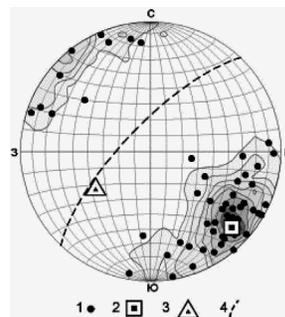


Диаграмма ориентировки упложенности энстатита и сланцеватости: 1 — упложенность; 2, 4 — среднестатистическая ориентировка упложенности; 3 — шарнир складки полосчатости

Линейность аксессуарного хромшпинелида за редким исключением погружается на СВ (рис. 5). Среднестатистическая ориентировка $55 < 45^\circ$.

Полученные результаты показывают, что структурные элементы закономерно связаны между собой (рис. 6): полосчатость очерчивает синформную складку, осложненную в замке складками второго порядка; линейность хромшпинелида параллельна шарниру этой складки (b-линейность), а уплощенность и связанная с ней сланцеватость в целом близки по ориентировке к осевой поверхности, т.е. занимают положение, соответствующее кливажу осевой плоскости, возможно веерообразному.



Рис. 5. Карта ориентировки линейности:
1 — погружение линейности в обнажения;
2 — структурные линии погружения линейности;
3 — осевая линия складки полосчатости

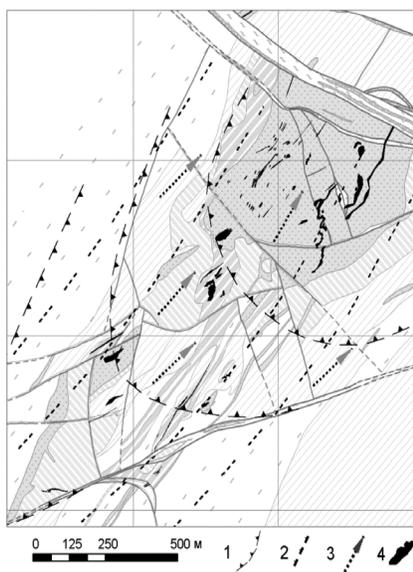


Рис. 6. Схема взаимоотношения структур:
1—3 — структурные линии: 1 — полосчатости;
2 — уплощенности и сланцеватости; 3 — линейности; 4 — рудные тела(до начала отработки)

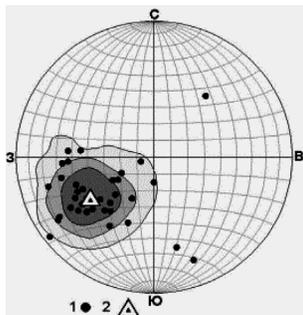


Диаграмма ориентировки линейности:
1 — погружение линейности; 2 — среднестатистическое погружение линейности

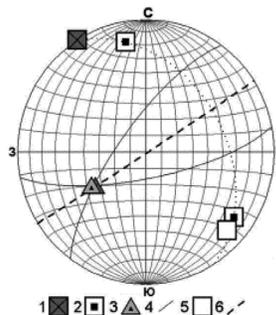


Диаграмма структурных элементов: 1—4 — складка полосчатости: 1 — осевая плоскость; 2, 4 — крылья; 3 — шарнир; 5, 6 — уплощенность энстатита

Хромитовое оруденение

Хромитовые рудные тела образуют линейно вытянутую зону СВ простирания длиной ~ 1500 м и шириной около 350 м (рис. 6). В северной части месторождения рудные тела залегают в дунитовом теле, в южной — в породах шлирового дунит-гарцбургитового комплекса. Преобладают средне-густовкрапленные руды, сложенные магнезиальным хромитом и субферрихромитом с содержанием Cr_2O_3 40,55—49,85%.

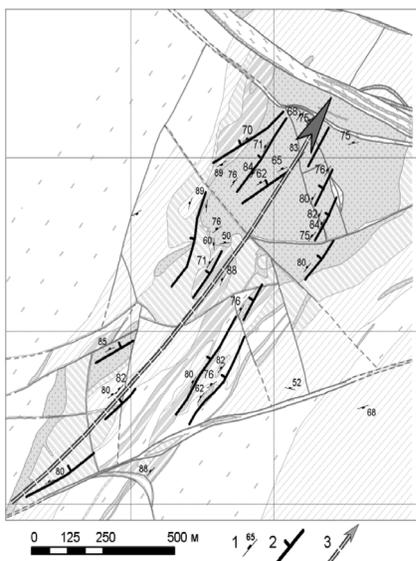


Рис. 7. Карта ориентировки рудных тел:
 1 — элементы залегания контактов рудных тел;
 2 — структурные линии простирания рудных тел;
 3 — осевая линия складки полосчатости

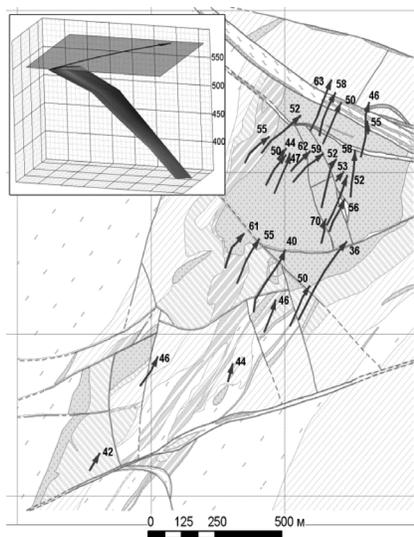


Рис. 8. Карта погружения (ныряния) рудных тел.
 Стрелки — проекции линий погружения (ныряния) рудных тел, цифры — углы погружения.
 На врезке — 3D-модель рудного тела

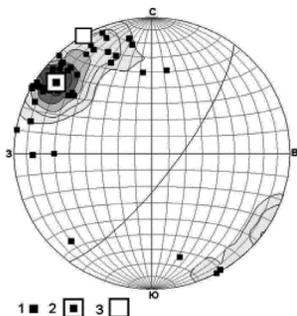


Диаграмма ориентировки контактов рудных тел:
 1 — полюса контактов рудных тел; 2 — среднестатистическая ориентировка рудных тел;
 3 — среднестатистическая ориентировка уплотненности и сланцеватости

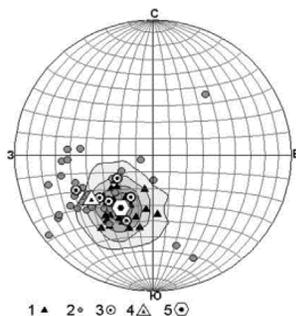


Диаграмма ориентировки погружения рудных тел:
 1, 5 — погружение рудных тел; 2 — линейность вне рудной зоны; 3 — линейность в рудной зоне;
 4 — среднестатистическая ориентировка линейности

Простирание рудных тел в целом северо-восточное. Большинство из них, как, вероятно, и сама рудная зона, круто падают на СЗ (рис. 7). Форма тел преимущественно удлиненно- или уплощенно-линзовидная, реже пластообразная. Иногда наблюдаются довольно резкие Z-образные изгибы в плане. Мощность рудных

тел варьирует от 1 м до 15 м, длина по простиранию от первых метров до 315 м. Практически для всех тел устанавливается С — СВ погружение (ныряние) под углом около 50° (рис. 8), причем длина рудных тел по направлению погружения часто в несколько раз превосходит их длину по простиранию и падению (рис. 8, врезка). Среднестатистическая ориентировка (погружение) длинных осей рудных тел, рассчитанная на основе погоризонтных планов 30 < 53 (рис. 8, диаграмма).

Структурная позиция хромитового оруденения

Анализ структурной позиции хромитового оруденения, взаимоотношений между пространственным положением рудных тел и ориентировкой структурных элементов во вмещающих альпинотипных гипербазитах, основанный на публикациях Павлова Н.В., Кравченко Г.Г., Савельевой Г.Н., Савельева А.А., Перевозчикова Б.В. и др. [3—5], показывает, что в этом вопросе еще много неясного.

Рудные зоны локализуются как «в ядерных частях складчатых структур», так и в «линейно-вытянутых зонах сколовых деформаций», которые трассируются дунитовыми телами [1]. *Рудные тела* могут быть как согласными с полосчатостью, так и секущими ее. Сложные секущие и согласные взаимоотношения описаны на месторождении Комсомольское (Кимперсайский массив). «Элементы прототектоники вмещающих пород простираются... почти перпендикулярно вытянутости [субгоризонтальной] рудной залежи и имеют крутое падение. Рудная залежь смята в пологоволнистые складки, осевые поверхности которых близки по ориентировки плоскостным, а шарниры — линейным элементам прототектоники». В то же время мелкие рудные тела и прожилки, связанные с этой залежью, «...а также развитая в них полосчатость и линейность обычно ориентированы в соответствии с элементами прототектоники». «Мелкие рудные тела могут служить индикаторами крупных, но судить по ним о пространственном положении и форме крупных тел нельзя» [3]. Г.Н. Савельева [1] выделяет следующие *структурные критерии поиска* хромитовых руд: «(1) приуроченность рудовмещающих дунитов к шарнирам складок и флексур... образованных в ходе высокотемпературного твердо-пластического течения ультрабазитов, (2) конформность (совпадение) склонения рудных тел и склонения линейности (по пироксенам и хромшпинелидам) во вмещающих породах; (3) появление вблизи крупных рудопроявлений ореолов дунитов, резко обедненных аксессуарным хромшпинелидом».

Проведенные нами исследования показывают, что структурная позиция хромитовых руд месторождения Центральное, хотя и не является универсальной, содержит элементы, присущие многим месторождениям и рудопроявлениям хромитов.

1. Хромитовые тела образуют *линейно-вытянутую* зону. По-видимому, линейность рудных зон — характерная черта хромитовых месторождений. Не случайно, еще одно сравнительно крупное месторождение хромитов — Западное — расположено в 5 км к ЮЗ от Центрального, как бы продолжая его по простиранию. При этом рудные тела Западного образуют две кулисообразно расположенные линейные зоны, вытянутые в СВ направлении на 500 и 300 м, в пределах которых

простираение, падение и склонение рудных тел почти точно такие же, как и на Центральном [1ф].

2. Рудная зона приурочена к осевой части синформной складки полосчатости, простирается вдоль оси складки, а составляющие ее рудные тела погружаются параллельно шарниру. Другими словами, структура полосчатости контролирует положение рудной зоны в целом. Что касается отдельных обнажений, то ориентировка полосчатости в общем случае не несет полезной информации о положении рудных тел. Рудные тела резко несогласны с полосчатостью в замке складки и близки по ориентировке к полосчатости на крыльях. Однако согласного залегания рудных тел с полосчатостью не достигается: полосчатость и рудные тела субвертикальны (угол падения 85°), но наклонены в разные стороны, что имеет принципиальное значения при разведке бурением).

3. Уплощенность энстатита по простираению почти идеально совпадает с рудными телами, но по азимуту падения отличается на 180° и, следовательно, как и полосчатость, не может быть непосредственно использована для прогнозирования пространственного положения рудных тел и проектирования наклона буровых скважин. Возможно, уплощенность соответствует плоскостям ламинарного течения, ответственным за образование как складки полосчатости (по типу складки скалывания), так и рудолокализирующих структур (рис. 9).

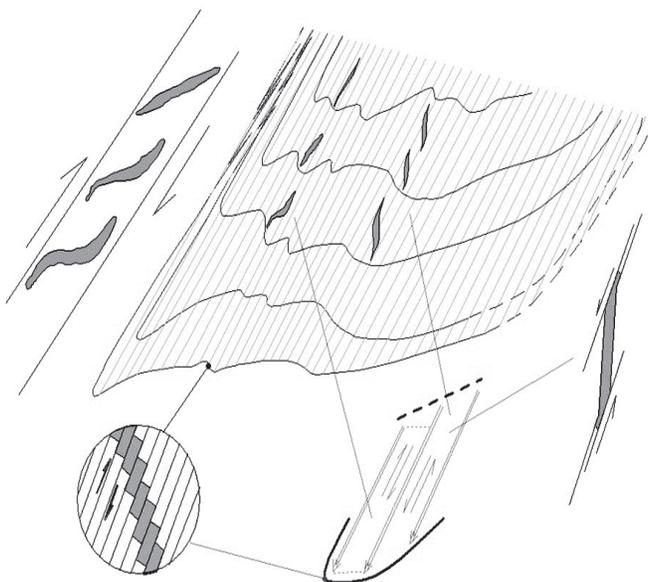


Рис. 9. Кинематическая схема образования складки и рудолокализирующих структур месторождения Центральное

4. Линейность аксессуарного хромшпинелида в рудной зоне параллельна погружению рудных тел, а за ее пределами отличается от него на 15° (рис. 8, диаграмма).

5. Форма рудных тел зависит от их положения в складке: в замке преобладают рудные тела неправильной, изометричной и трубообразной формы, на крыльях они преимущественно плитообразные.

Все эти особенности показывают, что детальное изучение структуры является важной составной частью поисковых и оценочных работ на перспективных участках. Оно позволяет прогнозировать ориентировку рудных зон, оценивать пространственное положение и отчасти морфологию рудных тел и оптимально планировать разведочные работы. Накопление данных о связи структуры с оруденением в сочетании с развитием представлений о генезисе ультрамафитов и хромитов, необходимо для решения этих задач.

ЛИТЕРАТУРА

Опубликованная

- [1] *Золов К.К., Коротеев В.А., Душин В.А., Рапопорт М.К., Савельева Г.Н., Смирнова Т.А.* Геология и минералогия Полярного Урала и прилегающей к нему окраины Восточно-Европейской платформы // *Российская Арктика: геологическая история, минералогия, геоэкология* / Ред. Д.А. Додин, В.С. Сурков. СПб., 2002.
- [2] *Овечкин А.М., Овечкин И.А.* Перспективы прироста запасов хромитовых руд на глубоких горизонтах месторождения Центральное // *Проблемы освоения минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых на Полярном Урале: труды III Полярно-Уральской научно-практической конференции.* Салехард, 2007.
- [3] *Павлов Н.В., Кравченко Г.Г., Чурпынина И.И.* Хромиты Кемпирсайского плутона. М.: Наука, 1968. 197 с.
- [4] *Перевозчиков Б.В.* Реестр хромитопроявлений в альпинотипных ультрабазитах Урала. Пермь, 2000.
- [5] *Перевозчиков Б.В.* Хромиты массива Рай-Из на Полярном Урале // *Геология рудных месторождений.* 2005. Т. 47. № 3. С. 230—248.
- [6] *Савельева Г.Н., Савельев А.А.* Хромиты в структуре офиолитовых ультрабазитов Урала // *Геотектоника.* 1991. № 3.

Фондовая

- [1ф.] *Кениг В.В.* Отчет с подсчетом запасов по месторождению хромитовых руд «Западное», 2010 г. / Филиал по ЯНАО «ТФГИ по УРФО».
- [2ф.] *Овечкин А.М., Кениг В.В., Перевозчиков Б.В.* Отчет с подсчетом запасов по месторождению хромитовых руд Центральное массива Рай-Из за 1999—2003 гг. / Филиал по ЯНАО «ТФГИ по УРФО».
- [3ф.] *Овечкин А.М., Овечкин И.А., Овечкина Н.И., Лемешев А.В.* Отчет с подсчетом запасов о результатах разведочных работ на флангах и глубоких горизонтах хромитового месторождения Центральное массива Рай-Из за 2004—2009 гг. / Филиал по ЯНАО «ТФГИ по УРФО».
- [4 ф.] *Перевозчиков Б.В., Овечкин А.М., Кениг В.В., Попов И.И., Печенкин Б.В., Рвачев С.Г.* Отчеты о поисковых и поисково-оценочных работах на хромиты за 1976—1977 гг. и 1978—1981 гг. / Филиал по ЯНАО «ТФГИ по УРФО».
- [5ф.] *Смирнова Т.А., Доронкин Е.В., Никольская Н.Е.* Изучение условий локализации и результаты структурных исследований Райизского рудного поля за 1973—1979 гг. / «Росгеолфонд».

STRUCTURAL POSITION OF CHROMITE MINERALIZATION AT THE DEPOSIT CENTRAL (POLAR URALS)

V.E. Markov, E.V. Karelina, McGarrell Denbre Shemroy

Peoples' Friendship University of Russia
Ordgonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

The article presents the results of detailed structural studies carried out by us in the field of chromite ore Central, located in the massif of ultrabasic rocks of the Rai-iz in the polar Urals. The investigations included the mapping of structural elements in a rock: layering, pyroxene cleavage and the lineation of accessory chrome spinel, as well as the study of the morphology and spatial position of ore bodies that are installed from trenches and boreholes in the period of exploration and currently confirms in the mining process. The result of this work revealed the structure of host rocks and the relationship of the ore zone as a whole, and individual ore bodies with the elements of the structure. The layering creates an open sinform fold NE-SW trending, with subvertical axial surfaces and steeply (50°) sinking hinge toward North-East. The enstatite flattening and related cleavage occupy the position corresponding to the axial surfaces cleavage of the folds, and the lineation of chrome spinel oriented parallel to its hinge. The ore bodies form a linearly elongated zone that can be traced along the axis of the folds to 1,5 km with a width of ~ 350 m. The prevailing ore bodies have flattened-lenticular and tubular form. Almost all ore bodies fitted steep (40—60°) North-Eastern declination. Thus, the structure of layering controls the spatial position of the ore zone as a whole, with individual ore bodies can be both intersecting and agree with banding. The flatness of enstatite defines the strike of the ore zone. The lineation of accessory chrome spinel reflects the decline of the ore bodies.

Key words: Chromites, structure, chromite field 'Central', Rai-Iz, cleavage, lineation, layering

REFERENCES

- [1] Zoloev K.K., Koroteev V.A., Dushin V.A., Rapoport M.K., Savelieva G.N., Smirnova T.A. Geology and Minerageny of the Polar Urals and the adjacent margin of the East European platform. Russian Arctic: geological history, Minerageny, and Geoecology. Ed. D.A. Dodin and V.S. Surkov. St. Petersburg, 2002.
- [2] Ovechkin A.M., Ovechkin I.A. Prospects of growth stocks of chromite ore at deep levels of the Deposit Central. Problems of development of mineral-raw material base of solid minerals of the polar Urals. Publications of the III Polar-Ural scientific-practical conference. Salekhard, 2007.
- [3] Pavlov N.V., Kravchenko G.G., Chuprynina I.I. Chromites of massif Kempirsai. M.: Nauka, 1968. 197 p.
- [4] Perevozchikov B.V. The registry of chromite-ore mineralization in Alpine-type ultramafic rocks of the Urals. Perm, 2000.
- [5] Perevozchikov B.V. Chromites-ore massif Rai-iz in the polar Urals. Geology of ore deposits. 2005. Vol. 47. No. 3. Pp. 230—248.
- [6] Savelieva G.N., Saveliev A.A. Chromites in the ophiolite structure of the ultrabasic rocks of the Urals. Geotectonics. 1991. No. 3.

Stock literature

- [1ф.] Kenig V.V. A report with reserves calculation for the field of chromite ore «Western», 2010. The branch in the Yamal-Nenets Autonomous district «TFGI on URFO».
- [2ф.] Ovechkin A. M., Koenig, V., Carriers B. V. A report with reserves calculation for the for the field Central of chromite ore of massif Rai-Iz for 1999—2003. The branch in the Yamal-Nenets Autonomous district «TFGI on URFO».
- [3ф.] Ovechkin A.M., Ovechkin I.A., Ovechkina N.I., Lemeshev A.V. A report with reserves calculation on the results of exploration on flanks and deep horizons of chromite deposits of the Central massif Rai-iz for 2004—2009. The branch in the Yamal-Nenets Autonomous district «TFGI on URFO».
- [4ф.] Carriers B.V., Ovechkin A.M., Koenig V.V., Popov I.I., Pechenkin V.B., Rvachev S.G. Reports of search and prospecting works on the chromites and for 1976—1977 and 1978—1981. The branch in the Yamal-Nenets Autonomous district «TFGI on URFO».
- [5ф.] Smirnova T.A., Doronkin E.V., Nikol'skaya N.E. The study of the localization and the results of structural studies ore field Rai-Iz for 1973—1979. 'Rosgeolfond'.

СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫХ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (РОССИЙСКИЙ СЕКТОР)*

В.В. Костылева¹, Н.П. Чамов¹, С.М. Ляпунов¹,
С.Ю. Соколов¹, А.Е. Котельников²

¹ Геологический институт РАН

ул. Пыжевский пер., 7, Москва, Россия, 110017

² Российский университет дружбы народов

ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Литологическими методами изучены три колонки послеледниковых донных осадков, отобранные в 25-м и 28-м рейсах (2007, 2011 гг.) НИС «Академик Николай Страхов» в центральной и северо-восточной части Баренцева моря. Проведен сравнительный анализ петрографического и геохимического состава современных и позднечетвертичных осадков в районах свода Федынского и у южного обрамления архипелага Земля Франца-Иосифа (ЗФИ). Выявлены источники кластогенного вещества и их влияние на различных этапах послеледникового седиментогенеза. В конце позднего плейстоцена на раннем этапе деградации ледового покрова в процессе ледниково-морской седиментации главным источником кластогенного материала для центральной части Баренцева моря в районе свода Федынского служили гранитоидные породы Кольского полуострова, а для северо-восточной части — вулканогенно-осадочные толщи, слагающие архипелаг ЗФИ. Седиментация сопровождалась интенсивным ледовым разносом, за счет которого происходило смешивание материала из обоих источников. На поздних этапах седиментогенеза на рубеже позднего плейстоцена и голоцена и в голоцене для центральной части Баренцева моря основной источник обломочного вещества оставался неизменным. В северо-восточной части моря в это время осадки формировались за счет рециклинга ранее накопленных отложений, а ледовый разнос не имел столь существенного значения, как на раннем этапе дегляциации. Петрографические и геохимические данные о перераспределении обломочного вещества в послеледниковых донных осадках Баренцева моря могут быть использованы для их стратификации в случае плохой фаунистической охарактеризованности разреза и при отсутствии радиоуглеродных датировок.

Ключевые слова: донные осадки, седиментогенез, дегляциация, ледовый разнос

Многими исследователями признано, что одним из главных аспектов изучения современных и позднечетвертичных осадков Баренцева моря является реконструкция эволюции палеогеографических условий в связи с глобальными изменениями климата в период, последовавший за максимумом последнего оледенения [1; 2; 5; 6; 7; 9]. Следовательно, выявление питающих провинций, агентов транспортировки осадочного материала и изменения путей его переноса на баренцевоморском шельфе в послеледниковую эпоху является весьма актуальной задачей.

* Работа выполнена в рамках госзадания № 01201253182 и при финансовой поддержке РФФИ (Проект № 13-05-12076) и Президиума РАН (Программа I.32, подпрограмма 3.П).

Фактический материал и методы изучения

Основой для петрографического и геохимического исследования послужили осадки, отобранные в следующих рейсах НИС «Академик Николай Страхов»: 25 (2007, руководитель А.В. Зайончек, Геологический институт РАН) и 28 (2011, руководитель — М.К. Иванов, Геологический институт РАН совместно с Геологическим факультетом МГУ). В северо-восточной части Баренцева моря у южного обрамления архипелага ЗФИ изучена колонка послеледниковых донных осадков в трог Нортбрук (станция 2516G). В центральной части Баренцева моря изучены колонки в пределах Центрального поднятия свода Федьинского (станция 51G) и во впадине (станция 57G), разделяющей Центральное и Южное поднятия свода (рис. 1).

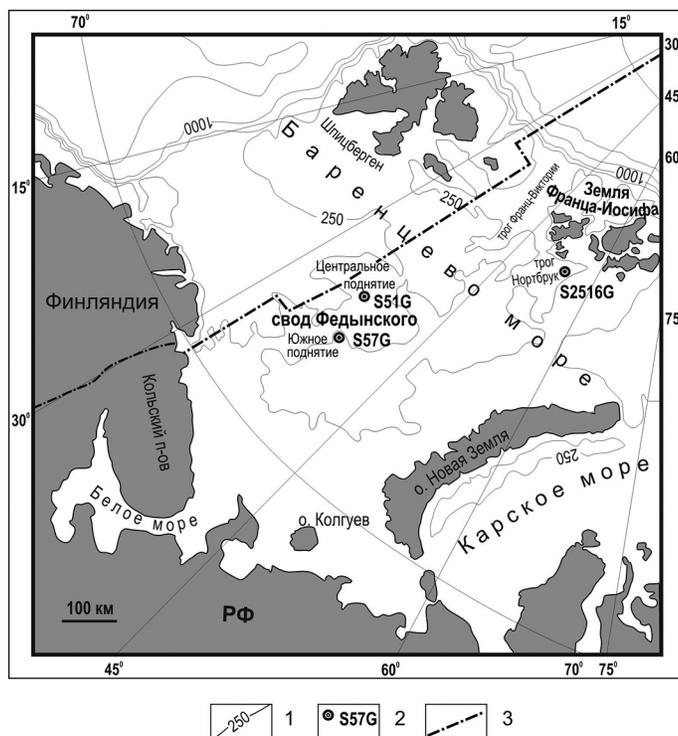


Рис. 1. Расположение станций отбора изученных колонок 25 и 28 рейсов НИС «Академик Николай Страхов»: 1 — изобаты; 2 — станции отбора; 3 — граница РФ

Современные донные осадки и верхняя часть позднечетвертичных осадков были подняты с борта судна при помощи грунтозаборных трубок. Для петрографического исследования образцы отбирались через 5—15 см с учетом литологических особенностей керна, а для геохимического анализа отбор образцов производился равномерно по разрезу через 2 или 4 см в зависимости от мощности и однородности слоя. Количественные петрографические исследования проводилось в прозрачных шлифах с помощью поляризационного микроскопа. При определении состава породообразующих терригенных компонентов псаммитовой фракции использовалась классификационная диаграмма В.Д. Шутова (1972). Геохимические исследования проведены методом РФА для выявления распре-

ления в осадках петрогенных оксидов, процентные соотношения которых свидетельствуют о петрофонде питающих провинций. При реконструкции состава пород источников кластогенного материала для донных осадков использована диаграмма K₂O-Na₂O-CaO Бхатия [8].

Строение разреза

По комплексу литологических, палеонтологических и изотопных радиоуглеродных данных в донных осадках Баренцева моря выделяются три горизонта, соответствующие основным этапам послеледниковой осадконакопления [7; 10]. Нижний (III) и средний (II) горизонты соответствуют этапам ледниково-морской седиментации, происходившей во время деградации ледового покрова в на рубеже позднего плейстоцена и голоцена. Верхний горизонт (I) соответствует голоценовому этапу нормальной морской седиментации. По данным радиоуглеродного датирования формирование осадков нижнего горизонта дегляциации произошло не позднее 13 тыс. лет назад, в конце позднего плейстоцена [3; 6]. Второй горизонт дегляциации соответствует завершающему этапу таяния льдов и выделяется как промежуточный между литологически выраженными нижним и верхним горизонтами. Возраст нижней границы верхнего горизонта составляет около 10 тыс. лет по радиоуглеродной шкале [6; 9]. По данным этих авторов, послеледниковые осадки обычно залегают на ледниковых отложениях, представленных мореными галечными суглинками (диамиктоном).



Рис. 2. Разрезы послеледниковых донных осадков Баренцева моря:

- 1 — ил светло-серый пелитовый и алевроитово-пелитовый; 2 — ил светло-серый и оливково-серый псаммитово-алевритово-пелитовый, часто горизонтально слоистый; 3 — ил темно-серый псаммитово-алевритово-пелитовый; 4 — обломки псефитовой размерности;
- 5 — трубки полихет; 6 — гидротроилит; 7 — горизонты; 8 — глубина моря в месте отбора

Разрезы донных осадков в исследованных колонках, отобранных во впадине, разделяющей Центральное и Южное поднятия свода Федынского и в трого Нортбрук, также имеют трехчленное строение (2516G, 57G) и представлены бескарбонатными илами с примесью псаммитового (3—40%) и псефитового (до 10%) материала. В разрезе колонки 51G, отобранной на Центральном поднятии свода Федынского, выделены только верхний и средний горизонты (рис. 2).

Краткое описание осадков приводится снизу вверх по разрезу.

Нижний (III) горизонт сложен темно-серыми несортированными псаммитово-алевритово-пелитовыми уплотненными илами, неравномерно насыщенными обломками псефитовой размерности (от гравийной до галечной). В колонке 2516G среди несортированных осадков наблюдаются маломощные (до 10 см) прослойки средне сортированных алевритовых илов. Контакт осадков нижнего горизонта с вышележащими илами четкий, неровный. Видимая мощность осадков в пределах трого Нортбрук (станция 2516G) составляет 163 см, а во впадине между Центральным и Южным поднятиями свода Федынского — 88 см (станция 57G).

Средний (II) горизонт представлен пластичными пелитовыми, алевритово-пелитовыми и псаммитово-алевритово-пелитовыми неясно слоистыми или тонкогоризонтальнослоистыми илами серого, светло-серого и оливкового цвета с тонкими прослойками песка глинистого. В основной массе осадков неравномерно рассеяны редкие обломки гравийной и галечной размерности. Верхний контакт четкий, слабоэрозионный. Мощность осадков изменчива. В северо-восточной части шельфа в пределах трого Нортбрук мощность горизонта составляет 166 см (станция 2516G). В районе Центрального поднятия свода Федынского видимая мощность достигает 92 см (станции 51G), а во впадине, разделяющей Центральное и Южное поднятия свода, сокращается до 12 см (станции 57G).

Верхний (I) горизонт сложен светло-серыми пелитовыми или алевритово-пелитовыми в кровле сильно обводненными илами с примесью материала псаммитовой размерности. Изредка наблюдаются обломки псефитовой (от мелкогравийной до крупногравийной) размерности. Характерны тонкие прослойки, примазки и гнезда гидротроилита, трубки полихет и мелкие биотурбационные текстуры. Мощность горизонта незначительно колеблется от 21 до 12 см.

Фаунистические находки в изученных колонках весьма редки и неинформативны [7]. По этой причине данные о вещественном составе осадков являются весьма важными для понимания эволюции седиментогенеза на баренцевоморском шельфе в послеледниковую эпоху [4].

Петрографическая и геохимическая характеристика осадков

Осадки в изученных шлифах представлены алевритово-пелитовыми илами с различным количеством обломков псаммитовой и мелкопсефитовой размерности. По визуальной оценке, количество псаммитового материала колеблется от 3 до 35%, редко увеличиваясь до 50% в осадках III горизонта в районе свода Федынского. Обломочный материал плохо сортированный, редко среднесортированный. Окатанность кристаллокластов и обломков пород различная: хорошая, средняя и плохая, наблюдаются также неокатанные зерна. Микротекстура бес-

порядочная или градационная (в тонкослоистых осадках II горизонта). Степень зрелости песчаного материала постепенно увеличивается снизу вверх по разрезу.

В районе свода Федынского (колонка 57G) в осадках нижнего горизонта (III) песчаный материал имеет аркозовый состав, в единичных образцах мезомиктовый кварцевый (рис. 3, *a*). Количество обломочного кварца (60—65%) и полевых шпатов (25—30%) высокое. Обломки пород находятся в подчиненном количестве (5—10%, редко до 15%).

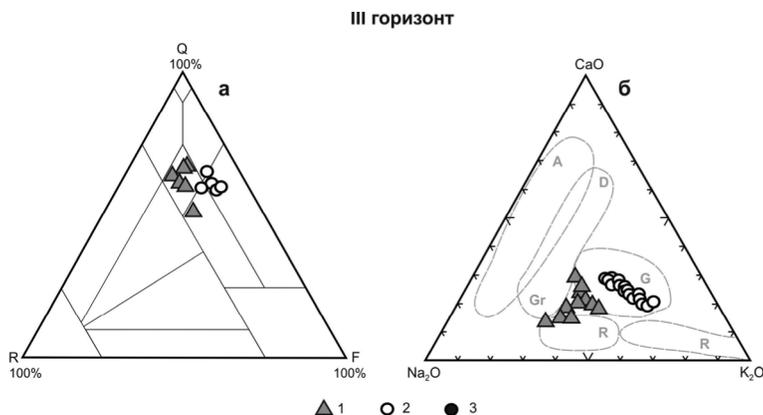


Рис. 3. Петрографический и геохимический состав донных осадков нижнего горизонта (III): *a* — расположения фигуративных точек составов песчаной фракции; *б* — расположение фигуративных точек составов осадков на диаграмме K_2O-Na_2O-CaO ; 1 — трог Нортбрук (колонка 2516G); 2 — впадина между Центральным и Южным поднятием свода Федынского (колонка 57G); 3 — Центральное поднятие свода Федынского (колонка 51G); Q — кварц, — обломки пород; F — полевые шпаты; A — андезиты; D — дациты; Gr — гранодиориты; G — граниты; R — рециклинговые осадки

Полевые шпаты представлены как плагиоклазами, так и калиевыми разновидностями (КПШ). Среди обломков пород песчаной и гравийной размерности преобладают углистые аргиллиты и алевролиты, реже встречаются мелкозернистые песчаники, перекристаллизованные кислые эффузивы и хлоритизированные гиллокласты основного состава. Наблюдаются также обломки гранитоидов в виде полевошпатово-кварцевых микросростков. Судя по составу породообразующих компонентов, главным источником псаммитового и псефитового материала на раннем этапе ледниково-морской седиментации для центральной части Баренцева моря в районе свода Федынского служили породы гранитоидного состава. Это подтверждается геохимическими данными. На диаграмме М.Р. Бхатия фигуративные точки составов осадков располагаются в поле гранитов (рис. 3, *б*). Присутствие в илах примеси грауваккового материала (обломков осадочных и вулканогенных пород) не отразилось на их геохимической характеристике.

В трог Нортбрук (колонка 2516G) в осадках нижнего (III) горизонта песчаный материал имеет мезомиктовый кварцевый, а в отдельных образцах смешанный граувакково-аркозовый состав (рис. 3, *a*). Количество кристаллокластов кварца (52—68%) и обломков пород (13—22%) довольно высокое. Содержание полевых шпатов сравнительно низкое (14—19%), только в отдельных образцах повышенное до 26%. Полевые шпаты представлены плагиоклазами, редко микроклином. Состав обломков пород в целом аналогичен таковому в осадках нижнего гори-

зонта свода Федынского. Преобладают углистые алевролиты и аргиллиты, реже мелкозернистые песчаники, перекристаллизованные кислые эффузивы с реликтами микрофельзитовой структуры и хлоритизированные гиалокласты основного состава. Кроме этого, часто встречаются обломки измененных базальтов, тонкозернистых карбонатных пород и гранитоидов мелкопсефитовой размерности. Таким образом, для северо-восточной части моря в районе трога Нортбрук, судя по составу и количеству обломков пород в осадках, накопление осадочного материала осуществлялось как вследствие переотложения диамиктона или дочетвертичных вулканогенно-осадочных толщ, так и за счет пород гранитоидного состава. Действительно, на диаграмме М.Р. Бхатия фигуративные точки составов осадков группируются между полем рециклинговых пород и полями гранитоидов, тяготея к последним.

В донных осадках среднего горизонта (II) района свода Федынского (колонки 51G, 57G) песчаный материал имеет вещественно более зрелый состав, чем в подстилающем горизонте: полевошпатово-кварцевый, реже аркозовый (рис. 4, а).

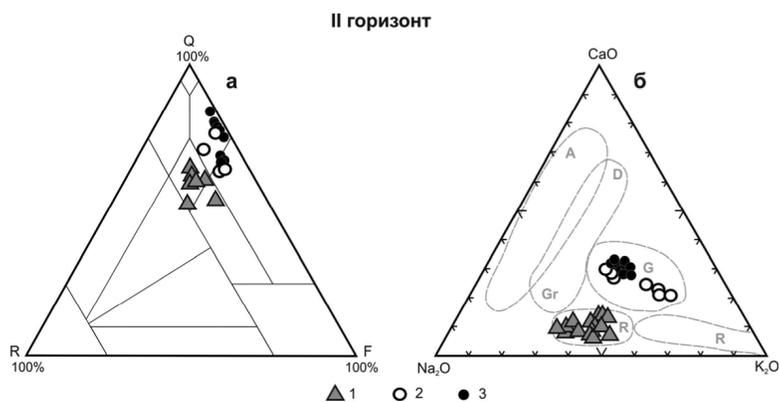


Рис. 4. Петрографический и геохимический состав донных осадков среднего горизонта (II): а — расположения фигуративных точек составов песчаной фракции; б — расположение фигуративных точек составов осадков на диаграмме K_2O-Na_2O-CaO . Условные обозначения см. рис. 3.

Количество обломочного кварца в целом увеличивается (63—84%), а полевых шпатов (15—27%, плагиоклазов, КПШ) и обломков пород (1—10%), представленных той же ассоциацией, что и в подстилающем горизонте, незначительно снижается. На геохимической диаграмме K_2O-Na_2O-CaO фигуративные точки составов осадков так же, как для нижележащего слоя, сконцентрированы в поле гранитов (см. рис. 4, б). Следовательно, на позднем этапе дегляциации, как и на раннем, для центральной части баренцевоморского шельфа главным источником осадочного вещества являлись гранитоидные породы. Более высокая степень зрелости песчаного материала, вероятно, связана с постепенным внутрибассейновым вызреванием кластики.

В троге Нортбрук в осадках среднего (II) горизонта состав песчаной фракции практически аналогичен таковому в осадках нижнего горизонта и имеет мезомиктовый, изредка граувакково-аркозовый состав (см. рис. 4, а). Количество кластогенного кварца по-прежнему довольно высокое (52—64%), а содержание по-

левых шпатов (плагиоклазов, изредка КПШ) слабо увеличивается (19—32%). Количество обломков пород псаммитовой и мелкопсефитовой размерности не-закономерно колеблется в разрезе (10—24%). При этом встречаемость обломков вулканитов, карбонатов и гранитоидных пород в верхних частях горизонта уменьшается. Не смотря на петрографическую схожесть породообразующих компонентов песчаной фракции в осадках нижнего и среднего горизонтов, на диаграмме М.Р. Бхатия фигуративные точки составов осадков среднего горизонта сосредоточены в поле рециклинговых пород. По-видимому, в северо-восточной части Баренцева моря на позднем этапе дегляциации накопление осадков происходило исключительно за счет переотложения древних вулканогенно-осадочных толщ, диамиктона и отложений нижнего горизонта.

В современных донных осадках верхнего горизонта (I) как в районе свода Федынского, так и в трог Нортбрук песчаный материал во всех изученных образцах имеет полевошпатово-кварцевый состав (рис. 5, а).

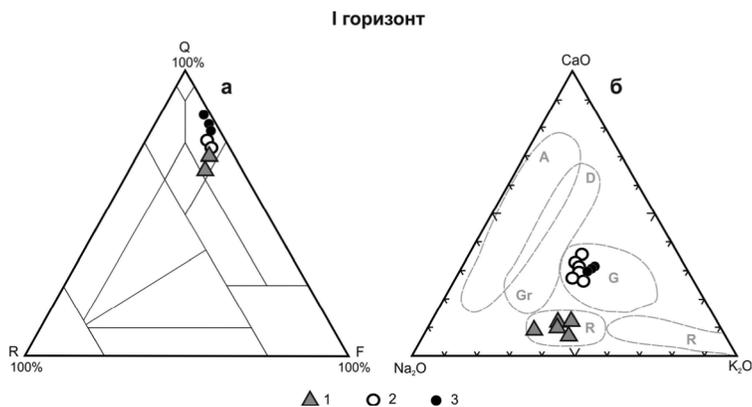


Рис. 5. Петрографический и геохимический состав донных осадков верхнего горизонта (I):
 а — расположения фигуративных точек составов песчаной фракции; б — расположение фигуративных точек составов осадков на диаграмме K_2O-Na_2O-CaO .
 Условные обозначения см. рис. 3.

В илах колонки 2516G содержание зерен кварца высокое (66—71%), а полевых шпатов (22—23%, в основном плагиоклазов) и обломков пород (7—12%) снижено. В осадках колонок 57G, 57G количество кластогенного кварца более высокое (72—85%), а полевых шпатов (14—22%, плагиоклазов, КПШ) и обломков пород (1—6%) в целом более низкое, чем в подстилающем горизонте. Обломки пород представлены углистыми алевролитами и аргиллитами, редко, в колонке 2516, хлоритизированными гиалокластами.

Геохимическая характеристика голоценовых илов идентична таковой в подстилающем горизонте (рис. 5, б). В районе свода Федынского фигуративные точки составов осадков сконцентрированы в поле гранитов, а в трог Нортбрук — в поле рециклинговых пород. Таким образом, на современном этапе осадконакопления источники осадочного вещества остались неизменными с начала позднего этапа дегляциации. Общее увеличение степени зрелости песчаного материала в голоценовых илах связано с разрушением нестойких кластогенных компонентов в условиях нормально-морской седиментации.

Обсуждение результатов

Исходя из полученных данных по петрографическому и геохимическому составу донных осадков, можно сделать предположение о генезисе и доминирующем влиянии тех или иных источников обломочного материала на различных этапах послеледниковой истории изученной части Баренцева моря.

Судя по петрографическому составу породообразующих кластогенных компонентов псаммитовой фракции и соотношениям петрогенных оксидов К, Na, и Са в осадках, главным источником обломочного материала для района свода Федынского на протяжении всего послеледникового времени служили гранитоидные породы. Очевидно, что в глинистые осадки центральной части Баренцева моря основная масса псаммитового материала поступала с побережья Кольского полуострова. Присутствие в илах двух нижних горизонтов некоторого количества обломков осадочных (в основном углистых песчаников, алевролитов и аргиллитов) и вулканогенных пород свидетельствует о незначительном смешивании за счет ледового разноса гранитоидного и грауваккового материала с архипелага ЗФИ на раннем этапе деградации ледника и в начале позднего этапа дегляциации.

Для северо-восточной части моря в районе трога Нортбрук на раннем этапе ледниково-морской седиментации формирование осадков также осуществлялось за счет нескольких источников. Основная часть материала поступала в результате переотложения вулканогенно-осадочных мезозойских пород, слагающих скальные выходы ЗФИ, или окружающих архипелаг маренных отложений (диамиктона) сходного состава. Значительное количество обломочного материала, судя по геохимическим данным и присутствию в осадках неокатанных обломков гранитоидов, также поступало с Кольского полуострова за счет дальнего ледового разноса. Не исключено, что присутствие в илах нижнего горизонта литокластов карбонатных пород является следствием абразии айсбергами карбонатных массивов палеозойского возраста, выступающих на морском дне северо-западнее и юго-восточнее ЗФИ [2]. На позднем этапе деградации ледового покрова, несмотря на петрографическое сходство и количественные взаимоотношения породообразующих кластогенных компонентов псаммитовой фракции, осадки формировались главным образом за счет рециклинга более древних осадочных толщ, в том числе и осадков нижнего горизонта дегляциации. По-видимому, на северо-востоке Баренцева моря на позднем этапе таяния ледника осадконакопление контролировалось в основном бассейновыми процессами, а дальний ледовый разнос не имел столь существенного значения, как на раннем этапе дегляциации. Формирование голоценовых осадков, исходя из идентичности их геохимического состава подстилающим илам среднего горизонта, также происходило за счет размыва и переотложения ранее накопленных осадков.

Увеличение степени зрелости песчаного материала и усреднение его петрографического состава в голоценовых илах, как в центральной, так и в северо-восточной части Баренцева моря связано с внутрибассейновым вызревaniem кластики в условиях нормально-морской седиментации, при незначительной роли ледового разноса.

Выводы

В позднем плейстоцене на раннем этапе ледниково-морской седиментации источником обломочного псаммитового и псефитового материала для центральной части Баренцева моря в районе свода Федьинского служили в основном гранитоидные породы Кольского полуострова. На северо-восточной периферии моря накопление обломочного материала осуществлялось как в следствие переотложения диамиктона или дочетвертичных вулканогенно-осадочных мезозойских толщ ЗФИ, так и за счет гранитоидов Кольского полуострова. Смешивание материала из различных источников происходило за счет интенсивного ледового разноса.

На рубеже позднего плейстоцена и голоцена и в голоцене для центральной части шельфа источник обломочного вещества оставался неизменным. В северо-восточной части Баренцева моря в это время осадки формировались за счет рециклинга более древних осадочных толщ, в том числе и осадков нижнего горизонта дегляциации. Происходило постепенное внутрибассейновое вызревание кластики и усреднение ее состава. Ледовый разнос не имел столь существенного значения, как на раннем этапе дегляциации.

Петрографические и геохимические данные о перераспределении обломочного вещества в послеледниковых донных осадках центральной и северо-восточной части Баренцева моря могут быть использованы для расчленения разрезов в случае их плохой фаунистической охарактеризованности и при отсутствии радиоуглеродных датировок.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Блажчишин А.И., Линькова Т.И., Кириллов О.В., Шкатов Е.П.* Строение плиоцен-четвертичной толщи дна Баренцева моря на разрезе: полуостров Рыбачий — острова Земля Франца-Иосифа. Позднечетвертичная история и седиментогенез окраинных и внутренних морей. М.: Наука, 1979.
- [2] *Дибнер В.Д., Кордикова А.А., Разин В.К.* Первые результаты исследований донных отложений в районе Земли Франца Иосифа // Информационный бюллетень Института геологии Арктики. Вып. 15. 1959. С. 43—51.
- [3] *Ионин А.С., Павлидис Ю.А., Щербаков Ф.А.* Проблемы геоморфологии гляциальных шельфов // Геоморфология. 1993. № 1. С. 15—31.
- [4] *Костылева В.В.* О вещественных критериях расчленения послеледниковых донных осадков Баренцева моря (Российский сектор) // Палеострат-2016. Годичное собрание секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. Москва, 26—28 января 2016 г. Тезисы докладов. М., 2016. С. 43—44.
- [5] *Левитан М.А., Лаврушин Ю.А., Штайн Р.* Очерки истории седиментации в Северном Ледовитом океане и морях Субарктики в течение последних 130 тыс. лет. М.: ГЕОС, 2007. 404 с.
- [6] *Мурдмаа И.О., Иванова Е.В.* Послеледниковая история осадконакопления в шельфовых впадинах Баренцева моря // Литология и полезные ископаемые. 1999. № 6. С. 576—595.
- [7] *Чамов Н.П., Костылева В.В., Соколов С.Ю., Котельников А.Е.* О возможном влиянии газоносных флюидов на состав донных отложений в районе свода Федьинского (Баренцево море) // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2015. № 1. С. 62—72.
- [8] *Bhatia M.R.* Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. J. Geol. 1983. V. 91. № 6. P. 611—627.

- [9] Murdmaa I., Ivanova E., Duplessy J-C., Levitan M., Khusid T., Bourtman M., Alekhina G., Alekseeva T., Belousov M., Serova V. Facies system of the Eastern Barents Sea since the last glaciation to present. *Marine Geology*. 2006. P. 275—303.

COMPOSITION AND ORIGIN OF POSTGLACIAL BOTTOM SEDIMENTS FROM CENTRAL AND NORTHEASTERN PARTS OF THE BARENTS SEA (RUSSIAN SECTOR)

V.V. Kostyleva¹, N.P. Chamov¹, S.M. Lyapunov¹, S.Yu. Sokolov¹, A.E. Kotelnikov²

¹ Geological Institute of RAS

Pyzhevsky lane, 7, Moscow, Russia, 110017

² Peoples' Friendship University of Russia

Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The lithology of postglacial bottom sediments are studied in cores from central and north-eastern part of the Barents Sea (25 and 28 cruises of R/V "Academic Nikolai Strakhov" in 2007 and 2011 respectively). Petrographic and chemical composition of modern and late Quaternary sediments from the Fedynskii swell area and the southern rim of the Franz Josef Land were examined. The study revealed sources of clastic material and permitted to estimate their influence on the various stages of post glacial sedimentation. At the end of Late Pleistocene (the initial phase of the ice cover degradation) granitoid rocks of the Kola peninsula are considered to be the main source of clastics in the Fedynskii swell area, while volcanic-sedimentary strata that compose FJL governed sedimentation in the North-East. Sedimentation was accompanied by intense ice-rafting that resulted in mixing of clastics from both sources. At the Late Pleistocene to Holocene boundary and later in Holocene the main source of clastic material remained unchanged in the central part of the sea. In the North-East sedimentation was controlled by recycling of previously accumulated deposits. Ice-rafting had no significant values such as at early deglaciation phase. In the case of poor faunal characterization and/or the absence of radiocarbon data petrographic and geochemical study can be used for stratification of the Barents sea bottom sediments.

Key words: sediments, sedimentogenesis, deglaciation, ice-rafting

REFERENCES

- [1] Blazhchishin A.I., Linkova T.I., Kirillov O.V., Shkatov E.P. A structure a Pliocene — quaternary thickness of a bottom of the Barents Sea on a section: Rybachy Peninsula — the islands of Franz Joseph Land. Late quaternary history and sedimentogenesis of suburban and closed seas. M.: Nauka [Science], 1979.
- [2] Dibner V.D., Kordikova A.A., Razin V.K. The first results of researches of ground deposits near Franz Joseph Land. The Newsletter of Institute of Geology of the Arctic. 1959. No 15. Pp. 43—51.
- [3] Ionin A.S., Pavlidis Iu.A., Shcherbakov F.A. Geomorphology problems of glacial shelves. *Geomorphology*. 1993. No 1. Pp. 15—31.
- [4] Kostyleva V.V. About material criteria of a partition of postglacial ground rainfall of the Barents Sea (The Russian sector). *Paleostrat-2016*. Year meeting of section of paleontology of MOIP and

- the Moscow office of Paleontologic society at the Russian Academy of Sciences. Moscow. Theses of reports, 26-28 of January 2016. Pp. 43—44.
- [5] Levitan M.A., Lavrushin Yu.A., Stein R.M. Sedimentation history sketches in the Arctic Ocean and the seas of the Subarctic region during the last 130 thousand years. M.: GEOS, 2007. 404 p.
 - [6] Murdmaa I.O., Ivanova E.V. Postglacial history of sedimentation in shelf hollows of the Barents Sea. Lithology and mineral resources. 1999. No 6. Pp. 576—595.
 - [7] Chamov N.P., Kostyleva V.V., Sokolov S.Iu., Kotelnikov A.E. The possible impact of gas-bearing fluids on sediment in the arch Fedynskogo (Barents sea). Bulletin of Peoples' Friendship University. Series: Engineering studies. 2015. No 1. Pp. 62—72.
 - [8] Bhatia M.R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. J. Geol. 1983. V. 91. № 6. P. 611—627.
 - [9] Murdmaa I., Ivanova E., Duplessy J-C., Levitan M., Khusid T., Bourtman M., Alekhina G., Alekseeva T., Belousov M., Serova V. Facies system of the Eastern Barents Sea since the last glaciation to present. Marine Geology. 2006. P. 275—303.

GOLD-BEARING MINERALIZED ZONES OF THE YUZHNOE ORE OCCURRENCE AND ITS COMPARISON WITH LODE GOLD DEPOSITS OF YENISEI RIDGE

R.Kh. Mansurov

Central Research Institute of Geological Prospecting for base and precious metals
(FSUE TsNIGRI)

Varshavskoe shosse, 129, bld.1, Moscow, Russia, 117545

The relevance of the discussed issue is caused by the need to detect a new gold ore deposits within the Yenisei ridge to replenish the mineral resources of gold ore in Russia. The main aim of the study is to explore the features of geological structure and gold ore mineralized zones of ore occurrence Yuzhnoe in order to forecast gold ore bodies, and to substantiate the continuation of geological exploration. The prospecting is realized by the express method of prospecting of gold ore deposits in difficult mountain-taiga landscapes using a complex of lithogeochemical sampling for secondary dispersion halos, schlich, point and trench sampling; spectrochemical analysis for determination of gold content, ICP-MS, atomic-and-absorption, X-ray phase analysis and isotope-geochemical methods are used. The complex of prospecting methods allowed to reveal the ore-controlling zone of fold-discontinuous deformations and localize within it the ore occurrence Yuzhnoe. This ore occurrence is located at the south-eastern part of the Sredne-Ishimbinskaya area in the zone of dynamic influence of Ishimbinskiy deep fault system. The gold ore mineralized zones are revealed within the ore occurrence. They are presented by a series of lode gold stockwork subparallel bedding zones with low average gold content. A detection of gold ore bodies is forecasted within the most wide and lengthy zone Central'naya. Continuation of geological exploration is recommended. A comparison of the ore occurrence with model objects is carried out. A set of common criteria and indicators of ore occurrence with lode gold-sulfide deposits of the Yenisei ridge — Olimpiadninskoye, Veduginskoye, etc. and with «carlin» type deposits is established. For the first time in the region the gold ore mineralized zones in carbonate-terrigenous carbonaceous sediments of kartochki and aladyinskaya series of the Middle Riphean are detected. Perspectives of gold-bearing mineralization of the eastern slope of the Yenisei ridge are defined.

Key words: the eastern slope of the Yenisei ridge, the gold ore occurrence Yuzhnoe, aladyinskaya and kartochki series, gold-bearing mineralized zones

Introduction

Vast majority of gold deposits in the Yenisei ridge is localized in the tuffaceous-carbonate-terrigenous flyshoid carbonaceous sediments of Lower-Middle Riphean (udereyskaya, gorbilokskaya, kordinskaya series) and Lower Proterozoic (penchenginskaya series) [7]. There are two main geological and economic types of deposits: gold-sulphide-quartz (gold-bearing mineralized zones with vein-veinlets and vein-disseminated deposits — Olimpiadninskoe, Veduginskoe, Blagodatnoe, etc.) and gold-(low-sulfide)-quartz (veins and systems of veins — Sovetskoe, El'dorado, Ayakhtinskoe, Vasil'yevskoe deposits, etc.) [5]. Structurally almost all gold ore deposits of the Yenisei ridge belong to the belt of SSW orientation width of 40 km between Tatarskiy (from the West) and

Ishimbinskiy (from the East) “long-lived” deep ore-controlling faults. The gold-(low-sulfide)-quartz type deposits predominantly “gravitate” to the zone of the Ishimbinskiy fault and the gold-sulphide-quartz — to exocontacts of massive granitoid intrusions within the zone of dynamic influence of the Tatarskiy fault [7].

Prospecting for gold ore mineralization realized by FSUE TsNIGRI within the Sredne-Ishimbinskaya area located in the eastern part of Yenisei ridge demonstrates the perspectives of detection of gold ore deposits in the another lithologic and stratigraphic layer (upper than aforementioned) (fig. 1). The research carried out in the period from 2013 to 2015 years has revealed a new type of gold-mineralized zones localized in carbonaceous carbonate-terrigenous sediments of kartochki-aladyinskaya and potoskuyskaya series of the Upper-Middle Riphean —the Yuzhnoe gold ore occurrence (fig. 2).

The main objective of the research was localization and evaluation of forecast resources of gold ore by P₂ category. The author of this article have been the field team-leader and the executive in charge. Under his guidance an entire complex of exploration and post-processing of the data set were carried out. The employees of the FSUE TsNIGRI have taken part in the research — S.G. Kryazhev (Head of the department of mineralogy and isotope geochemistry), B.S. Zelikson (Researcher), A.V. Kurmaev (second category engineer), S.S. Dvurechenskaya (senior researcher) et al.

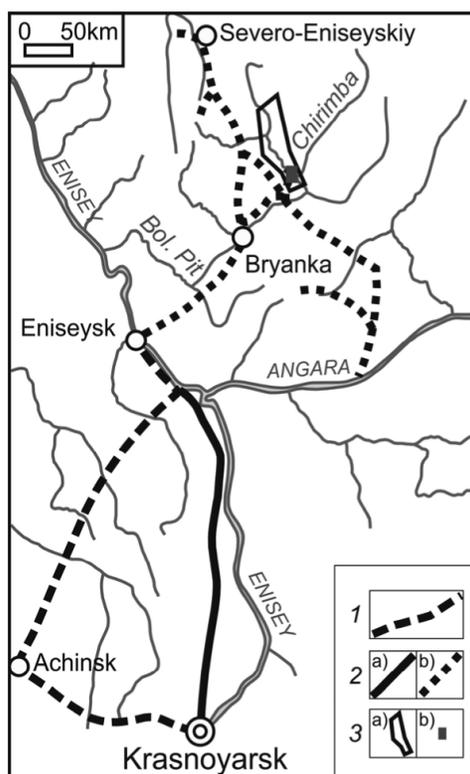


Fig. 1. Geographic-administrative map of the survey area:
 1 — railway lines; 2 — auto roads: a) I class, b) ground;
 3 — contours: a) of the Sredne-Ishimbinskaya perspective area,
 b) of the gold ore occurrence Yuzhnoe

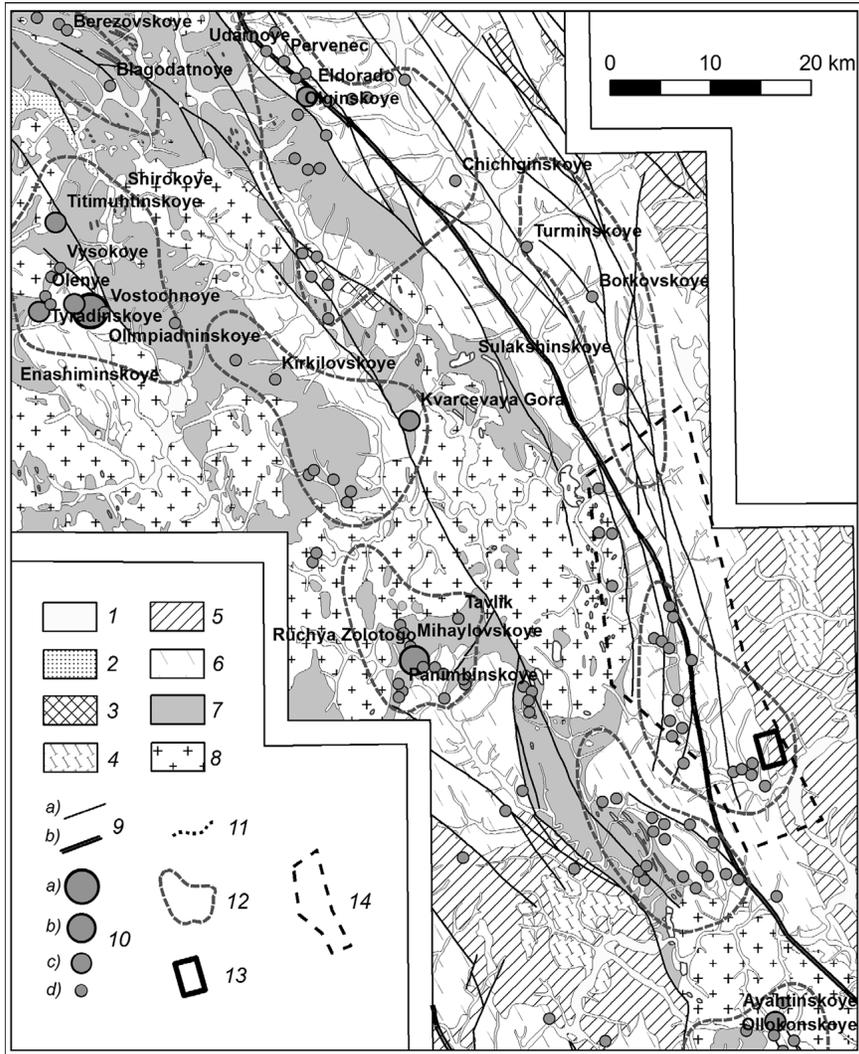


Fig. 2. Overview scheme of the central and eastern parts of the Yenisei ridge (compiled with using data of OAO «Krasnoyarskgeols'emka»):

1–7 — stratified formations: 1 — quaternary sediments; 2 — carbonate-terrigenous calcareous-dolomitic-siltstone-sandstone variegated complex (nemchanskaya (Vnm), pod'emskaya (Vpd), suvorovskaya (Vsv), moshakovskaya (Vms), chistyakovskaya (Vcv), aleshinskaya (Val) series); 3 — carbonate-terrigenous calcareous-sandstone-siltstone-schist complex (chividinskaya (R3cv), kar'yernaya (R3krr), lopatinskaya (R3lp) series); 4 — flysch carbonate-terrigenous carbonaceous calcareous-sandstone-schist complex (sukhokhrebtinskaya (R3sh), gorevskaya (R3grv), moryanikhinskaya (R3mr), dashkinskaya (R3ds), nizhneangarskaya (R3na), mokrinskaya (R3mk), rybinskaya (R3rb), boreminskaya (R3br), udoronokaya (R3ud) series); 5 — carbonaceous carbonate-terrigenous dolomitic-calcareous-phyllite-sandstone-schist complex (shuntarskaya (R3sn), potoskuyskaya (R3pt), alad'inskaya (R2al), kartochki (R2kr) series); 6 — carbonaceous volcanogenic-carbonate-terrigenous tuffaceous-calcareous-phyllite-sandstone-schist complex (udereyskaya (R2ud), gorbilokskaya (R2gr), kordinskaya (R2kd) series); 7 — carbonate-terrigenous crystalline-schist complex (penchenginskaya series (PR2pn)); 8 — intrusive formations: plagiogranodiorite complex (tatarsko-ayakhtinsky granodiorite-plagiogranite (R3ta), teyskiy gneiss-granite (R2te)); 9 — faults: a) «long-lived» zones of faults, b) co-directional fault; 10 — gold ore deposits and ore occurrences: a) very large, b) large, c) average, d) ore occurrence; 11 — line-formed gold placers (in exploration, in exploit, wasted); 12 — contours of gold ore and placer ore units; 13 — contour of the Yuzhnoe gold ore occurrence; 14 — contour of the Sredne-Ishimbinskaya perspective area

Methods of the research

The exploration carried out according the methodology for prospecting of gold ore deposits in difficult mountain-taiga landscapes approved FSUE TsNIGRI [3]. Research methodology provides a complex application of geological, geochemical and geophysical research methods. The first step of research was:

1) studying of the prospective area by a series of basic profiles, including geological routes, lithochemical sampling for secondary dispersion halos, geophysical surveys (magnetic, gravity, electrical exploration) [1; 5];

2) geochemical prospecting of dispersion flux (scale 1:50 000);

3) geological routes (scale 1:25 000, 1:10 000). As a result we have localized an ore-controlling zone of fold-discontinuous deformations in the south-eastern part of the Sredne-Ishimbinskaya prospective area [5]. The next step was a detailed research works within the zone of fold-discontinuous deformations:

— geochemical prospecting of secondary dispersion halos (sampling density 200×20 m),

— excavation of pits depth of 0,8 m with schlich and lithochemical sampling of deep-lying productive layer of diluvium (intervals between the pits are 20—40 m),

— excavation of pits to bedrock (intervals of 10—20 m between the pits).

Research of this stage revealed a series of potential gold-bearing mineralized zones, with gold content more than 0,1 g/t in secondary dispersion halos.

The last step of exploration was: trenching; drilling.

The last stage of prospecting allowed to localize a several gold-bearing mineralized zones located in carbonaceous terrigenous-carbonate layers of the Upper-Middle Riphean — the Yuzhnoe gold ore occurrence.

Results of the research

As a result of the complex of prospecting works a wide (more than 1 km) gold anomaly (more than 0,01 g/t in the secondary dispersion halos) corresponding to the zone of fold-discontinuous deformations of the Yuzhnoe gold ore occurrence was detected (fig. 3). The zone is localized at the intersection of faults of several directions: north-east (the system of faults feathering to Ishimbinskaya deep ore-controlling fault zone), north-west (faults are sub-parallel to folding containing quartz veins and intensively hydrothermal-metasomatic modified rocks) [5].

Within the ore-controlling zone of fold-discontinuous deformations the gold-bearing mineralized zones in the central and eastern parts of the Yuzhnoe gold ore occurrence are identified (fig. 4). Gold content within the gold-bearing mineralized zones is more than 0,1 g/t in primary as well as secondary dispersion halos. The mineralized zones are composed of silicified, sulfidized (pyrite), brown spar (ankerite) alteration of host rocks of varying degrees of saturation by quartz, (muscovite)-ankerite-quartz veins and veinlets. These zones are localized in carbonate sediments (calcareous-shale, marl, metasomatic modified limestone, metasomatic modified dolomite) of kartochni and aladyinskaya series combined of the suhopitskaya series of the Middle Riphean. The width of the gold-bearing mineralized zones is more than 400 m, the length is more than 1000 m. The zones coincide with gold schlich halos in which, on average, we detected 8—10 gold grains in each schlich, maximum — 21 grains. The most frequent size of gold grains is relatively small — not more than 0,2—0,4 mm.

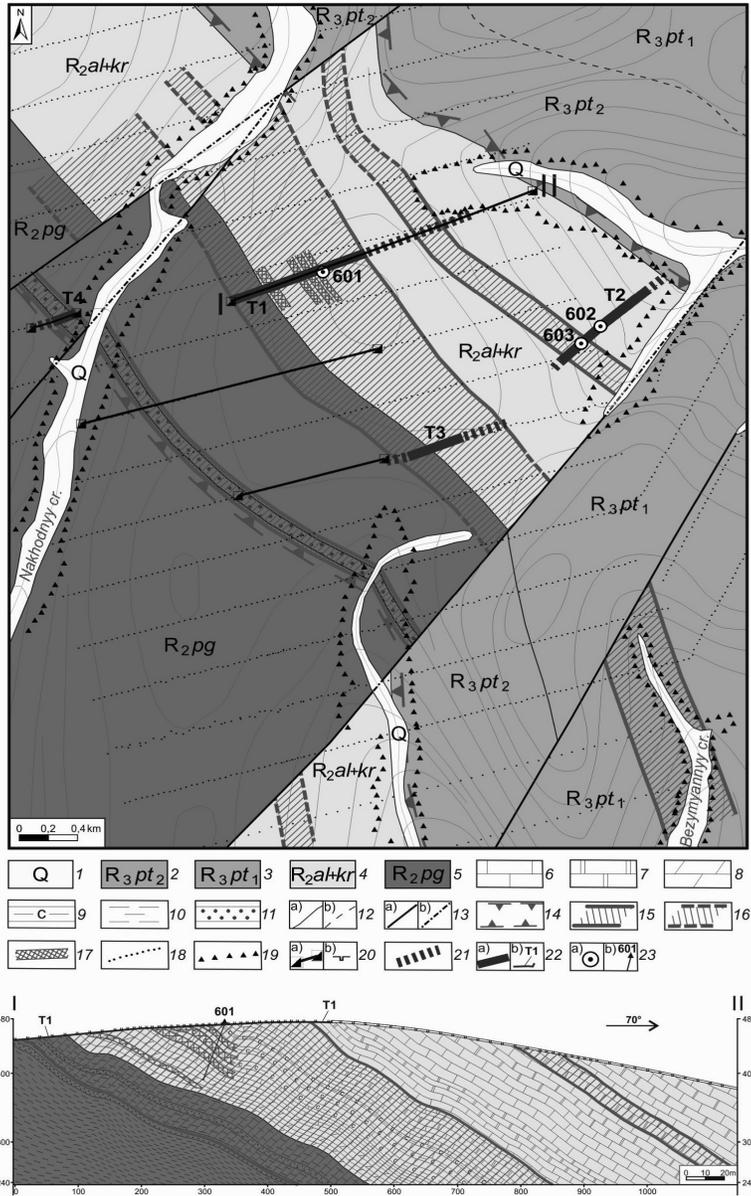


Fig. 3. Geological scheme of the Yuzhnoe gold ore occurrence and geological section by the profile I-II: 1 — quaternary sediments; 2-5 — carbonaceous carbonate-terrigenous sediments of the Riphean: 2-3 — tungusiskaya formation, potoskuyskaya series: 2 — upper subseries: shales with interlayers of limestones, 3 — lower subseries: siltstone shales with interlayers of limestones and dolomites; 4-5 — sukhopitskaya formation: 4 — alad'inskaya and kartochki series combined: limestones partially marbled, calcareous dolomites with interlayers of carbonaceous calcareous shales, 5 — pogoryuyskaya series: siltstone shales; 6-11 — литологические обозначения lithological designation (in the geological section): 6 — limestones, 7 — limestones partially marbled, 8 — calcareous dolomites, 9 — carbonaceous calcareous shales, 10 — siltstone shales, 11 — quartzitic sandstones with interlayers of quartzites; 12 — geological boundaries: a) determined, b) supposed; 13 — faults: a) determined, b) supposed; 14 — ore controlling zone of foliation (in the scheme); 15-16 — gold ore mineralized zones: 15 — determined, 16 — supposed; 17 — potential gold ore zones; 18 — points of lithogeochemical sampling for secondary dispersion halos; 19-23 — excavations: 19 — pits depth of 0,8—1,0 m, 20 — bore pits: a) in the scheme, b) in the geological section, 21 — bulldozer trenches depth of 1,0 m, 22 — bulldozer trenches excavated to bedrock: a) in the scheme, b) in the geological section, 23 — drill-holes: a) in the scheme, b) in the geological section

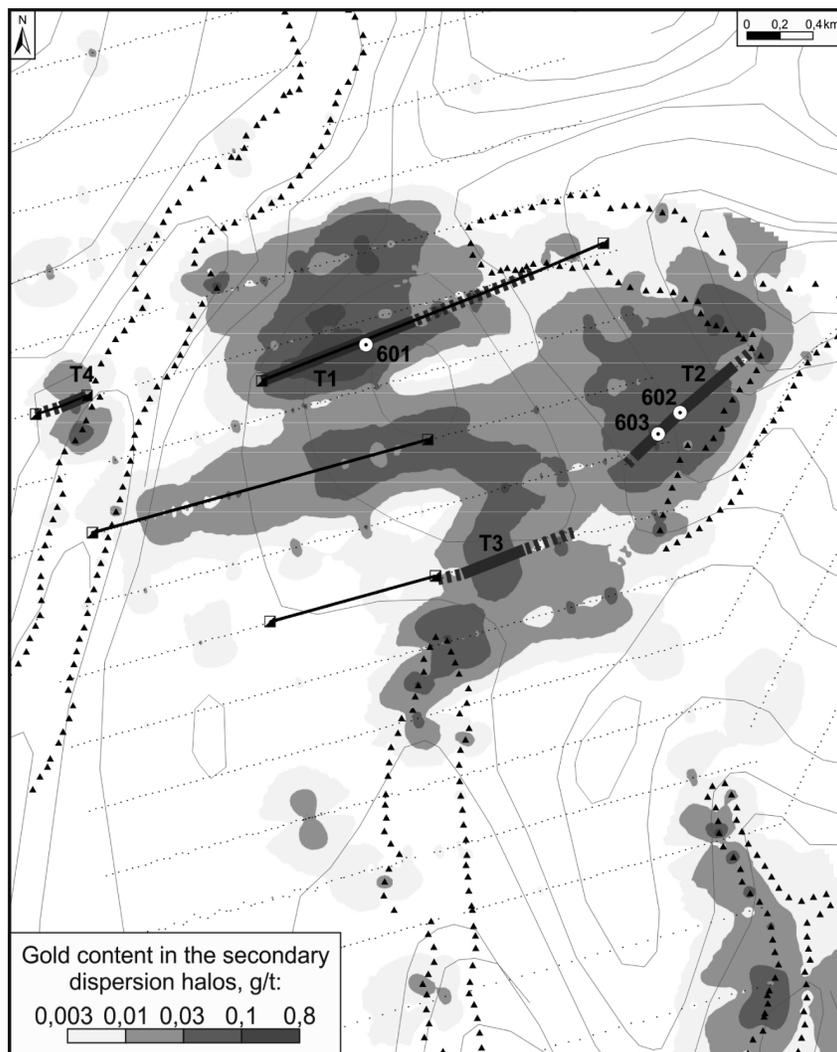


Fig. 4. Map of allocation of gold grades in the secondary dispersion halos at the ore occurrence Yuzhnoe. The legend is in the fig. 3

Within the gold-bearing mineralized zones there are the epicenters of the highest gold contents (more than 0,3 g/t) in primary and secondary dispersion halos — gold ore zones, representing areas of saturation by veinlets and veins (8—12 or more veinlets and veins per 1 meter) of quartz, ankerite-quartz composition with intense dissemination of sulfides (up to 5—7%). The width of the gold ore zones amounts to 200 m, the length amounts to 800 m. The ore zones are sub-parallel to folding orientation and its characterized by linearity similar to stockwork morphology.

On the periphery of the gold anomalies in secondary dispersion halos the anomalous fields of zinc (more than 0,007%) are detected. The gold anomalies correspond to the anomalous field of manganese ($\geq 0,2\%$). The expansion of manganese is associated with widespread of brown spar alteration of host rocks (iron-magnesian manganese-containing carbonate minerals) within the ore-controlling zone of fold-discontinuous deformations, increasing in the gold-bearing mineralized zones. Brown spar alteration of host rocks

processes, probably, occurred during several stages directly related to ore-mineralization of the Yuzhnoe gold ore occurrence. The process of formation of auriferous brown spar alteration zones can be ore-preliminary. Gold deposits have been formed within these zones during reworking of auriferous rocks by following processes [4].

Specialized schlich-geochemical study of schlich samples (electromagnetic and heavy non-magnetic fractions) shows that their average gold content is practically identical. But according to ICP-MS the concentration of As, Sb, Bi, W, Cu, Ni, Co, Pb, Zn, Mo in the electromagnetic fraction are three times higher than in the heavy non-magnetic one. The correlation analysis of each fraction determines practically identical structure of correlations in auriferous Au — As — Bi and accompanying Cu — Ni — Co — Mn associations. Furthermore there are significant positive correlations in the ranges of Na — K, Ca — Mn — Sr.

According the results of isotope-geochemical study of the Yuzhnoe gold ore occurrence (by S.G. Kryazhev, department of mineralogy and isotopic geochemistry of FSUE TsNIGRI) the sulfur of pyrites is anomalously enriched in the heavy isotope ($\delta^{34}\text{S} = +16.0...+19\%$). So the gold ore mineralization of the Yuzhnoe gold ore occurrence differs from the known gold ore objects of the Yenisei Ridge. The enrichment of sulfur of sulphides in the heavy isotope can be correlated with auriferous layered zones of sulphide dissemination in terrigenous-carbonate sediments volume of the lode gold-sulphide Veduginskoe deposit ($\delta^{34}\text{S} = +12.0...+14\%$) and with gold ore objects of “carlin” type ($\delta^{34}\text{S}$ amounts $+18\%$) [6; 8].

Discussion of the results

During the research the author has analyzed a numerous published data set about gold ore deposits and occurrences within the Yenisei ridge. The objective has been a detection of favorable for gold ore mineralization structural-substantial complexes and conditions of formation of gold ore deposits. As a results the forecast-prospecting (geological-prospecting) models of several deposits of gold-quartz (Ayakhtinskoe, Vasil'yevskoe, El'dorado), gold-antimony-quartz (Udereyskoe, Razdolinskoe), gold-(low-sulfide)-quartz (Titimukhta, Gervedskoe, Sovetskoe) and gold-sulphide (Olimpiadninskoe, Veduginskoe, Blagodatnoe, Bogolyubovskoe, Tyradinskoe) geological and economic types have been composed. Among these types of the objects the most perspective to increase the mineral resource base of gold ore in the region are the deposits and ore occurrences of the gold-(low-sulfide)-quartz and the gold-sulphide types. They should be considered like a general group of gold ore objects with significant sulphide disseminated ores with low (1—3 g/t) gold content on the average and large (lode) volumes of ores [2]. The gold-bearing zones of the Yuzhnoe gold ore occurrence, at this stage of research, should be referred to this group.

In reviewing the general group of the gold-(low-sulfide)-quartz and the gold-sulphide types of deposits (including the gold-bearing zones of the Yuzhnoe gold ore occurrence) there are a series of common and combining forecast-prospecting features of these deposits (especially for objects of the gold-sulphide type). There are some of them:

1. Localization in gentle parts of fold flanks complicated folding of higher orders;
2. Position at the intersection of tectonic faults of several directions, including the system of faults feathering to Ishimbinskaya deep ore-controlling fault zone;

3. Considerable spatial distance (more than 10 km) from large outcropping intrusive granitoid massifs; there may be hidden deep-seated intrusions;

4. Location in chlorite subfacies of regional metamorphism of greenschist facies; localization in carbonate-dominated sediments;

5. The linear stockwork morphology sub-parallel to folding ore zones (width of the mineralized zones is a few hundred meters) which are composed of silicified, brown spar (ankerite) rocks saturated various width transversal and conformable quartz, sericite (muscovite)-ankerite-quartz veins and veinlets with intense impregnation of sulfides (5—7 vol. %) with lower average gold concentration;

6. Wide sustained secondary dispersion halos of gold (amount 0,1 g/t); at the same time, low arsenic content in primary and secondary dispersion halos;

7. The ore-controlling zones of fold-discontinuous deformations comprising gold-mineralized zone are represented by high anomaly of induced polarization and low apparent resistivity.

Conclusion

The most important scientific and practical result of the research is the identifying of gold-bearing mineralized zones located in carbonaceous carbonate-terrigenous sediments of kartochki-aladyinskaya and potoskuyskaya series of the Upper-Middle Riphean. For the first time in the region the perspectives of detection of gold ore deposits within the eastern slope of the Yenisei ridge are established. The gold-bearing zones within the Yuzhnoe gold ore occurrence are recommended to further study in order to identify the gold ore bodies. Consequently, we prognosticate the detection of large-dimension stockwork-type gold mineralization with lower gold concentration on the average.

Further study requires to realize a more detailed analysis and synthesis of the data set obtained during the research. It is necessary to compose a forecast-prospecting model of the Yuzhnoe gold ore occurrence to carry out the prospecting for gold ore deposits of the same type.

REFERENCES

- [1] Abramov V.Yu. Geophysical methods of prospecting and exploration of alluvial deposits and deposits in weathering crusts: Teaching aid. Moscow, RUDN, 2014. 198 p.
- [2] Diakonov V.V., Kotelnikov A.E., Kotelnikov E.E. Porphyry gold ore mineralization and its' relations with paleovolcanic structures. Bulletin of Russian peoples' friendship university. Series: Engineering researches. 2011. No. 1. Pp. 62—66.
- [3] Ivanov A.I. A set of bedrock gold-oriented techniques and methods for exploration in the mountainous taiga environments. Ores and Metals. 2014. No. 1. Pp. 36—42.
- [4] Ivanov A.I. The gold of the Baikal-Pathom (geology, ore mineralization, prospects). Moscow, TsNIGRI, 2014. 215 p.
- [5] Mansurov R.Kh., Zelikson B.S., Kurmaev A.V. Express method of prospecting of gold deposits in difficult mountain-taiga landscapes on the example of prospecting of lode gold mineralization within the Sredne-Ishimbinskaya area. Ores and Metals. 2015. No. 4. Pp. 39—50.
- [6] Sazonov A.M., Romanovsky A.E., Shvedov G.I., Leontyev S.I., Zvyagina E.A. Veduginskoe gold-sulphide deposit (The Yenisei ridge). Ores and Metals. 1994. No. 2. Pp. 86—97.

- [7] Serdiuk S.S., Komorovsky Yu.E., Zverev A.I., Oyaber V.K., Vlasov V.S., Babushkin V.E., Kirilenko V.A., Zemlyansky S.A. Gold deposits' models of Yeniseian Siberia. Krasnoyarsk, Siberian Federal University, 2010. 584 p.
- [8] Fedorchuk V.P. About genesis of carlin-type gold deposits. Ores and Metals. 2000. No. 1. Pp. 76—78.

ЗОЛОТОНОСНЫЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫЕ ЗОНЫ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ЮЖНОЕ И ЕГО СОПОСТАВЛЕНИЕ С КРУПНООБЪЕМНЫМИ ЗОЛОТОРУДНЫМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

Р.Х. Мансуров

Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных
и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ)
Варшавское шоссе, 129, к. 1, Москва, Россия, 117545

Актуальность настоящей работы обусловлена необходимостью выявления новых золоторудных месторождений в пределах Енисейского кряжа с целью восполнения минерально-сырьевой базы коренного золота России. Целью исследований является изучение особенностей геологического строения и золотоносных минерализованных зон рудопроявления Южное с целью прогнозирования промышленных золоторудных тел, обоснование дальнейших геологоразведочных работ на объекте исследований. Поисковые работы осуществлялись по экспрессной методике поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах с применением комплекса литохимического по вторичным ореолам рассеяния, шлихового, точечного и бороздового опробования, выполнялись химико-спектральный на золото, ICP-MS, пробирно-атомно-абсорбционный, рентгено-фазовый анализы, проводились изотопно-геохимические исследования. Комплексирование методов поисков позволило выявить рудоконтролирующую зону складчато-разрывных деформаций и локализовать в ее пределах рудопроявление Южное, расположенное в юго-восточной части Средне-Ишимбинской перспективной площади в зоне динамического влияния системы Ишимбинского глубинного разлома. В пределах рудопроявления выявлены золотоносные минерализованные зоны, представляющие собой серию крупнообъемных зон-залежей штокверкоподобного строения субсогласного залегания с низкими средними содержаниями золота. В пределах наиболее мощной и протяженной минерализованной зоны Центральной прогнозируется выявление промышленных золоторудных тел, рекомендуется продолжение геологоразведочных работ на объекте. Проведено сопоставление рудопроявления с объектами-аналогами, установлен ряд общих критериев и признаков исследуемого объекта с крупнообъемными золото-сульфидными месторождениями Енисейского кряжа — Олимпиадинским, Ведугинским и др., а также с месторождениями «карлинского» типа. Впервые в регионе выявлены золотоносные минерализованные зоны в среднерифейских углеродсодержащих терригенно-карбонатных отложениях свит аладинской и карточки. Установлены перспективы золотоносности восточного склона Енисейского кряжа.

Ключевые слова: восточный склон Енисейского кряжа, рудопроявление Южное, свиты аладинская и карточки, золотоносные минерализованные зоны

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Абрамов В.Ю.* Геофизические методы поисков и разведки россыпных месторождений и месторождений в корах выветривания: учеб. пособие. М.: РУДН, 2014. 198 с.
- [2] *Дьяконов В.В., Котельников А.Е., Котельников Е.Е.* Золотопорфировое оруденение и его связь с палеовулканическими структурами // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2011. № 1. С. 62—66.
- [3] *Иванов А.И.* Экспрессный метод поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах // Руды и металлы. 2014. № 1. С. 36—42.
- [4] *Иванов А.И.* Золото Байкало-Патома (геология, оруденение, перспективы). М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2014. 215 с.
- [5] *Мансуров Р.Х., Зеликсон Б.С., Курмаев А.В.* Применение экспрессной методики поисков золоторудных месторождений в горно-таежных ландшафтах на примере поисковых работ на большеобъемное золотое оруденение в пределах Средне-Ишимбинской площади // Руды и металлы. 2015. № 4. С. 39—50.
- [6] *Сазонов А.М., Романовский А.Э., Шведов Г.И., Леонтьев С.И., Звягина Е.А.* Ведугинское золото-сульфидное месторождение (Енисейский кряж) // Руды и металлы. 1994. № 2. С. 86—97.
- [7] *Сердюк С.С., Коморовский Ю.Е., Зверев А.И., Оябрь В.К., Власов В.С., Бабушкин В.Е., Кириленко В.А., Землянский С.А.* Модели месторождений золота Енисейской Сибири. Красноярск, 2010. 584 с.
- [8] *Федорчук В.П.* О генезисе золоторудных месторождений карлинского типа // Руды и металлы. 2000. № 1. С. 76—78.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СОСТАВА ЛАТЕРИТНЫХ КОР ВЫВЕТРЕВАНИЯ ФУТА ДЖАЛОН-МАНДИНГО

Л.К. Филатова, Коррейя Гомеш Жалика

Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 117198

В статье рассматривается влияние геоморфологического фактора на особенности строения латеритных кор выветривания на примере бокситононой провинции Фута Джалон Мандинго. На данной площади латеритные (в том числе бокситоносные) коры выветривания образовались в основном по алюмосиликатным терригенно-осадочным породам (алевро-пелитам, аргиллитам и мелкозернистым песчаникам) платформенного чехла, повсеместно залегающего субгоризонтально, а также по силлам долеритов, интрузирующих эти отложения. Материнский субстрат на этих площадях близок по своему составу и залеганию, а климатические условия сходные.

На рассмотренной территории рельеф в генерализованном виде представлен сочетанием плоских, пологоволнистых и пологоступенчатых поверхностей, представляющих собою фрагменты разновозрастных выровненных поверхностей с различными абсолютными отметками от 100—120 м до 1450—1538 м; с запада на восток к оси морфоструктуры увеличивается количество ступеней и их абсолютные отметки; склонов, разделяющих эти поверхности — от относительно пологих (10—15°) до крутых и обрывистых; выровненных пространств нижних геоморфологических уровней, в которые врезаны долины рек и их притоков; при этом с запада на восток от Приморской равнины к оси морфоструктуры Фута Джалон-Мандинго абсолютные отметки нижних геоморфологических уровней поднимаются от 70—100 м на западе, в бассейнах Тингилинита и Когон, и до 500—700 м в центральной части Фута Джалон Мандинго; собственно днища долин основных рек с комплексом молодых позднеплейстоценовых и голоценовых террас, пойменными и русловыми отложениями.

Ключевые слова: геоморфология, коры выветривания, латериты, бокситы, Фута Джалон-Мандинго, рельеф

На выположенных поверхностях высоких и средних уровней, начиная с абсолютных отметок 160—180 м на западе (район Voké) до 1450—1530 м на востоке по оси Фута Джалон Мандинго (у города Mali), поисковыми и разведочными работами установлено присутствие латеритных бокситоносных кор выветривания полного профиля с бокситовым горизонтом. В таблице приведены данные о мощности и качестве бокситов на месторождениях, разделенных по абсолютным отметкам [1].

Как видно из статистических данных, параметры качества бокситов и их мощность очень близки, можно сказать, однотипны. На всех этих месторождениях ниже бокситового горизонта залегают нижние железистые латериты с плитами и/или линзами ферриплантитов. Единичные скважины, которыми пересечена кора выветривания по всей мощности, показали, что нижележащий горизонт

глин имеет мощность от первых метров до 25—30 м. В его основании находятся дезинтегрированные материнские породы зоны начального разложения. Режимных гидрогеологических наблюдений на большинстве из этих месторождений не проводилось, но по аналогии с вышерассмотренным обобщенным профилем выветривания ясно, что и на этих месторождениях вертикальная минералогическая зональность соответствует гидрогеологической зональности.

Таблица

Характеристика бокситов, залегающих на средних и высоких уровнях рельефа в провинции Фуга Джалон Мандинго

Интервал абсолютных отметок, м	Количество месторождений	Средняя мощность бокситов, м	Среднее содержание, масс %		Кондиции на содержание Al_2O_3 при подсчете запасов, %	Преобладающие районы распространения
			Al_2O_3	SiO_2		
150—300	65	6,2	46,2	2	40	Боке I, Фриа
300—600	58	6,4	44,9	2,1	35; 40	Западный и Восточный Туге, Донголь-Сигон, Бафинг-Тене и др.
600—900	28	7,6	47,2	2,5	35; 40	Донголь-Сигон, Западный и Восточный Туге, Бафинг-Тене
900—1200	57	5,6	44,4	2	35; 40	Плато Лабе, Северо-западная Дабола, Бантинель
1200—1538	8	5	46,3	3,1	40	Мали, Далаба-Маму
150—1538	221	6,2	45,8	2,25	—	—

Наличие близких по мощности и по качеству бокситов свидетельствует о близких мощностях зоны инфильтрации, внутри которой особенности газового режима определили разделение алюминия и железа, с обособлением бокситового горизонта.

Для всех районов выровненные поверхности бовалей, на которых развиты бокситоносные коры выветривания описанного полного профиля, имеют либо господствующее гипсометрическое положение, либо как минимум значительное превышение над местным базисом эрозии и над пьедестальным нижним уровнем рельефа, т.е. условия расчлененности рельефа обеспечивают промывной гидрогеологический режим.

На склонах, разделяющих выровненные «бокситоносные» поверхности, имеют место несколько вариантов особенностей строения латеритных кор выветривания, в зависимости от крутизны этих склонов.

На крутых (с углами наклона более 30—35°) и обрывистых склонах латеритные коры выветривания практически отсутствуют, так как здесь скорость физического выветривания (разрушение и смыл) превышает скорость химического выветривания. На некоторых участках фрагментарно отмечаются так называемые экстралатеритные проявления бокситового состава [2]. Чаще всего они встречаются на склонах по долеритам и представлены так называемыми образованиями *rain d'érise*; мощность их обычно первые метры. Это в полном смысле остаточные

продукты выветривания без перераспределения вещества. На этих склонах нет постоянного уровня грунтовых вод и процесс выветривания полностью, на всю мощность проходит как бы в зоне инфильтрации. Они не имеют никакого практического значения ни по масштабам, ни по качеству этих бокситистых пород.

На пологих склонах (10—15°), как правило, разрезы латеритных кор выветривания близкие по своему строению полному профилю. Зачастую у тылового шва таких склонов, где накапливается делювиальный шлейф, мощность бокситов увеличивается до 12—16 м.

По краю бовалей со склонами 15—20°, ниже переходящими в крутые склоны, наблюдается эрозионное срезание верхних зон с выходами на поверхность нижних зон, например (что наиболее часто встречается), нижних железистых латеритов с ферриплантитами. При вскрытии глинистых мягких горизонтов они быстро уничтожаются до коренных пород.

На нижних выровненных уровнях рельефа, которые, как правило, прислонены к склонам более высоких бовалей, развиты в основном безбокситовые железистые латеритные коры выветривания. В таких разрезах нижний железистый горизонт как бы сливается с верхней железистой кирасой, не оставляя места для бокситов. Гидрогеологическая зона инфильтрации на этих уровнях в сезон дождей либо очень маломощная, либо вообще отсутствует, и зеркало грунтовых вод поднимается к поверхности рельефа.

Только в тех случаях, когда эти плиоцен-плейстоценовые и плейстоценовые поверхности (нижние уровни) выходят на местные водораздельные пространства и развиты по благоприятному материнскому субстрату с высокой проницаемостью (фильтрационной способностью), здесь могут образоваться бокситоносные латеритные коры полного профиля или экстра-латериты.

В качестве примера можно привести бокситоносные латеритные образования по нефелиновым сиенитам острова Каса (архипелаг Los). Здесь на абсолютных отметках +10—20 м в результате латеритного выветривания нефелиновых сиенитов сформировалось небольшое месторождение бокситов. По этим массивным крупно- и среднекристаллическим породам, бескварцевым и высокоглиноземистым, сильнотрещиноватым, с легко разлагаемыми минералами, за относительно непродолжительный период (по-видимому, со среднего плейстоцена) успел образоваться в основном экстралатеритный профиль выветривания. Но в центральных частях месторождения, как было показано на разведочных профилях, ниже бокситов, имеющих здесь мощность до 6—7 м, залегает горизонт псевдоморфных глин, с мощностью до нескольких метров. В своей верхней части (под бокситами) глины более железистые. В самой верхней части — у поверхности — бокситы становятся красноцветными с несколько повышенным содержанием железа. То есть проявляются основные тенденции вертикальной минералогеохимической зональности, характерной для бокситоносного латеритного профиля выветривания.

На выположенной поверхности вторичного водораздела с абсолютными отметками около 30 м по телу архейских амфиболитов в кристаллических сланцев на Приморской равнине вблизи д. Фарморей развиты бокситоносные латеритные

коры выветривания. Возраст этой денудационной поверхности, плавно сопряженной с II морской террасой, не древнее раннего плейстоцена, возможно, среднего плейстоцена.

Материнские породы — амфиболиты, как и вмещающие кристаллические сланцы, имеют крутое (~65—75°) залегание и рассланцованы, благодаря чему зеркало грунтовых вод находится относительно глубоко. Соответственно, здесь сформировался полный профиль латеритного выветривания с бокситовым горизонтом и с характерной классической минералого-геохимической зональностью (рис. 1, *a*).

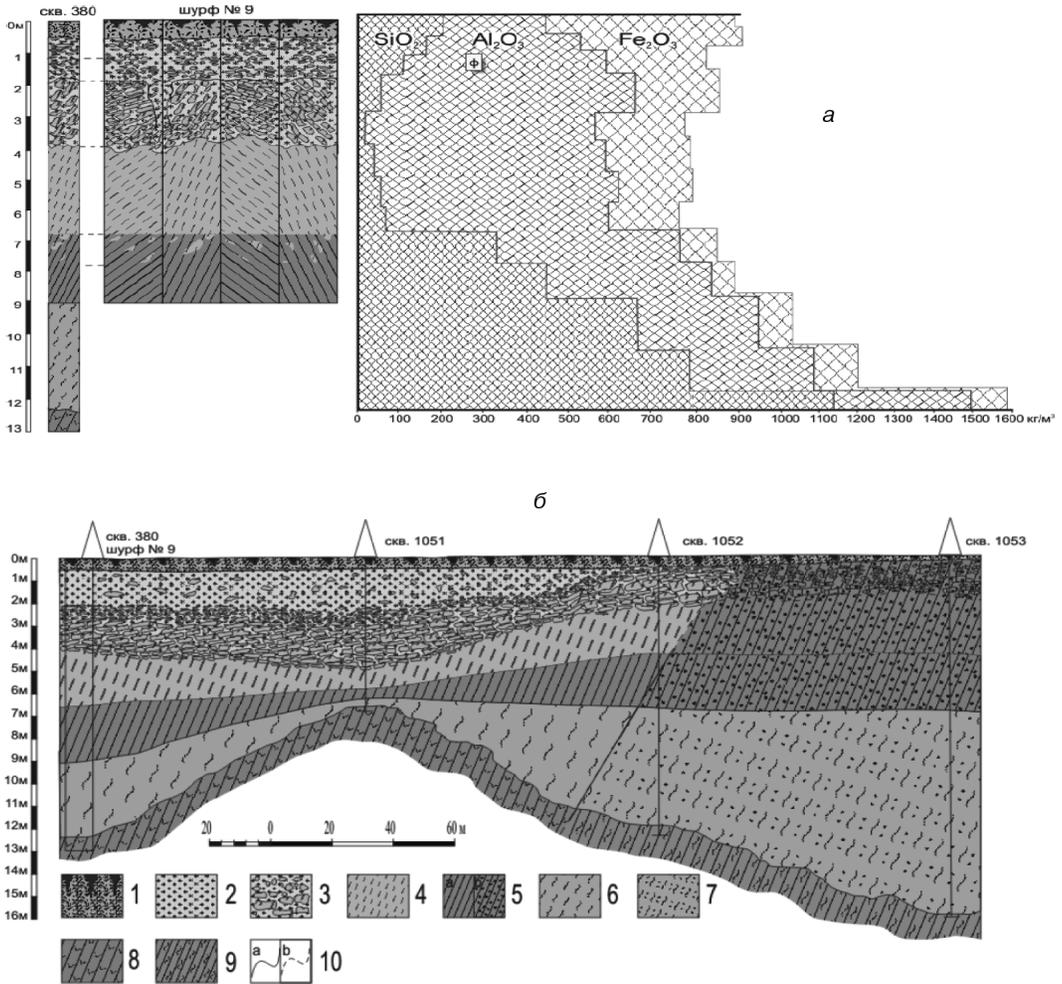


Рис. 1. Строение бокситоносной латеритной коры выветривания по данным документации шурфа и сопряженной колонковой скважины на амфиболитах (*a*) и геологического профиля по поперечной линии поисковых скважин (*b*) на месторождении Farmogéya: 1 — почвенно-растительный слой; 2 — обломочные железисто-глиноземистые породы; 3 — слабосмещенные уплощенные обломки псевдоморфных бокситов в железисто-глиноземистом цементе; 4 — псевдоморфные бокситы; 5 — гиббсит-каолинит-гетитовые породы переходной зоны: *a* — по амфиболитам, *b* — по кварц-биотит-пироксеновым сланцам; 6 — горизонт псевдоморфных глин по амфиболитам; 7 — то же по кварц-биотит-пироксеновым сланцам; 8 — амфиболиты раннепротерозойского возраста; 9 — кварц-биотит пироксеновые кристаллические сланцы раннепротерозойского возраста; 10 — контакты: *a* — резкие, *b* — постепенные

Как это видно на разрезе по профилю поисковых скважин (рис. 1, б), распространение бокситов достаточно строго ограничено именно амфиболитами. При переходе на вмещающие кристаллические сланцы, с большим количеством кварца в крупных (более 1—3 мм) выделениях, продукты выветривания становятся железистыми малоглиноземистыми и с высоким содержанием кремнезема (не только в форме кварца, но и каолинита).

Несмотря на различия материнского субстрата (нефелиновых сиенитов и амфиболитов) и уровня содержания общего глинозема, проявления бокситов острова Каса и Фарморей имеют сходство. В тех и других бокситах отмечено повышенное содержание каолинита. Это, по-видимому, связано с их недостаточной зрелостью (из-за относительно небольшой продолжительности выветривания) подобно тому, как группой российских исследователей [3] предложено относить к незрелым бокситам продукты латеритного выветривания на месторождении 1 Мая и ряде других месторождений Южного Вьетнама.

На осадочных породах (алевропелитах и аргиллитах девона, силура и кембрия), залегающих субгоризонтально на нижних ступенях (позднеплиоценовых и плейстоценовых) и пьедестальном уровне рельефа, бокситоносных латеритных кор выветривания и, соответственно, месторождений бокситов не выявлено.

В днищах долин коры выветривания под отложениями I террасы и пойм представлены только глинистым элювием, это преимущественно светлые каолинистые и полиминеральные глины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мамедов В.И., Макстенек И.О., Сума Н.М.Л. Бокситоносная провинция Фута Джалон — Мандинго (Западная Африка) // Геология рудных месторождений 1985. Т. XXVII. № 2. С. 72—82.
- [2] Бушинский Г.И. Геология бокситов. М.: Недра, 1971.
- [3] Михайлов Б.М., Броневой В.А., Одокий Б.Н., Селиверстов Ю.П., Теняков В.А., Якушев В.М., Богатырев Б.А. Латеритные покровы современной тропической зоны Земли // Литол. и полезн. ископ. 1981. № 4. С. 85—100.

GEOMORPHOLOGICAL FACTOR DETERMINING STRUCTURAL FEATURES OF THE COMPOSITION OF LATERITIC BAUXITE WEATHERING CRUST FOUTA DJALON-MANDINGO

L.K. Filatova, Correia Gomes Jalica

Peoples' Friendship University of Russia
Ordgonikidze str., 3, Moscow, Russia, 117198

The article considers the impact of the geomorphological factors on the structural features of the lateritic weathering crusts on the example of the province Fouta Jallon Mandingo.

In a given area lateritic (including bauxite) weathering crusts formed mainly by silica-clastic sedimentary rocks (aleuro-pelites and argillites and fine-grained Sandstone) platform cover, deposited

sub horizontally everywhere, and dolerites, sills of these deposits. The parent substrate in these areas is close in its composition and occurrence, and climatic conditions are similar.

In the study area the relief is generalized in the form presented by the combination of flat, sloping and progesterone the surfaces, represent fragments of aligned surfaces of different ages with different absolute elevations of 100—120 m to 1450—1538 m; from West to East to the axis of the structure increases the number of steps and their absolute marks; the slopes separating the surface — a relatively shallow (10—15°) to steep and steep; flat land of the lower geomorphic levels, that are embedded in the valleys of the rivers and their tributaries; in this case, from West to East from the coastal plains to the axis of the morphological structure of the Fouta Jallon-Mandingo the absolute level of the bottom of geomorphological levels rise from 70—100 m in the West, in the basins Tinguilinta and cogon, and up to 500—700 m in the central part of the Fouta Jallon-Mandingo; the actual bottoms of valleys of the main rivers complex c young late Pleistocene and Holocene terraces, floodplain and channel deposits.

Key word: Geomorphology, weathering crust, lateritious, bauxites, Fouta Jallon Mandingo, Relief

REFERENCES

- [1] Mamedov V.I., Makstenek I.O., Suma N.M.L. Bauxites province Futa Jalon — Mandingo (West Africa) // *Geology of ore deposits* 1985. T. XXVII. № 2. P. 72—82.
- [2] Bushinsky G.I. *Geology of bauxites*. M.: Nedra, 1971.
- [3] Mikhaylov B.M., Bronevoy V.A., Odoky B.N., Seliverstov Yu.P., Tenyakov V.A., Yakushev V.M., Bogatyrev B.A. Laterite covers of modern tropical zones of the Earth. *Lithology and useful minerals*. 1981. № 4. P. 85—100.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 72:004.925.83

КОМПЬЮТЕРНОЕ ВАРИАНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ БИОНИЧЕСКИХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ

Г.А. Вирченко¹, С.Л. Шамбина²

¹ Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
пр. Победы, 37, Киев, Украина, 03056

² Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

Изложена методика вариантного формообразования поверхностей бионических архитектурных объектов на основе применения обобщенных компьютерных параметрических моделей. Приведены соответствующие примеры, выполнен их анализ.

Ключевые слова: архитектурное проектирование, бионическое формообразование, компьютерное вариантное моделирование поверхностей

В настоящее время, как и на протяжении многих предшествующих столетий, окружающий нас мир служит основой для заимствования архитекторами в их профессиональной деятельности. Это обусловлено не только эстетичной привлекательностью природных объектов, но и большой функциональностью их формы, обеспечивающей высокую степень прочности, надежности, адаптации к изменяющимся внешним условиям и т.д.

В научно-технической литературе имеются издания, например [1], систематизированно освещающие вопросы математического описания разнообразных поверхностей, используемых во многих сферах жизнедеятельности человека. Соответствующим примером служит также работа [2]. В статье [3] сделан обзор бионического формообразования в современном архитектурном проектировании.

Целью настоящей публикации является изложение методики автоматизированного вариантного построения бионических поверхностей архитектурных объектов на основе применения обобщенных параметрических геометрических моделей. При большом числе различных анализируемых поверхностей данный подход позволяет заменять отдельные компьютерные модели одной обобщенной,

что существенно повышает производительность автоматизированного архитектурного проектирования. Предлагаемая методика является развитием исследования [3]. На рисунке 1 представлены некоторые бионические формы в соответствии с этой работой.

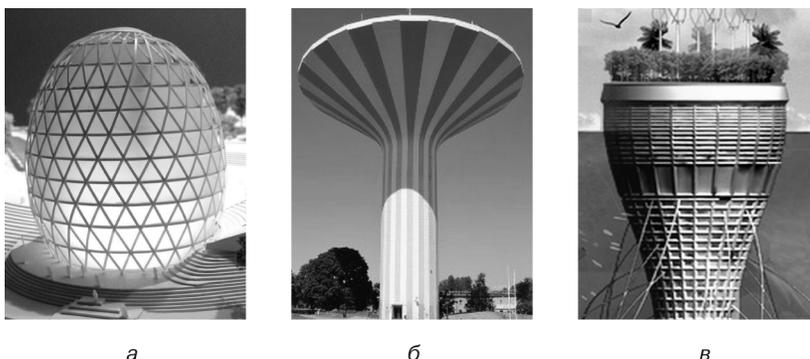


Рис. 1. Примеры бионических архитектурных объектов в виде яйца (а); гриба (б); цветоложа (в)

Для иллюстрации приемов моделирования были отобраны объекты, создаваемые на основе фигур вращения. Рассматриваемый далее подход к компьютерному вариантному формообразованию также применим к таким классам поверхностей, как винтообразные, спиралевидные и пр.

В качестве базовых элементов используются дуги кривых второго порядка

$$\mathbf{r}(u_i) = \frac{(1-u_i)^2 \mathbf{r}_{0i} + w_i 2u_i(1-u_i) \mathbf{r}_{1i} + u_i^2 \mathbf{r}_{2i}}{(1-u_i)^2 + w_i 2u_i(1-u_i) + u_i^2}, \quad (1)$$

где i — номер дуги; \mathbf{r}_{0i} , \mathbf{r}_{1i} , \mathbf{r}_{2i} — радиус-векторы вершин характеристических треугольников; $w_i \geq 0$ — весовые коэффициенты; $u_i \in [0, 1]$ — параметры.

На рисунке 2 показаны несколько вариантов бионических архитектурных форм, построенных в правой прямоугольной системе координат $Oxuz$ с вертикальной осью z , вокруг которой вращаются две дуги (1), расположенные в плоскости xz . Первая кривая имеет координаты $z \leq 0$, вторая — $z \geq 0$. Точка соединения $\mathbf{r}_{21} = \mathbf{r}_{02}$ этих дуг находится на оси x , что обеспечивает в плоскости xu стык по окружности необходимого радиуса R двух отсеков получаемой составной поверхности вращения. Положение \mathbf{r}_{01} определяет высоту H_1 и нижний радиус R_1 первого из них, а \mathbf{r}_{22} — высоту H_2 и верхний радиус R_2 второго. Вершины \mathbf{r}_{11} , \mathbf{r}_{12} и весовые коэффициенты w_1 , w_2 используются для дополнительного управления формой и размерами проектируемых отсеков $\mathbf{r}(u_1, v)$ и $\mathbf{r}(u_2, v)$, уравнения которых записываются в виде

$$\begin{aligned} \mathbf{r}(u_1, v) &= (x, y, z) = (\mathbf{r}_x(u_1)\cos(v), \mathbf{r}_x(u_1)\sin(v), \mathbf{r}_z(u_1)), \\ \mathbf{r}(u_2, v) &= (x, y, z) = (\mathbf{r}_x(u_2)\cos(v), \mathbf{r}_x(u_2)\sin(v), \mathbf{r}_z(u_2)), \end{aligned} \quad (2)$$

где $\mathbf{r}_x(u_1)$, $\mathbf{r}_z(u_1)$, $\mathbf{r}_x(u_2)$, $\mathbf{r}_z(u_2)$ — x и z компоненты радиус-векторов (1), $v_i \in [0, 2\pi]$ — угол поворота образующих $\mathbf{r}(u_1)$ и $\mathbf{r}(u_2)$.

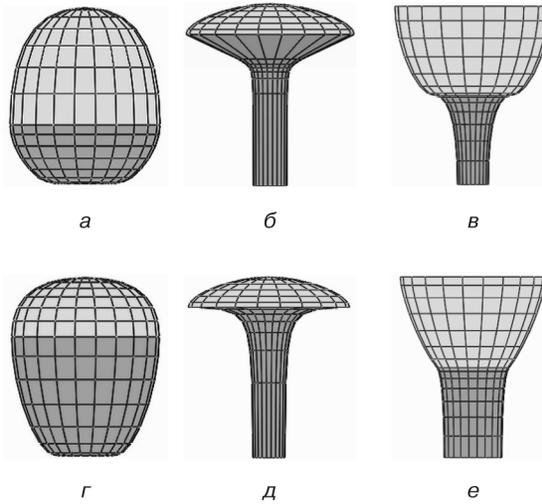


Рис. 2. Варианты компьютерных моделей поверхностей бионических архитектурных форм в виде яйца (а, г); гриба (б, д); цветоложа (в, е)

Изображенные выше фигуры получены в соответствии с зависимостями (2) для значений параметров, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Геометрические параметры поверхностей рис. 2

Рис.	H_1	R_1	w_1	R	H_2	R_2	w_2	r_{01}	r_{11}	r_{21}	r_{02}	r_{12}	r_{22}
2, а	8	4	0.5	10	16	0	1	$(R_1, 0, -H_1)$	$(R, 0, -H_1)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, H_2)$	$(R_2, 0, H_2)$
2, б	20	2	10	10	4	0	0.5	$(R_1, 0, -H_1)$	$(R, 0, -H_1/5)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, H_2)$	$(R_2, 0, H_2)$
2, в	12	2	1	5	12	10	0.5	$(R_1, 0, -H_1)$	$(R_1, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R_2, 0, 0)$	$(R_2, 0, H_2)$
2, г	16	4	0.5	10	8	0	1	$(R_1, 0, -H_1)$	$(R, 0, -H_1)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, H_2)$	$(R_2, 0, H_2)$
2, д	20	2	3	10	4	0	0.5	$(R_1, 0, -H_1)$	$(R_1, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, H_2)$	$(R_2, 0, H_2)$
2, е	12	4	1	5	12	10	0.5	$(R_1, 0, -H_1)$	$(R_1, 0, -H_1/10)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R_2, 0, H_2/2)$	$(R_2, 0, H_2)$

Приведенные данные свидетельствуют о том, что изменением величин лишь нескольких параметров осуществляются требуемые разнообразные модификации проектируемых поверхностей.

Покажем возможности дальнейшего обобщения модели (2). Это может быть, например, вариант

$$\mathbf{r}(u_1, v) = (x, y, z) = (\mathbf{r}_x(u_1)\cos(v), \mathbf{r}_x(u_1)\sin(v), \mathbf{r}_z(u_1) + A_1(1 - u)\sin(N_1v)),$$

$$\mathbf{r}(u_2, v) = (x, y, z) = (\mathbf{r}_x(u_2)\cos(v), \mathbf{r}_x(u_2)\sin(v), \mathbf{r}_z(u_2) + A_2u\sin(N_2v)), \quad (3)$$

где A_1, N_1 — амплитуда и количество волн синусоиды на базовой нижней окружности радиуса R_1 первого отсека составной поверхности вращения; A_2, N_2 — амплитуда и количество волн синусоиды на базовой верхней окружности радиуса R_2 второго отсека.

На рисунке 3 представлены некоторые поверхности, построенные в соответствии с зависимостями (3).

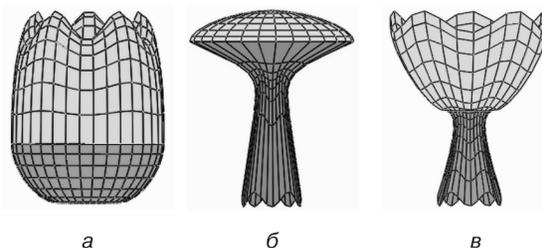


Рис. 3. Варианты модификации бионических поверхностей на основе формы яйца (а); гриба (б); цветоложа (в)

При этом использованы значения параметров, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Геометрические параметры поверхностей рис. 3

Рис.	H_1	R_1	w_1	A_1	N_1	R	H_2	R_2	w_2	A_2	N_2	r_{0_1}	r_{1_1}	r_{2_1}	r_{0_2}	r_{1_2}	r_{2_2}
3, а	8	4	0.5	0	0	10	16	7	1	2	5	$(R_1, 0, -H_1)$	$(R, 0, -H_1)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, H_2)$	$(R_2, 0, H_2)$
3, б	20	3.6	5	1	5	10	4	0	0.5	0	0	$(R_1, 0, -H_1)$	$(R_1/3, 0, -H_1/5)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, H_2)$	$(R_2, 0, H_2)$
3, в	12	4	1	1	5	3	12	10	0.3	1.5	5	$(R_1, 0, -H_1)$	$(R_1/8, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R, 0, 0)$	$(R_2, 0, 0)$	$(R_2, 0, H_2)$

Указанные сведения также подтверждают эффективность проанализированного выше автоматизированного формообразования.

Таким образом, нами рассмотрены ключевые приемы предложенной методики компьютерного вариантного построения поверхностей бионических архитектурных объектов. В ее основе лежит применение обобщенных параметрических моделей, позволяющих существенно повышать гибкость и производительность процессов автоматизированного проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] *Кривошапко С.Н., Иванов В.Н.* Энциклопедия аналитических поверхностей. М.: Либроком, 2010. 560 с.

[2] *Christian A. Bock Hyeng, Emmanuel B. Yamb.* Application of Cyclic Shells in Architecture, Machine Design, and Bionics // International Journal of Modern Engineering Research. Vol. 2, Issue 3, May-June 2012. P. 799—806.

[3] *Шамбина С.Л., Казарян А.А.* Применение бионического формообразования и методов аналитической геометрии в современном архитектурном проектировании // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. № 1. С. 3—11.

COMPUTER VARIANT SURFACE MODELING OF BIONIC ARCHITECTURAL FORMS

G.A. Virchenko¹, S.L. Shambina²

¹ National Technical University of Ukraine “Kiev Polytechnic Institute”

Pobedy av., 37, Kiev, Ukraine, 03056

² Peoples’ Friendship University of Russia

Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

Application of generalized parametric computer models for variant forming of bionic architectural objects is described in this article. Appropriate practical examples are given. Corresponding analysis was performed.

Key words: architectural design, bionic shaping, computer variant surface modelling

REFERENCES

- [1] *Krivoshapko S.N., Ivanov V.N.* Encyclopedia of analytic surfaces. M.: Librokom, 2010. 560 p.
- [2] *Christian A. Bock Hyeng, Emmanuel B. Yamb.* Application of Cyclic Shells in Architecture, Machine Design, and Bionics. International Journal of Modern Engineering Research. Vol. 2, Issue 3, May-June 2012. P. 799—806.
- [3] *Shambina S.L., Kazarian A.A.* Application of bionic forms and approaches of analytical geometry to modern architectural design // Structural mechanics of engineering constructions and buildigs. 2015. № 1. P. 3—11.

REINTERPRETATION OF THE TRADITIONAL RUSSIAN OVEN IN CONTEXT OF SOLAR CHIMNEY

D. Dopudja, S. Dzurishich

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

This article has a goal of demonstrating the way unity between sustainable design and traditional elements can be made, forming a synergic whole — by merging both forms and functions of solar chimney and a traditional Russian oven.

Key words: sustainable design, green house, solar chimney, Russian oven, passive architecture

It is completely natural for people to strive for comfort and financial independence. In that manner, he tends to cozy up his surroundings, which are — mainly buildings, considering that an average person, according to researches of a number of European scientists, spends about 85% of his life indoors [3. P. 48]. In this pursue, his wishes often surpass his needs by far, resulting by huge energy waste on wrong goals.

The ecological crisis today is very serious and till date much of the debate still focuses on the symptoms rather than the causes. As a result, there is an urgent need to emphasize and workout the best possible approach towards environmental protection thereby minimizing further degradation.

Sustainable architecture has a goal of minimizing built environments' energy usage, by developing and implementing systems that will ensure flawless function of all relevant systems. It is a philosophy of designing buildings to comply with the principles of social, economic and ecological sustainability.

Sustainable design is the thoughtful integration of architecture with electrical, mechanical, and structural engineering. In addition to concern for the tradition; aesthetics of massing, proportion, scale, texture. Shadow and light, the facility design team needs to be concerned with long-term costs: environmental, economic and human. All in all, sustainable design is more of a philosophy of a building than perspective building style.

Unique problem with sustainable design lies in a fact that its robustness often makes him unattractive for wider scope of possible users. In general, during architectural design, professionals have a choice: to stick with traditional values, which usually do not possess any practical role, or to go with the new stuff, which, on the other hand, often imply complete brake up with any traditional elements.

This article has a goal of demonstrating the way synergy between sustainable design and traditional elements can be made, forming a synergic whole — by merging both forms and functions of solar chimney and traditional Russian oven.

By **solar chimney**, we refer to a plain chimney system, upgraded in that manner that it serves not only as a smoke disposition tool, but also as a passive ventilation system. Essentially, solar chimneys are hollow containers that connect the inside part of the building to the outside part of the building. Systems way of function is plain simple: relying on pressure differences between hot and cold air (based upon the fact that heat itself (or

its absence) depends of the molecule velocity). In practice, that is achieved by ensuring enough heat on chimney top (often, simply by painting it black), which conditions the inside air to go higher; that creates a vacuum-like state inside the system, that constantly has to be filled with new air — which ensures it's constant flow. More sophisticated solar chimney systems also tend to ensure themselves constant cold air supply, mainly by underground tunnel, where hot air from the outside passes away its heat to the soil [Fig. 1].

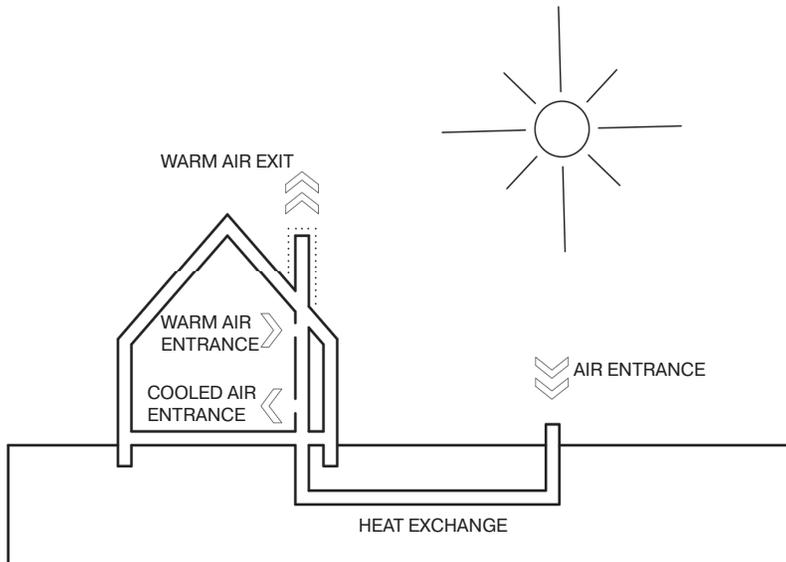


Fig. 1 Schematic diagram of solar chimney system

Russian oven, on the other hand, represents a unique type of traditional masonry stove, used both for cooking and domestic heating in Eastern Slav (Russian, Belarusian and Ukrainian) households. It used to be a large, brick stove that took up about nearly one-quarter of the living space of a peasant home. The immense structures weighed between one and two tons and served multiple purposes. Made from earth-crafted, heat-preserving materials (nowadays mostly brick), it need to possess additional or even separate fundament, in order to prevent whole house from slanting. Its special design, consisting of complex labyrinth of passages, ensures heat retain over long periods of time.

It is often located in the center of Russian izba, which, together with its dimensions (2.0×1.3 — 3.5×2.2 m), ensures its central role in family's daily life. Expansive in size but efficient when it comes to energy, the ovens only needed to be lit once or twice a day to keep dwellers warm. Having in mind its complexity, we can say that a Russian oven alone represents a kitchen itself, together with some additional functions, like sleeping [Fig. 2].

Unfortunately, in warm periods of the year, Russian oven also represents an overheating problem in summer months: mostly due to its cooking function and lack of ventilation of izba itself. This problem especially “heated up” in past few decades, as the climate change takes place.

Having in mind mentioned systems attributes (and especially their flaws), it is clear that by plain upgrade of the Russian stoves function — by merging those two systems —

one could ensure complete heating/ventilation sustainability, slightly reducing household's energy needs. Mentioned upgrade, as described earlier, would consist of:

- Cold air deliverance system (containing cold-air deliverance pipes that end at the lower parts of the stove);
- Place of hot air exit, located near the ceiling (as hot air tends to go upwards).



Fig. 2. Traditional Russian oven

Both with cold air entrance and hot air exit need to have highly attaching sealable doors, purposed to cut the airflow in case of need. Additionally, a longer chimney neck may show itself needed, in order to ensure air heating by greater sun absorbable surface [Fig. 3].

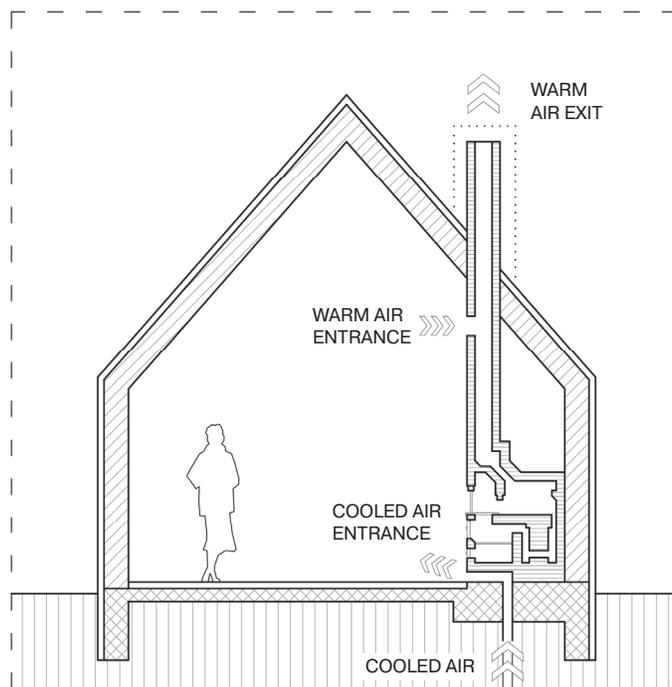


Fig. 3. New, merged system detailed scheme

Although it is possible to deliver cold air inside the space trough one of stoves niches — which would preclude any impact on current Russian stove's aesthetic expression — it is, however, highly recommendable to avoid that approach, due to possibility of material fatigue over long period of using. In order to avoid that course of action, it is essential that, during the process of design (and later construction) put all efforts to isolate hot and cold sections of the stove. Only in that case, the new system will be able to guarantee it's consistency and flawless work.

Of possible questions that may come up, questioning practical use of suggested system, central may be formulated in the following manner: even though oven has and keeps its central place in Russian traditional homes, how can we ensure ventilation of the other premises too, especially having in mind systems robust dimensions?

First of all, sustainable architecture, consists of both active and passive systems, latter focusing their efforts on minimizing energy consumption by preventing it's loss (energy conversion efficiency). In that manner, to insure flawless function of the represented system, it is crucial for it to be followed by adequate passive elements — especially thermal isolation.

Moreover, rising “growing” [1; 2] or “organical” [7] approach to architectural dwelling design, which is in fact, a factor stimulating reinterpretation of the traditional elements, implies that a kitchen, or oven itself should represent both functional and spatial center of the house. Moreover, growing home concept, in order to satisfy fast-changing lifestyle needs mostly relies on ephemeral, open house space, with soft space partitions, or their complete absence.

Following described approach, it is clear that in that manner, Russian oven, improved as suggested, will have, by all means, enough capacity to secure both heating and ventilation needs for sustainable housing, at the same time representing familiar traditional element.

REFERENCES

- [1] *Виденович А. Ч.* Ревитализација центара у селима брдско-планинских подручја Источне Србије.: дисс. ... д-ра архитектуре. Београду, Б., 2016.
- [2] *Novikov V.A.* Architectures organizations of country. М.: Russian academy of architecture and building sciences, «Architecture-C», 2005.
- [3] *Baue M., Möhle P., Schwarz M.* Green Building. Guidebook for Sustainable Architecture, Springer. Verlag, Berlin, Heildelberg, 2009.
- [4] *Loftness V., Haase D.* Sustainable Built Environments, Springer Science + Business Media, New York, 2013.
- [5] *Pertic J.* Sustainability of the City and its Ecological Footprint, article, Scopus, Belgrade, 2003.
- [6] *Szokolay S.V.* Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design — Architectural Press, Elsevier Science, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, 2004.
- [7] *Zevi B.* Towards an Organic Architecture. London: Faber & Faber, 1982.

РЕИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТРАДИЦИОННОЙ РУССКОЙ ПЕЧИ В КОНТЕКСТЕ СОЛНЕЧНОГО ДЫМОХОДА

Д. Допуджа, С. Джуришич

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Целью данной статьи является демонстрация приема обеспечения синергического единства между самообеспечивающим дизайном и традиционными элементами через соединение солнечного дымохода и традиционной русской печи.

Ключевые слова: самообеспечивающий дизайн, зеленый дом, солнечный дымоход, русская печь, пассивная архитектура

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Виденович А. Ч.* Ревитализација центара у селима брдско-планинских подручја Источне Србије.: Дисертација на соискание ученой степени доктора архитектуры, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, Б., 2016.
- [2] *Новиков В. А.* Архитектурная организация сельской среды. М.: Российская академия архитектуры и строительных наук, «Архитектура-С», 2005.
- [3] *Baue M., Möslle P., Schwarz M.* Green Building — Guidebook for Sustainable Architecture, Springer — Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009.
- [4] *Loftness V., Haase D.* Sustainable Built Environments, Springer Science + Business Media, New York, 2013.
- [5] *Pertic J.* Sustainability of the City and its Ecological Footprint, article, Scopus, Belgrade, 2003.
- [6] *Szokolay S. V.* Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design — Architectural Press, Elsevier Science, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, 2004.
- [7] *Zevi B.* Towards an Organic Architecture. London: Faber & Faber, 1982.

БОЛЬШИЕ ПРОГИБЫ ИДЕАЛЬНО ПЛАСТИЧЕСКОЙ ЗАЩЕМЛЕННОЙ И ШАРНИРНО-НЕПОДВИЖНОЙ БАЛКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК

И.А. Монахов¹, Ю.К. Басов², М.И. Абу Махади²

¹ Московский архитектурно-строительный институт
Волгоградский проспект, д. 32/11, Москва, Россия, 109316

¹ Московская финансово-юридическая академия
ул. Введенского, 1, Москва, Россия, 117342

² Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

В статье разработана методика решения задач о больших прогибах балок из идеального жесткопластического материала при действии несимметрично распределенных нагрузок с учетом предварительного растяжения-сжатия. Разработанная методика применена для исследования напряженно-деформированного состояния однопролетных балок, а также для вычисления предельной нагрузки балок. Данная работа является продолжением статьи Монахова И.А., Басова Ю.К. «Аналитическое определение несущей способности балки с одной защемленной и другой шарнирно-неподвижной опорами под действием сочетания нагрузок» (Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2015. № 1).

Ключевые слова: балка, нелинейность, аналитическое определение

Зоны $0 \leq x \leq x_1$ и $x_3 \leq x \leq 2$ — жесткие, откуда распределение прогибов в этих зонах равно

$$w = w_1 \frac{x}{x_1}, \quad w = w_3 \frac{2-x}{2-x_3}, \quad (1)$$

где w_1 и w_3 — прогибы при $x = x_1$ и $x = x_3$.

Скорости прогибов в этих зонах равны

$$w = \left\{ \frac{w_1}{x_1} \right\} \cdot x \text{ при } 0 \leq x \leq x_1, \quad w = \left\{ \frac{w_3}{2-x_3} \right\} \cdot (2-x) \text{ при } x_3 \leq x \leq 2. \quad (2)$$

Из условия слабых разрывов получаем уравнение

$$-\left(\frac{p}{(n \pm n_1)} \right) \cdot (x_1 - x_2) + \frac{p}{(n \pm n_1)} \cdot x_2 - \left(\frac{w_1}{x_1} \right) \cdot - \frac{p}{(n \pm n_1)} \cdot x_1 = 0$$

$$\text{или } \left\{ \frac{p}{(n \pm n_1)} (x_2 - x_1) \right\} \cdot = \left(\frac{w_1}{x_1} \right) \cdot,$$

интегрирование которого с учетом начального условия $w_1 = 0$ при $x = x_1$ дает выражение w_1 :

$$w_1 = \frac{px_1}{(n \pm n_1)}(x_2 - x_1). \quad (3)$$

Для $x = x_3$ можно получить выражение w_3

$$w_3 = \frac{p}{(n \pm n_1)}(x_3 - x_2)(2 - x_3). \quad (4)$$

С помощью (3), (4) из (1) следуют два равносильных выражения

$$w_0 = \frac{p}{2(n \pm n_1)}(x_2^2 - x_1^2),$$

$$w_0 = \frac{p}{2(n \pm n_1)}(4x_3 - 4x_2 - x_3^2 - x_2^2). \quad (5)$$

Можно получить выражения для изгибающих моментов в зонах $0 \leq x \leq l_1$, $l_1 \leq x \leq x_1$, $x_3 \leq x \leq l_2$, $l_2 \leq x \leq 2$ согласно уравнению равновесия:

$$m = (px_1 - pl_1)x \pm a, \quad (0 \leq x \leq l_1)$$

$$m = -\frac{px_2^2}{2} + pxx_1 - \frac{pl_1^2}{2} \pm a, \quad (l_1 \leq x \leq x_1).$$

Из условия пластичности получим:

$$m|_{x=x_1} = 1 - (n \pm n_1)^2 = \frac{px_1^2}{2} - \frac{pl_1^2}{2} \pm a, \text{ откуда выражение для } p:$$

$$p = \frac{2[1 - (n \pm n_1)^2 \mp a]}{x_1^2 - l_1^2}; \quad (6)$$

$$m = -\frac{px^2}{2} + pxx_3 + 1 - (n \pm n_1)^2 - \frac{px_3^2}{2}, \quad (x_3 \leq x \leq l_2)$$

$$m = (px_3 - pl^2)x + 1 - (n \pm n_1)^2 + pl^2 - px_3l_2, \quad (l_2 \leq x \leq 2).$$

Из условия пластичности получим:

$$m|_{x=2} = -[1 - (n \pm n_1)^2] \pm a = -2pl_2 + 2px_3 + 1 - (n \pm n_1)^2 + \frac{pl_3^2}{2} - \frac{px_3^2}{2}.$$

Откуда выражение для p :

$$p = \frac{4[1 - (n \pm n_1)^2 \mp 2a]}{4l_2 + 4x_3 - l_2^2 + x_3^2}. \quad (7)$$

Используя полученные равносильные равенства (6) и (7) для p можно получить выражение для x_2 :

$$x_2 = -\frac{x_1^2}{4} + \frac{l_1^2}{2} + l_2 - \frac{l_2^2}{4}, \quad (8)$$

осталось лишь определить значение n в зависимости от p .

Определим значение n из условия максимума p . Это приводит к задаче об условном максимуме функции p , которая приводится к задаче о безусловном максимуме функции ϕ с помощью множителя Лагранжа (рис. 1).

Безусловная функция имеет вид

$$\phi = \frac{2[1 - (n \pm n_1)^2 \mp \alpha]}{(x_1^2 - l_1^2)} + \lambda \frac{[1 - (n \pm n_1)^2 \mp \alpha](x_2^2 - x_1^2)}{(x_1^2 - l_1^2)(n \pm n_1)} \lambda w_0, \quad (9)$$

где λ — множитель Лагранжа.

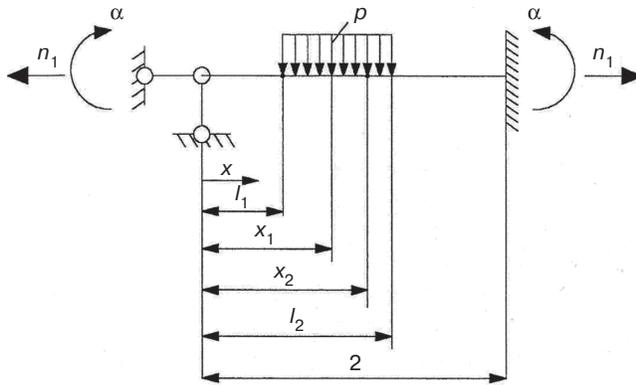


Рис. 1. Расчетная схема

Дифференцируя (9) по x_1 и n и приравнявая результаты к нулю, можно получить:

$$\frac{\partial \phi}{\partial x_1} = 2 + \frac{\lambda}{n \pm n_1} (x_2^2 - l_1^2) = 0, \text{ откуда } \lambda = -\frac{2(n \pm n_1)}{x_2^2 - l_1^2},$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial n} = 2[-2(n \pm n_1)] + \lambda (x_2^2 - x_1^2) \frac{(x_2^2 - x_1^2)[1 + (n \pm n_1) \mp \alpha]}{(x_2^2 - l_1^2)(n \pm n_1)} = 0,$$

откуда

$$(n \pm n_1)^2 = \frac{(1 \mp \alpha)(x_2^2 - x_1^2)}{x_2^2 + x_1^2 - 2l_1^2}, \quad p = \frac{4(1 \mp \alpha)}{(x_2^2 + x_1^2 - 2l_1^2)^2}. \quad (10)$$

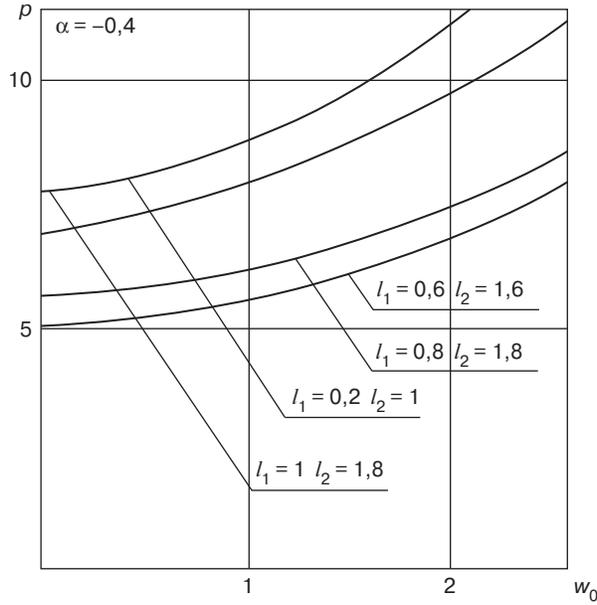


Рис. 2. Зависимость нагрузки p от прогиба w_0 при различных l_1, l_2 и α

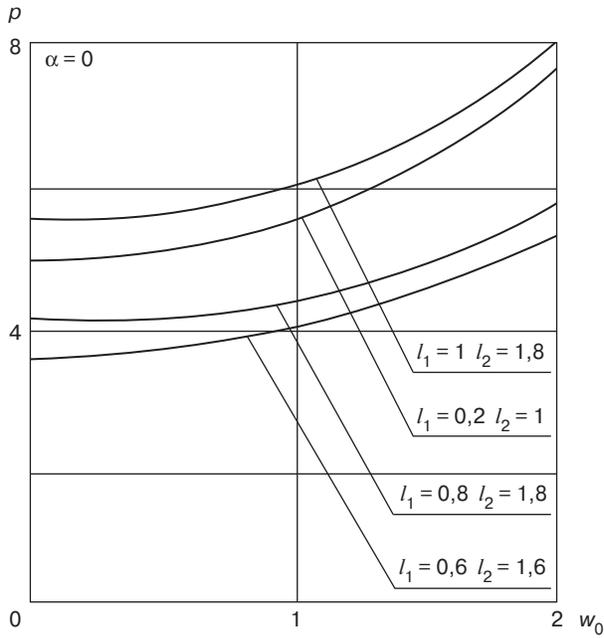


Рис. 3. Зависимость нагрузки p от прогиба w_0 при различных l_1, l_2 и α

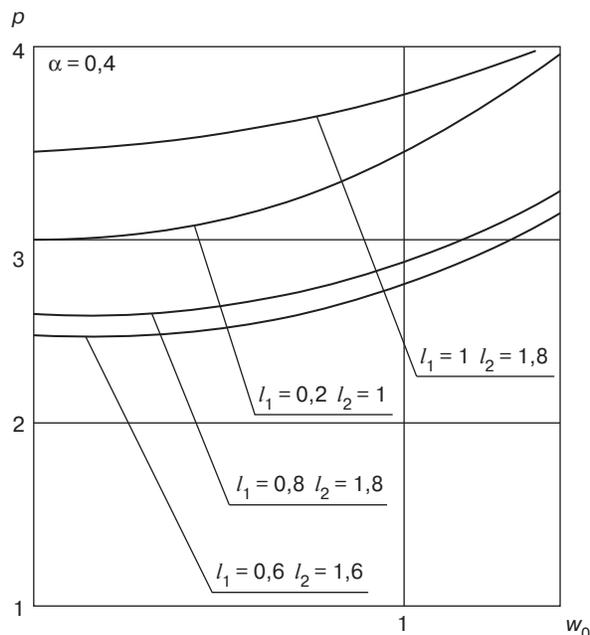


Рис. 4. Зависимость нагрузки p от прогиба w_0 при различных l_1 , l_2 и α

Таким образом, получено аналитическое решение задачи о деформировании балки с одной защемленной и с другой шарнирно-неподвижной опорами под действием локальных распределенных нагрузок, краевых моментов и продольной силы с учетом больших прогибов. Зависимости нагрузки p от прогиба w_0 при различных заданных l_1 , l_2 , и α показаны на рис. 2—4.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Монахов И.А., Басов Ю.К. Предельная нагрузка для защемленной балки, нагруженной продольной силой, несимметрично распределенной нагрузкой и опорными моментами // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2014. № 1. С. 136—141.

BIG DEFLECTIONS IDEALLY PLASTIC RESTRAINED AND FIXED BY HINGE BEAM UNDER THE INFLUENCE OF LOAD COMBINATIONS

I.A. Monakhov¹, Yu.K. Basov², M.I. Abu Mahadi²

¹ Moscow Architecture and Construction Institute
Volgogradsky Prospekt, d. 32/11, Moscow, Russia, 109316
Moscow Finance and Law Academy
Vvedensky str., d. 1, Moscow, Russia, 117342

² Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

In the article the technique of solving the problems of large deflections of the beams from the ideal rigid-plastic material under the influence of asymmetrically distributed loads, with account of pre-

tension or pre compression. The developed method was applied to the study of stress-strain state of single-span beams, as well as for the calculation of the limit load for the beams.

Key words: bar, non-linearity, analytical

REFERENCES

- [1] Monahov I.A., Basov Yu.K. Limit load for a clamped beam, loaded longitudinal force asymmetrically distributed load and the supporting moments. Bulletin of Peoples' Friendship University. Series: Engineering Research. 2014. № 1. P. 136—141.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОГО ПОКРЫТИЯ СТАДИОНА ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ФЕРМ

Е.В. Лебедь, Ж.М. Митев

Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет
Ярославское шоссе, д. 26, Москва, Россия, 129337

На основе краткого обзора покрытий футбольных стадионов из ферм была разработана конструктивная схема большепролетного покрытия из металлических плоских ферм ортогонального направления.

Выполнено компьютерное исследование ресурса несущей способности этого покрытия в предположении аномального увеличения снеговой нагрузки.

Показано, что небольшое количество дополнительно установленных металлических стержней может существенно повысить несущую способность покрытия. Назначение таких стержней — уменьшение гибкости наиболее нагруженных элементов решетки металлических ферм в плоскости и из плоскости.

Установлены предельные величины снеговой нагрузки на разных этапах усиления и степень влияния на несущую способность покрытия добавляемых стержней.

Результаты исследований представлены рисунками и диаграммами. Сделаны выводы о ресурсе несущей способности большепролетного покрытия стадиона из плоских ортогональных ферм.

Ключевые слова: покрытие стадиона, большепролетные металлические фермы, несущая способность, усиление стержневой системы

В данной работе выполнено исследование напряженно-деформированного состояния большепролетного покрытия футбольного стадиона из металлических плоских ферм ортогонального направления, связанное с выявлением ресурса его несущей способности. Для решения этой задачи производилось увеличение действующей нагрузки на покрытие и наблюдение за изменением напряженно-деформированного состояния его конструктивной системы.

Покрытие футбольного стадиона характеризуется тем, что оно проектируется только над зрительскими трибунами, оставляя футбольное поле под открытым небом [1]. Конструктивные схемы таких покрытий многообразны, и одной из них является схема с ортогонально расположенными фермами. И среди таких покрытий стадионов тоже есть различные конструктивные решения. Приведем краткие характеристики аналогичных покрытий некоторых известных стадионов мира.

Эсприт Арена (Дюссельдорф, Германия) [2]. Главные поперечные фермы с параллельными (в основном) поясами и треугольной решеткой, ромбовидного в поперечном сечении вида, состоящие из совмещенных по высоте двух ферм трехгранного вида. Второстепенные продольные фермы с параллельными поясами

трехгранного вида с двумя верхними поясами и треугольной решеткой. Пояса ферм из двутавров, решетка из труб. Сопряжение второстепенных ферм с главными в пределах высоты нижней части поперечных ферм (рис. 1, *a*).

Открытие Арена (Москва, Россия) [3]. Продольные и поперечные фермы рычажного очертания и треугольной решеткой. Стержни ферм выполнены из труб. В поперечном сечении фермы имеют трехгранный вид с двумя нижними поясами. Сопряжение взаимно пересекающихся ферм выполнено в пределах высоты ферм по верхним и нижним поясам (рис. 1, *б*).

Стадион Эмирейтс (Лондон, Великобритания) [4]. Продольные фермы рычажного очертания, поперечные фермы с параллельными поясами меньшей высоты. Фермы трехгранного вида с двумя нижними поясами и треугольной решеткой. Стержни ферм из труб. Сопряжение в пределах высоты ферм по верхним и нижним поясам (рис. 1, *в*).

Городской стадион Познань (Познань, Польша) [5]. Главные фермы сегментного очертания с поясными стержнями прямоугольного профиля и раскосной решеткой из труб. Фермы трехгранного вида с двумя верхними поясами. Второстепенные фермы рычажного очертания и крестовой решеткой попарно объединены в четырехгранные решетчатые системы. Они расположены в продольном направлении и опираются на верхний пояс главных поперечных ферм (рис. 1, *г*).

Тюрк Телеком Арена (Стамбул, Турция) [6]. Главные поперечные конструкции из спаренных ферм рычажного очертания и треугольной решеткой. Второстепенные продольные конструкции из спаренных фермы с параллельными поясами меньшей высоты и треугольной решеткой. Стержни поясов и решетки из труб. Сопряжение второстепенных ферм в пределах высоты главных ферм на их верхний пояс (рис. 1, *д*).

Стадион Сан-Сиро (Милан, Италия) [7]. Плоские фермы с параллельными поясами и раскосной решеткой из стержней прямоугольного профиля. Главные контурные пролетные конструкции состоят из четырех объединенных в пакет ферм. Высота ферм одинаковая, сопряжение в пределах высоты ферм соединением в уровне поясов (рис. 1, *е*).

Арена Байшада (Куритиба, Бразилия) [8]. Главные продольные конструкции из плоских парных фермы с параллельными поясами и раскосной решеткой. Пояса и стойки из двутавров, раскосы из парных уголков. Второстепенные поперечные конструкции из плоских парных фермы с параллельными поясами и треугольной со стойками решеткой. Поперечные фермы меньшей высоты и опираются на продольные ферм сверху (рис. 1, *ж*).

Гран Стад Лилль Метрополь (Вильнев-д'Аске, Франция) [9]. Плоские фермы с параллельными поясами и треугольной решеткой. Стержни ферм прямоугольного профиля. Продольные и поперечные фермы одинаковой высоты. Поперечные второстепенные фермы опираются на продольные главные фермы в пределах их конструктивной высоты соединением в уровне поясов (рис. 1, *з*).

Приведенный краткий обзор большепролетных покрытий стадионов показывает, что одни состоят из соединения двух вертикальных или наклонных (с одним общим поясом) ферм в объемные решетчатые пролетные конструкции (рис. 1, *a—г*), вторые — из стоящих рядом друг с другом нескольких плоских ферм (рис. 1, *д, е*), третьи — из отдельных плоских ферм (рис. 1, *ж, з*).

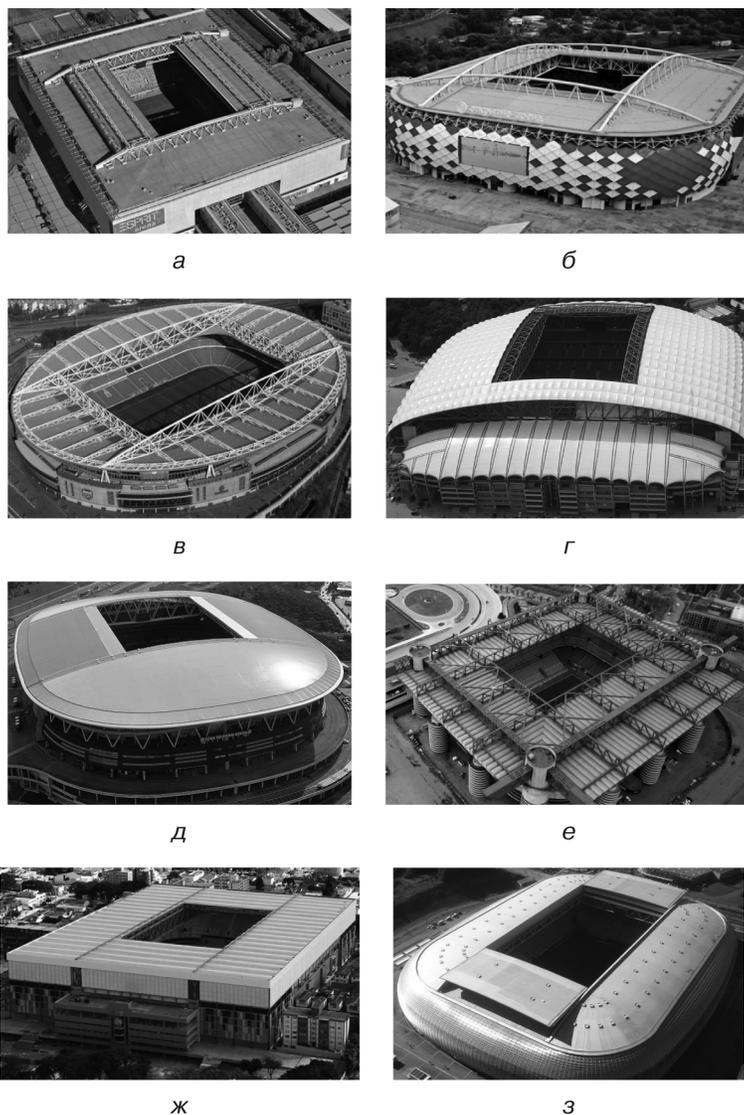


Рис. 1. Большепролетные металлические покрытия футбольных стадионов: а — Эсприт Арена; б — открытие Арена; в — стадион Эмирейтс; г — городской стадион Познань; д — Тюрк Телеком Арена; е — стадион Сан-Сиро; ж — арена Байшада; з — Гран Стад Лилль Метрополь

Основываясь на вышеприведенном обзоре покрытий футбольных стадионов, Митев Живко разработал большепролетное покрытие из главных ортогональных металлических плоских ферм с разными геометрическими схемами в поперечном (рис. 2, а) и продольном (рис. 2, б) направлениях. Поперечные фермы $\Phi 1$ имеют высоту 16,8 м, в средней части с параллельными поясами и ромбической решеткой, а над трибунами — переменную высоту и шпренгельную решетку. Пролет этих ферм 151,2 м. На фермы $\Phi 1$ опираются продольные фермы $\Phi 2$ с параллельными поясами и полураскосной решеткой. Их пролет 125,0 м, высота 13,0 м. Стержни всех металлических ферм стальные (S275) квадратного профиля в виде гнуто-сварных сечений или составленных из листов на сварке (размеры сечений от 200 мм до 600 мм).

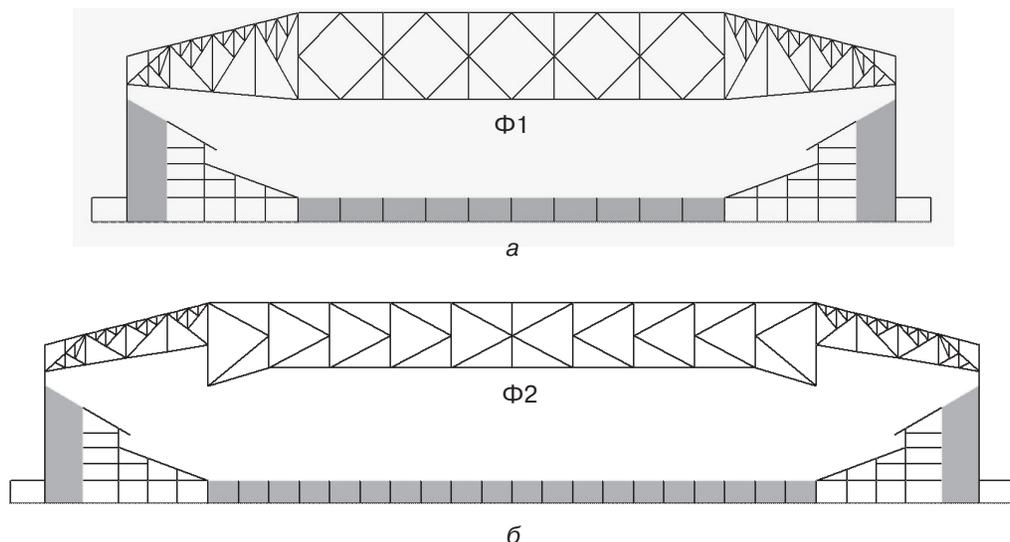


Рис. 2. Поперечный (а) и продольный (б) разрезы футбольного стадиона

Проектирование покрытия стадиона из металлических плоских ферм и исследование ресурса его несущей способности выполнялись на компьютере в программе Tower 7 в фирме «Аркон-64» ООД (руководители фирмы инж. Нина Желязкова и арх. Иван Райнов), офис которой находится в городе Стара Загора в Болгарии. Разработчиком программы Tower 7, основанной на МКЭ, является компания Radimpex [10].

Гипотетически предполагалось, что строительство и эксплуатация запроектированного стадиона будет осуществляться в Болгарии. В целом, исследуемое большепролетное покрытие футбольного стадиона представляет собой пространственную стержневую систему из металла, состоящую из главных ортогональных плоских ферм и вспомогательных плоских ферм, связей, распорок и кровельных прогонов между главными фермами и опорным контуром (рис. 3).

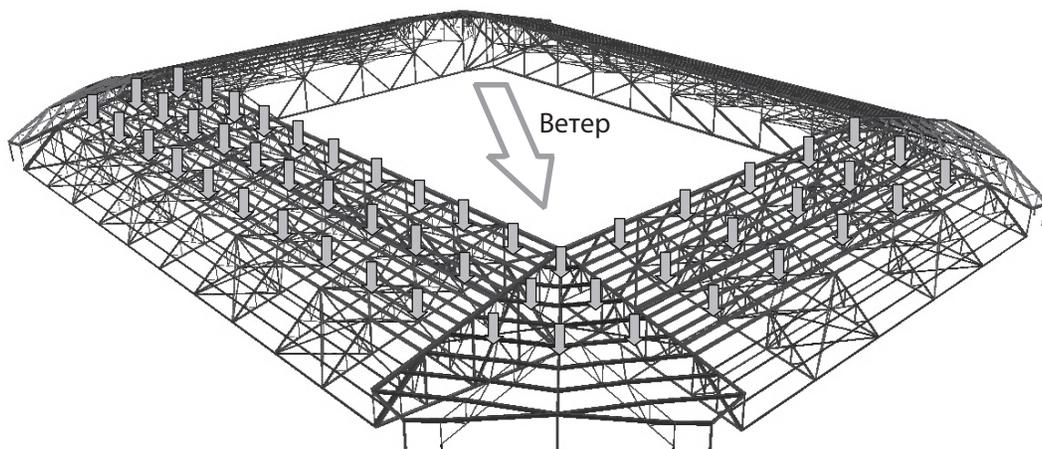


Рис. 3. Компьютерная модель металлического покрытия стадиона с дополнительной снеговой нагрузкой (колонны условно не показаны)

При назначении сечений стержням металлических конструкций покрытия футбольного стадиона были учтены нагрузки от собственного веса несущих и ограждающих конструкций, снеговая нагрузка и ветровое воздействие для города Стара Загора в Болгарии.

В целом, атмосферные воздействия носят вероятностный характер, которые для разных форм покрытий (в том числе и навесов) учитываются нормами [11; 12]. Однако при проектировании большепролетных уникальных покрытий футбольных стадионов для установления фактических атмосферных нагрузок с высоким уровнем надежности требуется проведение специальных исследований, учитывающих также и аномальные случаи. В данной работе такой задачи не ставилось. Для оценки предельных величин снеговой нагрузки производилось ее увеличение по сравнению с нормативным значением на части покрытия, которая рассматривается как дополнительная. Такой подход объясняется следующими соображениями. Покрытие футбольного стадиона по существу служит огромным навесом над зрительскими трибунами. Вследствие завихрения воздушных потоков при сильном ветре в подобных покрытиях весьма вероятным становится образование более мощного снегового покрова с подветренной стороны, особенно в тех случаях, когда ветер долгое время не меняет своего направления (см. рис. 3).

Исчерпание несущей способности покрытий с плоскими фермами происходит из-за потери устойчивости сжатых стержней, что зачастую приводит к его обрушению [13]. В покрытиях из ортогональных плоских ферм при наличии связей потеря устойчивости одного стержня может и не привести к обрушению конструкций, если при этом произойдет такое перераспределение усилий, которое не приведет к потере устойчивости другого стержня и т.д. В противном случае возникает ситуация, называемая прогрессирующим обрушением стержневой системы. Как известно, величина продольного усилия при потере устойчивости сжатого стержня зависит от его расчетной длины. Если уменьшить расчетную длину, то величина критической силы уменьшается и, следовательно, несущая способность стержневой конструкции или системы может увеличиться. Такой подход уже давно используется при усилении стержневых металлических конструкций посредством изменения их расчетной схемы [14; 15].

Для выявления ресурса несущей способности рассматриваемого покрытия стадиона производилось постепенное увеличение равномерно распределенной снеговой нагрузки на части покрытия. Начальное или проектное значение снеговой нагрузки принято $P_0 = 1,12 \text{ кН/м}^2$ [16], что составляет примерно от 60% до 80% от постоянной нагрузки в разных местах покрытия. При этом отслеживалась ситуация, при которой какой-либо стержень одной из ферм терял устойчивость, и отмечалась величина нагрузки P_1 . После этого середина длины этого стержня фиксировалась постановкой дополнительных стержней в плоскости и из плоскости фермы к ближайшим узлам стержневой системы покрытия. Затем такая же процедура повторялась с уже установленными дополнительными стержнями для выявления следующего теряющего устойчивость стержня и отмечалась величина нагрузки P_2 . Устанавливались еще два дополнительных стержня, после чего снова постепенно увеличивалась снеговая нагрузка. Каждая такая процедура была условно названа этапом исследования.

Фактически исследовалось напряженно-деформированное состояние большепролетного покрытия футбольного стадиона из ортогональных металлических ферм при частично изменяющихся конструктивных схемах и постепенном увеличении нагрузки. Это полностью соответствовало общим принципам геометрического построения и исследования стержневых пространственных систем на компьютерных расчетных моделях [17–20].

Вначале при поэтапном увеличении нагрузки теряли несущую способность отдельные раскосы решеток главных ортогональных ферм, которые усиливались дополнительными стержнями (рис. 4). Затем стали терять устойчивость раскосы решеток вспомогательных ферм, которые также усиливались дополнительными стержнями (рис. 5). Для усиления этих же раскосов из плоскостей ферм устанавливались дополнительные связи-растяжки к узлам стержневой системы покрытия (рис. 6).

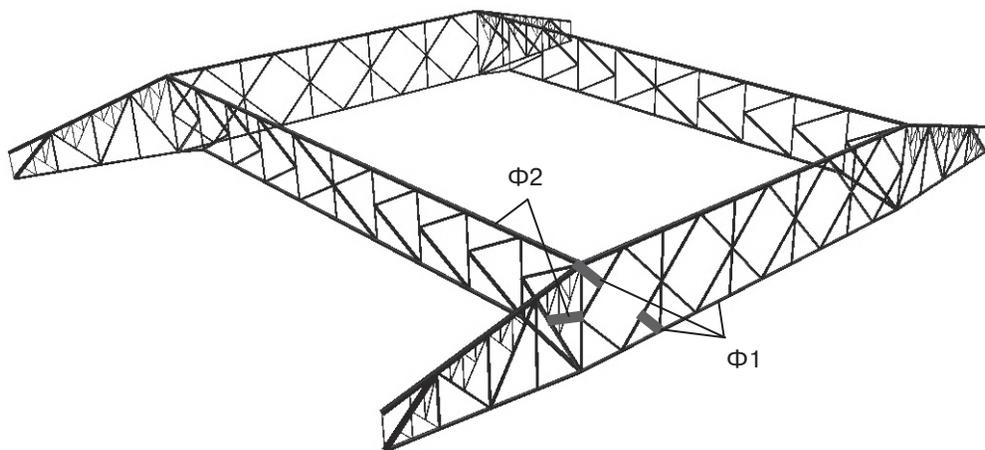


Рис. 4. Усиление главных ферм дополнительными стержнями

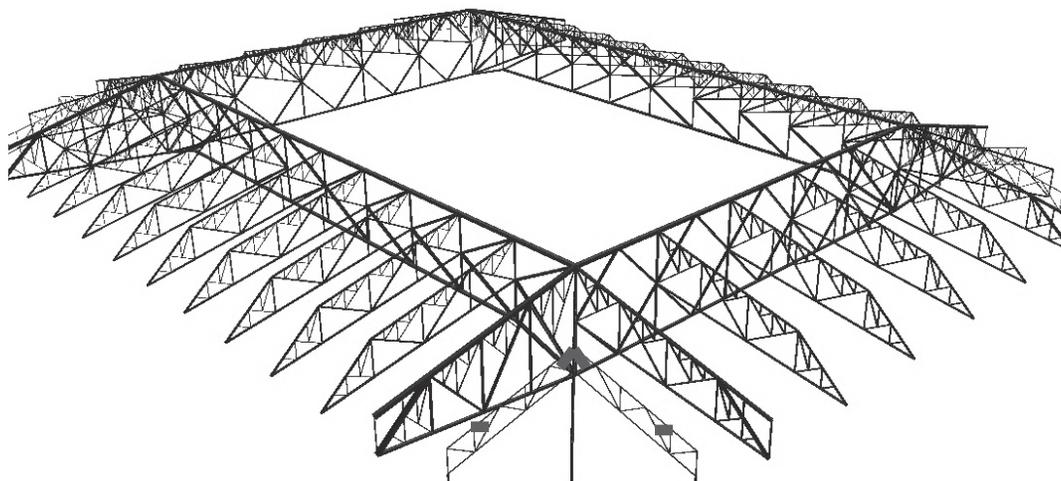


Рис. 5. Усиление вспомогательных ферм дополнительными стержнями

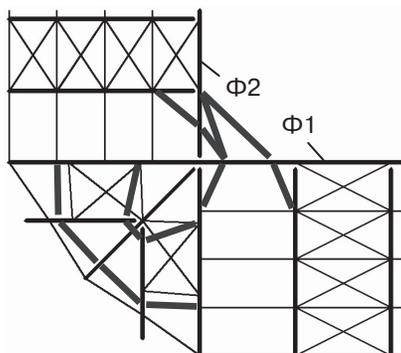


Рис. 6. Схема размещения дополнительных связей-растяжек

На каждом этапе исследования фиксировалась величина равномерной снеговой нагрузки на догружаемой части покрытия, при которой один из стержней исчерпывал свою несущую способность, в результате чего была получена диаграмма, приведенная на рис. 7. Отметим, что заблаговременный учет подобного увеличения снеговой нагрузки может сохранить надежность большепролетного покрытия стадиона в случае аномально больших снегопадов.

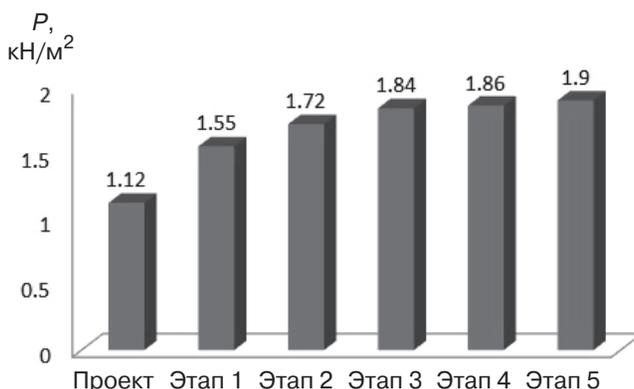


Рис. 7. Диаграмма увеличения предельной снеговой нагрузки P

Если сопоставить некоторое увеличение расхода металла на дополнительно устанавливаемые стержни усиления, во всех аналогичных участках большепролетного покрытия футбольного стадиона, с металлоемкостью всех его конструкций по мере увеличения несущей способности, то получим графики, представленные на рис. 8.

Из этих графиков видно, что при незначительном увеличении расхода металла можно получить существенное увеличение несущей способности покрытия из плоских металлических ферм ортогонального направления, причем уже при трех этапах нагружения с дополнительным усилением достигается значительный эффект от усиления раскосов ферм дополнительными стержнями, позволяющий безаварийно воспринимать распределенную снеговую нагрузку в 1,5 раза больше проектной величины.

Конечно же, не следует забывать, что при другом конструктивном решении большепролетного покрытия стадиона этот эффект может быть другим. Поэтому

для выявления ресурса несущей способности для каждого уникального покрытия из ортогональных ферм требуется проведение отдельных исследований.

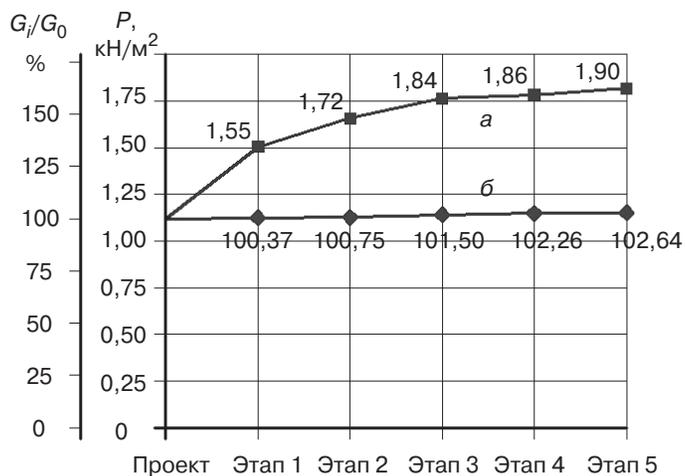


Рис. 8. Графики поэтапного увеличения предельной снеговой нагрузки P (а) и увеличения расхода металла G (б) на конструкции покрытия

По результатам выполненных исследований большепролетного покрытия футбольного стадиона из металлических плоских ферм ортогонального направления можно сделать следующие **выводы**.

Если выявить наиболее нагруженные сжатые элементы стержневой системы, то посредством раскрепления их в плоскости и из плоскости ферм можно повысить ресурс несущей способности большепролетного покрытия.

Затраты металла на дополнительно устанавливаемые стержни усиления по сравнению с достигаемым эффектом увеличения несущей способности покрытия стадиона малозначительны.

В разработанном конструктивном решении покрытия футбольного стадиона можно внести изменение в стержневую систему, эквивалентную дополнительным стержням, например, частичным изменением системы решетки ферм и постановкой большего числа связей между ними.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Куйбышев В.В. Крытые стадионы (назначение, классификация, устройство). М.: Стройиздат, 1973. 200 с.
- [2] FSTADIUM.com. Футбольные стадионы мира. Эсприт Арена. Режим доступа: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=esprit_arena. Дата обращения: 06.11.16.
- [3] FSTADIUM.com. Футбольные стадионы мира. Открытие Арена. URL: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=otkritie_arena. Дата обращения: 06.11.16.
- [4] FSTADIUM.com. Футбольные стадионы мира. Эмирейтс стадион. URL: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=emireyts_stadion. Дата обращения: 06.11.16.
- [5] FSTADIUM.com. Футбольные стадионы мира. Городской стадион (Познань). URL: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=gorodskoy_stadion_poz-nanj. Дата обращения: 06.11.16.
- [6] FSTADIUM.com. Футбольные стадионы мира. Тюрк Телеком Арена. URL: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=tyurk_telekom_arena. Дата обращения: 06.11.16.

- [7] FSTADIUM.com. Футбольные стадионы мира. Сан-Сиро. URL: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=san_siro. Дата обращения: 06.11.16.
- [8] FSTADIUM.com. Футбольные стадионы мира. Арена Байшада. URL: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=arena_bayshada. Дата обращения: 06.11.16.
- [9] FSTADIUM.com. Футбольные стадионы мира. Гран Стад Лилль Метрополь. URL: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=gran_stad_lillj_metropolj. Дата обращения: 06.11.16.
- [10] Radimpex Software. URL: <http://www.radimpex.rs/index.php?lang=ru>. Дата обращения: 10.11.2016.
- [11] СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* / Минрегион России. М.: ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко — ин-т ОАО «НИЦ Строительство», РААСН и ГГО им. А.И. Воейкова, 2010. 80 с.
- [12] Руководство для проектировщиков к Еврокоду 1: Воздействия на сооружения. Стандарты EN 1991-1-1 и 1991-1-3–1-7 : пер. с англ. / Х. Гульванесян, П. Формичи, Ж.-А. Калгаро при участии Джеоффа Хардинга (часть 7). М.: МГСУ, 2012. 344 с.
- [13] *Лащенко М.Н.* Аварии металлических конструкций зданий и сооружений. Л.: Стройиздат. Ленинградское отделение, 1969. 184 с.
- [14] Металлические конструкции / Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатъева и др. / под ред. Ю.И. Кудишина. М.: Академия, 2008. 688 с.
- [15] Металлические конструкции. В 3 т. Т. 3. Стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов. Реконструкция, обследование, усиление и испытание конструкций зданий и сооружений. (Справочник проектировщика) / под общ. ред. В.В. Кузнецова (ЦНИИпроектсталькон-струкция им. Н.П. Мельникова) М.: Изд-во АСВ, 1999. 528 с.
- [16] Нормативни документи. Натоварвания и въздействия върху сгради и съоръжения. София: Техника, 2005. 120 с.
- [17] *Лебедь Е.В.* Компьютерная технология проектирования большепролетных пространственных покрытий // Информ. технол. в образов: сб. матер. межвуз. науч.-мет. конфер. Саратов. гос.техн.ун-т, 2000. С. 138—140.
- [18] *Семенов А.А., Порываев И.А., Софоян С.В., Гилемханов Р.А., Семенов С.А.* Анализ работы несущих конструкций покрытия большепролетного спортивного сооружения // Строительство уникальных зданий и сооружений. № 4 (31) / Санкт-Петербургский политехнический университет, ПНИПКУ «Венчур». 2015. С. 58—81.
- [19] *Romaswamy G.S., Eekhout M., Suresh G.R.* Analysis, design and construction of steel frames. London: Thomas Telford Publishing, 2002. 242 p.
- [20] *Yeremeyev P., Kiselev D., Saveleyev V.* Steel Carrying Structures of Roof over the Lokomotiv Moscow Stadium Stands // Space structures 5: This volume contains the proceedings of the Fifth International Conference on Space Structures, Guildford. London: Thomas Telford Publishing, 2002. P. 1303—1312.

A STUDY OF THE RESOURCE OF BEARING CAPACITY OF THE LARGE-SPAN ROOF OF A STADIUM MADE OF ORTHOGONAL METAL TRUSSES

E.V. Lebed, J.M. Mitev

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)
Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow, Russia, 129337

Based on an overview of the roof systems of football stadiums, a structural system of a large-span roof made of orthogonal 2-D metal trusses was developed.

A computer analysis of bearing capacity of the roof was performed under the assumption of the abnormal increase of the snow load.

It has been demonstrated that a limited number of additionally installed metal bars can significantly increase the bearing capacity of the roof. The role of these bars is to reduce the effective length of the most loaded elements of the grid of metal trusses for in-plane and out-of-plane buckling.

The limit values of snow load for consecutive steps of reinforcement are established, and the effect of the added bars on the bearing capacity of the roof structure is estimated.

The results of the investigation are presented in the form of drawings and diagrams. Conclusions are made on the resource of the load-bearing capacity of the large-span roof of the stadium made of 2-D orthogonal trusses.

Key words: roof of a stadium, large-span metal trusses, bearing capacity, reinforcement of a truss system

REFERENCES

- [1] Kuibyshev V.V. *Krytye stadiony (naznachenie, klassifikatsiya, ustroystvo)*. M.: Stroizdat, 1973. 200 s.
- [2] FSTADIUM.com. Esprit Arena. Rezhim dostupa: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=esprit_arena. Data obrashcheniya: 06.11.16.
- [3] FSTADIUM.com. Otkrytie arena. Rezhim dostupa: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=otkritie_arena. Data obrashcheniya: 06.11.16.
- [4] FSTADIUM.com. Futbol'nye stadiony mira. Emireits stadion. Rezhim dostupa: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=emireyts_stadion. Data obrashcheniya: 06.11.16.
- [5] FSTADIUM.com. Futbol'nye stadiony mira. Gorodskoy stadion (poznaniy). Rezhim dostupa: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=gorodskoy_stadion_poznanj. Data obrashcheniya: 06.11.16.
- [6] FSTADIUM.com. Futbol'nye stadiony mira. Tyurk Telekom Arena. Rezhim dostupa: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=tyurk_telekom_arena. Data obrashcheniya: 06.11.16.
- [7] FSTADIUM.com. Futbol'nye stadiony mira. San-Siro. Rezhim dostupa: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=san_siro. Data obrashcheniya: 06.11.16.
- [8] FSTADIUM.com. Futbol'nye stadiony mira. Arena Baishada. Rezhim dostupa: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=arena_bayshada. Data obrashcheniya: 06.11.16.
- [9] FSTADIUM.com. Futbol'nye stadiony mira. Gran Stad Lill' Metropol'. Rezhim dostupa: http://fstadium.com/index.php?view=stadiums&t=gran_stad_lillj_metropolj. Data obrashcheniya: 06.11.16.
- [10] Radimpex Software. Rezhim dostupa: <http://www.radimpex.rs/index.php?lang=ru>. Data obrashcheniya: 10.11.2016.
- [11] SP 20.13330.2011. Nagruzki i vozdeystviya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIIP 2.01.07-85*. Minregion Rossii. M.: TsNIISK im V.A. Kucherenko — in-t OAO "NITs Stroitel'stvo", RAASN i GGO im. A.I. Voeikova, 2010. 80 s.
- [12] Rukovodstvo dlya proektirovshchikov k Evrokodu 1: Vozdeystviya na sooruzheniya. Standarty EN 1991-1-1 1991 i 1-3-1-7: per. s angl. H. Gul'vanesyan, P. Formichi, Zh.-A. Kalgaro pri uchastii Dzhoeffa Hardinga (chast' 7). M.: MGSU, 2012. 344 s.
- [13] Lashchenko M.N. *Avarii metallicheskih konstruksiy, sdaniy I sooruzheniy*. L.: Stroizdat. Leningradskoe otdelenie, 1969. 184 s.
- [14] *Metallicheskie konstruksii*. Yu.I. Kudishin, E.I. Belenya, V.S. Ignat'eva i dr.; pod red. Yu.I. Kudishina. M.: Izdatelskiy tsentr "Akademiya", 2008. 688 s.
- [15] *Metallicheskie konstruksii*. V 3-h t. T. 3. Stal'nye sooruzheniya, konstruksii iz alyuminievykh splavov. Rekonstruksiya, obsledovanie, usilenie i ispytanie konstruksiy zdaniy i sooruzheniy. (Spravochnik proektirovshchika). Pod obshch. Red. V.V. Kuznetsova (TsNIIproektstal'konstruksiya im. N.P. Mel'nikova). M.: Izd-vo ASV, 1999. 528 s.

- [16] Normativni dokumenti. Natovarvaniya i v"zdeistviya v"rkhu sgradi i s"or"zheniya. Sofiya: Izdatelstvo "Tekhnika" 2005. 120 s.
- [17] Lebed E.V. Komp'yuternaya tekhnologiya proektirovaniya bol'sheproletnykh prostranstvennykh pokrytiy. Inform. Tekhnol. v obrazov.: sb. mater. mezhvuz. nauch.0met. konfer. Sarat.gos.tekhn.un-t, 2000. S. 138-140.
- [18] Semenov A.A., Poryvaev S.V., Sofoyan S.V., Gilemkanov R.A., Semenov S.A. Research of spatial metal roof of long-span sport arena. Construction of Unique Buildings and Structures. № 4 (31). Saint-Petersburg Polytechnic University, research and design institution "Venchur". 2015. P. 58—81.
- [19] Romaswamy G.S., Eekhout M., Suresh G.R. Analysis, design and construction of steel frames. London: Thomas Telford Publishing, 2002. 242 p.
- [20] Yeremeyev P., Kiselev D., Savelyev V. Steel Carrying Structures of Roof over the Lokomotiv Moscow Stadium Stands. Spase structures 5: This volume contains the proceedings of the Fifth International Conference on Space Structures, Guildford. London: Thomas Telford Publishing, 2002. P. 1303—1312.

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ В НЕСЪЕМНОЙ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ОПАЛУБКЕ И ЕЕ НАДЕЖНОСТЬ ПО ПАРАМЕТРАМ КАЧЕСТВА

А.П. Свинцов, А.В. Небогатова, Е.Е. Шумилин

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198

В процессе функционирования технологической системы возведения зданий из монолитного железобетона в несъемной пенополистирольной опалубке выполнено исследование ее надежности. Установлены причинно-следственные связи образования дефектов конструкций. На основе анализа натуральных измерений и обобщений статистических данных определены значения частоты образования дефектов конструкций, а также дана оценка вероятности выполнения задания по параметрам качества.

Ключевые слова: несъемная пенополистирольная опалубка, параметры качества, дефекты конструкций, надежность

Введение

Одним из важнейших направлений использования энергосберегающих технологий в строительстве является возведение зданий в несъемной опалубке из пенополистирола, щиты которой представляют собой теплоизолирующие и звукопоглощающие элементы конструкций. Наряду с отмеченными особенностями указанной технологической системы представляются весьма важными показатели ее надежности по параметрам качества.

В настоящее время в научной периодической печати представлены различные аспекты исследования технологической системы возведения монолитных зданий в несъемной опалубке. Однако ее надежность, в том числе и по показателям качества, оказалась вне интересов исследователей. Это сдерживает возможности решения задач по совершенствованию технологической системы для повышения качества производимой строительной продукции.

В результате натурального исследования установлены причинно-следственные связи возникновения дефектов конструкций, возведенных в несъемной пенополистирольной опалубке, а также дана оценка надежности технологической системы по параметрам качества.

Анализ состояния вопроса

Одной из наиболее эффективных и современных строительных технологий является возведение зданий в несъемной опалубке. В соответствии с особенностями возводимых конструкций применяют несъемную опалубку в виде облицовочных панелей, армированных панелей, деревобетонных панелей, магнезитовых панелей, пенополистирольных пластин и др. [1–4].

Применение несъемной опалубки для возведения конструкций из железобетона позволяет увеличить их несущую способность и существенно снизить трудоемкость работ [5; 6]. Считается, что значительным достоинством указанной технологической системы является минимальная потребность в строительной технике для монтажа опалубки. Один из наиболее значимых недостатков этой технологической системы заключается в сложности монтажа и выверки опалубки, а также в отсутствии технических средств для надежного временного закрепления щитов.

При строительстве жилых зданий широко применяется несъемная опалубка, выполненная в виде блоков, состоящих из пенополистирольных пластин, соединенных между собой перемычками, служит утеплителем ограждающих конструкций [7; 8]. Толщина пенополистирольных пластин составляет, как правило, от 50 до 100 мм в зависимости от требуемого сопротивления теплопередаче. Расстояние между внутренними поверхностями пластин опалубки определяется проектом и обычно составляет от 100 до 200 мм. Применение несъемной опалубки предполагает монолитное строительство зданий различного назначения. В работе [9] показано, что монолитное строительство характеризуется рядом преимуществ по сравнению с другими технологиями: энергоемкость производства ниже в среднем на 30% по сравнению со сборным строительством, более низкие (на 60%) капитальные вложения в производственную базу и др.

Возведение зданий в несъемной опалубке из пенополистирола позволяет решать задачи энергосбережения в процессе их эксплуатации и создавать условия для обеспечения проектных значений температурно-влажностных условий в помещениях. В работах [10; 11] представлены результаты исследования влажностных характеристик железобетонных стен с несъемной опалубкой из пенополистирола. Отмечено, что начальная влажность опалубки зависит от условий выполнения общестроительных и отделочных работ, а также от содержания законченных домов до их заселения. Установлено, что в помещениях домов, возведенных из железобетона в пенополистирольной несъемной опалубке, микроклиматические условия соответствуют нормативным требованиям.

На водопоглощение пенополистиролом значительное влияние оказывает продолжительность увлажнения. По данным [12], длительное (около одного года) увлажнение беспрессового пенополистирола увеличивает его влажность в 2—3 раза.

В целом, технологическая система возведения монолитных железобетонных зданий в несъемной опалубке эффективна в техническом и экономическом аспектах. Техничко-экономическая эффективность применения пенополистирольной опалубки, отмеченная в работе [8], позволяет считать эту технологию перспективной для условий современного строительства.

Реализация любой технологии строительства находится под воздействием многих и часто неуправляемых факторов, оказывающих влияние на параметры затрачиваемых ресурсов, производительности и качества изготавливаемой продукции. При возведении зданий осуществляют систематический контроль за соблюдением проектных решений. Несмотря на жесткий контроль качества, полностью исключить возникновение брака не представляется возможным. В настоящее вре-

мя в строительстве уровень бездефектности является одним из самых низких среди всех отраслей. В этой связи повышение надежности технологических систем в части выполнения заданий по параметрам качества является актуальной научно-технической задачей.

Анализ результатов современных исследований позволяет считать, что в общем объеме дефектов, повышающих вероятность возникновения аварий зданий и сооружений, человеческие ошибки составляют значительную часть [13]. О значительной ответственности производственного персонала за надежность функционирования технологической системы и качества изготавливаемой продукции говорится и в работе [14]. При возведении зданий из монолитного железобетона в несъемной пенополистирольной опалубке одним из наиболее часто возникающих дефектов является нарушение геометрических параметров стен в поперечном направлении (распор). Являясь значительным, но не критическим, указанный вид дефекта приводит к возможному образованию мостиков холода. Подобные локальные дефекты служат одной из важнейших причин снижения комфортности здания [15]. В местах образования таких дефектов возможно уменьшение толщины теплоизоляционного слоя. В этой связи производство строительной продукции, качество которой отвечает современным требованиям, возможно только на основе всеобщего управления качеством. Одним из важнейших элементов управления качеством производимой продукции является установление научно обоснованных критериев объективной оценки надежности технологической системы.

Исследования, результаты которых представлены в [16], показывают, что дефекты, возникающие в процессе выполнения строительно-монтажных работ, служат основной причиной около 60% аварий в строительстве. При анализе причинно-следственных связей возникновения аварий из-за строительного брака выявлено, что соотношение между теоретической и фактической вероятностями аварии зданий и сооружений обуславливает превышение фактического риска над теоретическим значением в 10 раз [17]. Представленные методы анализа надежности строительных технологических систем позволяют давать количественную оценку выполнения задания по параметрам качества изготавливаемой продукции. Однако вопросы оценки показателей надежности технологической системы возведения монолитных зданий в пенополистирольной несъемной опалубке не рассматривались в указанной работе.

Особенности оценки показателей надежности строительных технологических систем, представленные в работе [18], заключаются в том, что безопасность строительства, особенно линейно-протяженных объектов, может быть математически описана с использованием распределения Пуансона. Одним из наиболее эффективных методов повышения надежности технологической системы является организация ритмичной работы с исключением потерь и простоев при неожиданных отказах [19].

Концепция оценки строительной технологии в аспекте ее устойчивости представлена в [20]. В работе представлены принципы, этапы и методы оценки технологий, применимых в процессе достижения устойчивости в строительной отрасли. В работе [21] представлены эмпирические модели вероятностных процес-

сов в функционировании технологических систем. Показано, что существует значимая экономическая связь между научными рекомендациями и функционированием технологической системы.

Для повышения эффективности контроля за реализацией технологических процессов в строительстве предложено автоматизировать сбор и анализ данных с использованием компьютерной техники с соответствующим программным обеспечением [22]. Результаты испытаний представленной системы позволили авторам сократить время на анализ данных при одновременном повышении точности выявления дефектов по сравнению с традиционными методами.

Анализ источников информации о представленных результатах исследования показывает, что технологическая система возведения зданий из монолитного железобетона в несъемной пенополистирольной опалубке является решением одной из важнейших задач повышения тепловой и экономической эффективности современного строительства. Однако существующие методы оценки ее надежности в настоящее время разработаны не в полной мере. Это сдерживает решение задач обеспечения качества строительной продукции современным принципам концепции управления качеством, изложенной в ISO-9000.

Методы исследования и анализа

Технологические дефекты монолитных железобетонных конструкций, возведенных в несъемной пенополистирольной опалубке, выявляют в процессе визуального обследования (рис. 1).



Рис. 1. Выявленное отклонение поверхности потолка от проектного положения

Измерения величин отклонений выполнены с использованием линейки и мерной ленты (рулетки) с ценой деления 1 мм.

Математическая обработка результатов измерений выполнена по известным методикам статистического анализа. Это позволило получить значения площадей дефектов с надежностью $\gamma = 0,90$.

Величины общей площади поверхностей конструкций стен и перекрытий приняты по данным проектной документации.

Статистически значимые данные дефектов и проектные значения площадей поверхностей возведенных конструкций использованы для оценки надежности технологической системы по параметрам качества.

Строительная технологическая система представляет собой совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства, производственного и управленческого персонала, предназначенную для выполнения в регламентированных условиях производственных операций и технологических процессов для производства и реализации строительной продукции.

Одним из важнейших показателей надежности строительной технологической системы является вероятность выполнения задания по параметрам качества. Оценку надежности по параметрам качества производят с учетом следующих критериев:

- несоответствие одного из показателей качества строительной продукции требованиям проектной и нормативной документации;
- несоответствие параметров или режимов реализации операций или строительных процессов технологическим картам;
- несоответствие контролируемых параметров операций и строительных процессов нормативам, регламентированным проектной и нормативной документацией.

Важно отметить, что при оценке надежности по параметрам качества изготавливаемой строительной продукции за критерий отказа следует принимать только параметры, не соответствующие уровню, регламентированному проектной и нормативной документацией.

В соответствии с ГОСТ 27.203—83 вероятность выполнения задания по параметрам качества определяется по формуле

$$P_{wj}(T) = P\{W_j \leq W_{0j}\}, \quad (1)$$

где W_j , W_{0j} — соответственно, фактическая и допустимая частота выявленных дефектов в партии по j -му параметру.

Частота выявленных дефектов определяется по формуле

$$W = \frac{d(T)}{N(T)}, \quad (2)$$

где $d(T)$ — количество дефектов в партии изделий; $N(T)$ — общее количество изделий в партии, изготовленной за наработку T .

Наработка T может измеряться в единицах времени, цикла функционирования или единицах изготовленной продукции.

Обследование выполнено на основе метода однократной выборки по браковочному уровню. Допустимое значение частоты выявленных дефектов принято $W_0 = 0,02$. Минимальное значение вероятности выполнения задания по параметрам качества (гарантированное значение вероятности безотказной работы) принято $P_\beta = 0,90$.

Анализ надежности строительной технологической системы по показателям качества монолитных железобетонных конструкций, возводимых в пенополистирольной несъемной опалубке, позволил получить объективные показатели с обеспеченностью не ниже $\gamma = 0,90$.

Результаты и их обсуждение

Технология возведения монолитных железобетонных конструкций в несъемной пенополистирольной опалубке характеризуется относительной новизной для строительства в России. Одной из особенностей возводимых конструкций является то, что несъемная пенополистирольная опалубка служит одновременно теплоизолятором и звукопоглотителем. На строительном рынке России представлены разные виды несъемной пенополистирольной опалубки [3; 18].

Благодаря высоким теплоизолирующим свойствам пенополистирола возведенные здания в несъемной опалубке характеризуются повышенной теплоэффективностью. В связи с тем, что ограждающие конструкции зданий должны иметь термическое сопротивление, отвечающее нормативным требованиям тепловой защиты зданий, их качество должно быть под постоянным контролем. Контроль качества производимой строительной продукции является обязательным, так как при реализации любой строительной технологии возможно возникновение дефектов. На рисунке 2 представлен фрагмент возведенной стены с дефектами, вызванными распором и расхождением щитов опалубки.

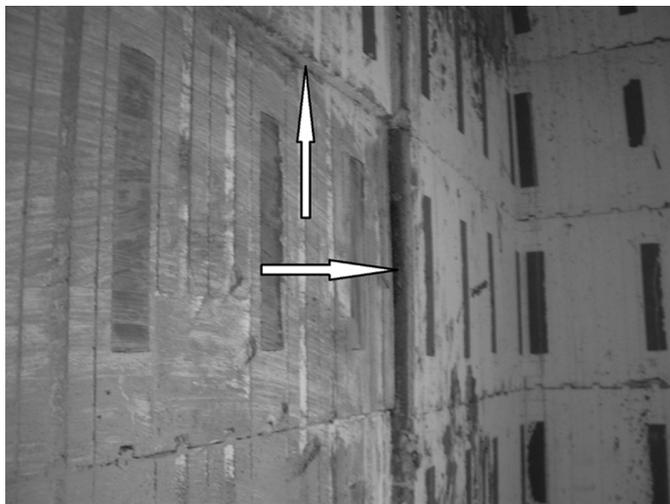


Рис. 2. Внешний вид повреждений возведенной монолитной железобетонной стены в несъемной пенополистирольной опалубке

Такой дефект не является критическим, но подлежит обязательному устранению. Расхождение щитов опалубки вызвано увеличением толщины бетонной части стены и обуславливает уменьшение толщины теплоизоляционного слоя из пенополистирола. Уменьшение теплоизолирующего слоя сопряжено с возможностью промерзания стены в зимний период эксплуатации здания. Для устранения дефектов подобного рода приходится срезать значительную часть пенополистирольной опалубки с учетом необходимости обеспечения проектного верти-

кального положения стены без аномальных неровностей. На рисунке 3 представлен фрагмент стены со снятым слоем пенополистирольной опалубки.



Рис. 3. Фрагмент стены со снятым слоем пенополистирольной опалубки

Устранение дефектов указанного типа приводит к увеличению себестоимости строительной продукции. В связи с этим представляется целесообразным выполнить анализ дефектов для выявления причинно-следственных связей, а также для оценки эксплуатационной надежности технологической системы, что позволит предложить мероприятия по ее повышению.

На рисунке 4 представлен фрагмент наружной стены, подготовленной к началу отделочных работ.

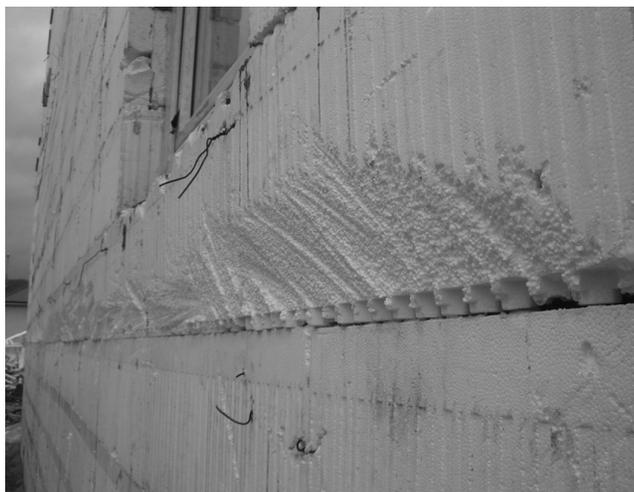


Рис. 4. Фрагмент наружной стены с дефектом, «зачищенным» заподлицо

Известно, что теплопотери через ограждающие конструкции во многом зависят и от качества строительных работ. Технологические дефекты могут привести к увеличению теплопотерь здания, несмотря на тщательно обоснованные проектные решения. В этой связи задачи обеспечения качества строительной

продукции целесообразно рассматривать в комплексе с надежностью строительной технологической системы.

В настоящее время для исследования различных аспектов надежности технологических систем, применяемых в строительстве, используют систему стандартов «Надежность в технике». В соответствии с ГОСТ 27.004—85 технологическая система — совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций.

Надежность строительной технологической системы представляет собой свойство системы выполнять функции обеспечения заданных показателей качества строительной продукции, производительности и экономичности в регламентированных условиях производства строительно-монтажных работ, хранения и эксплуатации технологического оснащения, хранения и использования строительных материалов и конструкций, а также функционирования производственного и управленческого персонала соответствующей профессии и квалификации. Одним из направлений оценки надежности строительных технологических систем является ее определение по параметрам качества производимой продукции. В результате анализа журналов производства работ и дефектных ведомостей установлено, что надежность технологической системы по параметрам качества возведения зданий из монолитного железобетона в несъемной пенополистирольной опалубке в значительной степени зависит от ее конструктивного решения и от способа укладки бетона.

Расхождения щитов опалубки вызваны разрывом стяжек по действиям сил распора от укладываемого и уплотняемого бетона. В процессе обследования установлено, что наиболее часто разрыв стяжных стержней происходит при укладке бетона посредством бетононасоса. При использовании бетононасоса производственный персонал допускает укладку бетона с большей толщиной слоя, чем предусмотрено в технологической карте. Кроме того, прочность материала стяжного стержня имеет важное значение. Установлено, что при стальных стяжных стержнях расхождения щитов опалубки не наблюдается ни при укладке бетона по схеме «кран-бадья», ни при его укладке посредством бетононасоса.

В рамках выполненного исследования установлено, что частота выявленных дефектов пенополистирольной несъемной опалубки изменяется от 0,016 до 0,025 при среднем значении 0,019. Вероятность выполнения задания по параметрам качества составляет в среднем $P_{kj} = 0,946$. По условию исследования минимальное значение вероятности безотказной работы технологической системы принято $P_{\beta} = 0,90$. Следовательно, указанная строительная технологическая система возведения зданий из монолитного железобетона в пенополистирольной несъемной опалубке может быть характеризована как соответствующая заданному уровню надежности.

Заключение

Возведение зданий из монолитного железобетона с использованием пенополистирольной несъемной опалубки является одной из наиболее перспективных

строительных технологических систем. Высокие теплоизолирующие и звукопоглощающие свойства пенополистирола позволяют использовать щиты опалубки как неотъемлемые элементы возводимых конструкций. В процессе функционирования технологической системы возникают дефекты не критического характера. Наиболее значимые дефекты образуются в виде расхождения щитов опалубки при укладке бетонной смеси. Ненадлежащее устранение указанных дефектов или их сокрытие под отделочным слоем может создать условия для промерзания наружных стен в холодный период года.

В результате натурных исследований и анализа дефектных ведомостей установлено, что строительная технологическая система возведения зданий в пенополистирольной несъемной опалубке характеризуется высокой надежностью по параметрам качества.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Verbruggen S., Remy O., Wastiels J., Tysmans T.* Stay-in-place formwork of TRC designed as shear reinforcement for concrete beam. *Advances in Materials Science and Engineering*. Vol. 2013. Articles ID 648943. 9 p.
- [2] *Verbruggen S., Remy O., Wastiels J., Tysmans T.* «TRC or CFRP strengthening for reinforced concrete beams: an experimental study of the cracking behavior»; *Engineering structures*. 2014. Vol. 77. Pp. 49–56.
- [3] *Таран В.В.* Устройство самонесущих стен из пенополистиролбетона в несъемной опалубке // *Современное промышленное и гражданское строительство*. 2013. Т. 9. № 1. С. 49–58.
- [4] *Vanderwerf Pieter A.* The Concrete House: Building Solid, Safe & Efficient with Insulating Concrete Forms. Pittsburgh: Sterling. 2007. 176 p.
- [5] *Benjamin Scott, Noran Wahab, Adil Al-Mayah, Khaled A. Soudki.* Effect of stay-in-place PVC formwork panel geometry on flexural behavior of reinforced concrete walls. *Structures*. Vol. 5. 2016. P. 123–130.
- [6] *Amr Abdel Havez, Noran Wahab, Adil Al-Mayah, Khaled A. Soudki.* Behaviour of PVC encased reinforced concrete walls under eccentric axial loading. *Structures*. Vol. 5. 2016. P. 67–75.
- [7] *Комкова А.В., Пустовалова Е.А.* Особенности инновационных технологий возведения стен из монолитного железобетона с помощью несъемной опалубки // *Современные научные исследования и инновации*. 2012. № 5 (13). С. 6.
- [8] *Бадьин Г.М.* Несъемные опалубочные системы для наружных стен малоэтажных зданий // *Вестник гражданских инженеров*. 2012. № 1. С. 137–142.
- [9] *Рязанова Г.Н., Камбург В.Г.* Совершенствование технологии возведения ограждающих конструкций в несъемной опалубке: научное издание. Пенза: Изд-во ПГУАС, 2010. 167 с.
- [10] *Федюк Р.С., Баранов В.А.* Натурные исследования влажностного режима монолитных стен с несъемной опалубкой из пенополистирола // *Вестник Тихоокеанского государственного университета*. 2015. № 3. С. 151–158.
- [11] *Derome D., Saneinejad S.* Inward Vapor Diffusion Due to High Temperature Gradients in Experimentally Tested Large-Scale Wall Assemblies // *Building and Environment*. 2010. Vol. 45, Issue 12. 2790–2797 pp.
- [12] *Ralston B., Osswald T.* Viscosity of Soy Protein Plastics Determined by Screw-Driven Capillary Rheometry // *Journal of Polymers and the Environment*. 2008. Vol. 16, Issue 3. 169–176 p.
- [13] *Тамразян А.Г., Булгаков С.Н., Рахман И.А., Степанов А.Ю.* Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. М.: АСВ, 2012. 304 с.
- [14] *Свинцов А.П., Панин О.В.* Надежность технологической системы возведения монолитных железобетонных стен // *Вестник РУДН. Инженерные исследования*. 2011. № 2. С. 43–47.

- [15] Гныря А.И., Коробков С.В., Жаркой Р.А. Экспериментальные исследования температурных полей наружного ограждения малоэтажных зданий, выполненных в несъемной опалубке // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2008. № 2. С. 92—99.
- [16] Байбурин А.Х., Головнев С.Г. Качество и безопасность строительных технологий: монография. Челябинск: УГТУ-УПИ. 2006. 384 с.
- [17] Байбурин А.Х. Оценка вероятности аварии с учетом ошибок участников строительства // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2015. Т. 15. № 1. С. 10—13.
- [18] Абрамян С.Г., Ахмедов А.М., Халилов В.С., Уманцев Д.А. Развитие монолитного строительства и современные опалубочные системы // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. № 36 (55). С. 231—239.
- [19] Абдуллаев Г.И.О. Основные направления повышения надежности строительных процессов // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 4. С. 59—60.
- [20] Lukasz Nazarko. Technology Assessment in Construction Sector as a towards Sustainability. Procedia Engineering. Vol. 122. 2015. P. 290—295.
- [21] Paul Nightingale. Technological capabilities, invisible infrastructure and the un-social construction of predictability: the overlooked fixed costs of useful research. Research Policy. Vol. 33. Issue 9. 2004. P. 1259—1284.
- [22] Mohammad Mostafa Soltani, Zhenhua Zhu, Amin Hammad. Automated annotation for visual recognition of construction resources using synthetic images. Automation in Construction. Vol. 62, February 2016. P. 14—23.

TECHNOLOGY OF BUILDING CONSTRUCTION IN THE PERMANENT FOAMED POLYSTYRENE FORMWORK AND ITS RELIABILITY ON QUALITY PARAMETERS

A.P. Svintsov, A.V. Nebogatova, E.E. Shumilin

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

A study of reliability of technological system of cast-in-situ reinforced concrete building construction in permanent EPS formwork was performed. We established the causal links of formation of structural defects. Based on the analysis of field measurements and generalizations of statistic data, we determined the values of the rate of formation of structural defects, as well as an assessment of the probability of assignment on quality parameters was given.

Key words: Permanent formwork of polystyrene foam, quality parameters, defects in construction, reliability

НАШИ АВТОРЫ

Антипов Юрий Александрович — кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей Российского университета дружбы народов

E-mail: iu.antipov2011@yandex.ru

Абу Махади Мохаммед Ибрагим — кандидат технических наук, доцент Департамента архитектуры и строительства инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: basov_yuk.pfur.ru

Басов Юрий Климентьевич — кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры строительных конструкций и сооружений Департамента архитектуры и строительства инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: basov_yuk.pfur.ru

Вирченко Геннадий Анатольевич — сотрудник Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт»

E-mail shambina_sl@mail.ru

Денисов Сергей Борисович — доктор технических наук, профессор, советник, Акционерное общество «Всероссийский нефтегазовый научно-исследовательский институт им. академика А.П. Крылова» (ОАО «ВНИИнефть»)

E-mail: sbdenisov@gmail.com

Допуджа Душан — аспирант Департамента архитектуры и строительства инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: dusan.dopudja@yandex.ru

Джуришич Саша — студент магистратуры Департамента архитектуры и строительства инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: dusan.dopudja@yandex.ru

Дьяконов Виктор Васильевич — доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой месторождений полезных ископаемых и их разведки им. В.М. Крейтера инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: mdf.rudn@mail.ru

Карелина Елена Викторовна — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры месторождений полезных ископаемых и их разведки им. В.М. Крейтера инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: elkarelina@mail.ru

Коротаева Светлана Витальевна — старший преподаватель кафедры русского языка-ка № 1 факультета русского языка и общеобразовательных дисциплин Российского университета дружбы народов

E-mail: korotaeva805@yandex.ru, korotaeva_sv@pfur.ru

Коррейя Гомеш Жалика — магистрант кафедры месторождений полезных ископаемых и их разведки инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: filatova.lk@mail.ru

Костылева Виктория Васильевна — кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Лаборатории сравнительного анализа осадочных бассейнов Геологического института Российской академии наук (ГИН РАН)

E-mail: kovikto@yandex.ru

Котельников Александр Евгеньевич — кандидат геолого-минералогических наук, старший преподаватель кафедры месторождений полезных ископаемых и их разведки им. В.М. Крейтера инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: kotelnikov_ae@pfur.ru

Кутлиахметов Азат Н. — преподаватель Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы, г. Уфа

E-mail: mdf.rudn@mail.ru

Лебедь Евгений Васильевич — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры металлических и деревянных конструкций НИУ МГСУ

E-mail: evglebed@mail.ru

Ляпунов Сергей Михайлович — кандидат геолого-минералогических наук, заведующий Лабораторией химико-аналитических исследований Геологического института Российской академии наук (ГИН РАН)

E-mail: analytic@ginras.ru

Мансуров Ринат Халитович — кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГУП ЦНИГРИ)

E-mail: rinman81@bk.ru

Марков Владимир Евгеньевич — старший преподаватель кафедры месторождений полезных ископаемых и их разведки им. В.М. Крейтера инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: vemarkov@yandex.ru

Митев Живко Митков — магистрант кафедры металлических и деревянных конструкций НИУ МГСУ

E-mail: zhivko.mitev@yandex.ru

Монахов Игорь А. — преподаватель кафедры строительного производства Московского архитектурно-строительного института Московской финансово-юридической академии

E-mail: mdf.rudn@mail.ru

Небогатова Анастасия Владимировна — студентка магистратуры кафедры проектирования и строительства промышленных и гражданских сооружений инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: svintsovap@rambler.ru

Пупков Константин Александрович — доктор технических наук, профессор кафедры кибернетики и мехатроники инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: pupkov_ka@pfur.ru

Рамазанов Эльдар Рамазанович — магистрант кафедры теплотехники и тепловых двигателей инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: darkwatch2009@rambler.ru

Свинцов Александр Петрович — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой проектирования и строительства промышленных и гражданских сооружений инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: svintsovap@rambler.ru

Сейфуль-Мулюков Рустем Бадриевич — доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий Лабораторией Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук

E-mail: rust@ipiran.ru

Соколов Сергей Юрьевич — кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории геоморфологии и тектоники дна океанов Геологического института РАН Российской академии наук (ГИН РАН)

E-mail: sysokolov@yandex.ru

Тузиков Александр Дмитриевич — аспирант кафедры теплотехники и тепловых двигателей инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: buturlinchik11@yandex.ru

Усова Валентина Михайловна — старший преподаватель кафедры месторождений полезных ископаемых и их разведки инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: usova_ym@rambler.ru

Филатова Людмила Константиновна — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры месторождений полезных ископаемых и их разведки им. В.М. Крейтера инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: filatova.lk@mail.ru

Чамов Николай Петрович — доктор геолого-минералогических наук, заведующий Лабораторией сравнительного анализа осадочных бассейнов Геологического института Российской академии наук (ГИН РАН)

E-mail: Nchamov@yandex.ru

Шамбина Светлана Львовна — кандидат технических наук, доцент инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: shambina_sl@mail.ru

Шаталов Иван Касьянович — кандидат технических наук, профессор кафедры теплотехники и тепловых двигателей инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: schatalowivan@yandex.ru

Шахин Басел — аспирант кафедры кибернетики и мехатроники инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: baselchahin2008@hotmail.com

Шумилин Егор Евгеньевич — магистрант кафедры проектирования и строительства промышленных и гражданских сооружений инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: svintsovap@rambler.ru

Эмси Гаррелл Денбре Шемрой (Республика Гайана) — магистрант кафедры месторождений полезных ископаемых и их разведки им. В.М. Крейтера инженерного факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: denbremcgarrell@gmail.com

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ ДЛЯ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК РУДН. СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Журнал «Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования» принимает к публикации материалы на русском и английском языках (по выбору автора), содержащие результаты оригинальных исследований, оформленные в соответствии с требованиями к оформлению рукописей статей.

Публикации в журнале подлежат только оригинальные статьи. Опубликованные материалы (как в традиционных, так и в электронных изданиях), а также материалы, представленные для публикации в другие журналы, к рассмотрению не принимаются.

Представляемая для публикации статья должна описывать результаты самостоятельного научного исследования, проведенного автором (авторами) или с участием автора. Научная новизна работы и собственный авторский вклад должны быть ясно видны из содержания статьи. Статьи, содержащие только обзор состояния какой-либо проблемы, а не собственные новые научные результаты авторов, могут приниматься при специальном согласовании с редколлегией. В этом случае обзорный характер статьи должен быть ясно оговорен в ее тексте.

СТАТЬИ ОФОРМЛЯЮТСЯ СТРОГО В СООТВЕТСТВИИ С ИЗЛОЖЕННЫМИ НИЖЕ ПРАВИЛАМИ!

СТАТЬИ, ОФОРМЛЕННЫЕ С ОТСТУПЛЕНИЕМ ОТ ЭТИХ ПРАВИЛ, ЗАДЕРЖИВАЮТСЯ С ОПУБЛИКОВАНИЕМ ДО ПОЛНОГО ИСПРАВЛЕНИЯ!

Общие требования к оформлению статей:

- текстовый редактор Word (версия 2003 г.), шрифт Times New Roman, формате А4, размер 12, интервал 1,5; поля страниц: слева, справа, снизу — по 3,5 см, сверху — 4 см;
- абзацы разделяются красной строкой, отступ — 0,5 см;
- объем до 12 стр., включая раздел ЛИТЕРАТУРА (увеличение объема возможно только после консультации с *Главным редактором серии*);
- аннотация (на русском и английском языках) — размер шрифта 10, ЛИТЕРАТУРА (назв. и список) — размер шрифта 12;
- список ключевых слов (на русском и английском языках);
- материалы предоставляются в электронном и в напечатанном виде; автор также сообщает следующие сведения: тел., e-mail, место работы, должность, ученое звание и звание;
- рукописи принимаются ответственным секретарем серии после согласования с главным редактором серии или заместителем главного редактора серии;
- для сносок, отсылающих к ЛИТЕРАТУРЕ, использовать квадратные скобки [], например [5. С. 400]; список ЛИТЕРАТУРА формируется по алфавиту (сначала источники на русском языке, затем — на английском);
- формулы создаются в виде объектов редактором формул Equation 3.0, центрируются; нумерация, если она необходима, ставится справа в скобках; выравнивание по правому краю.

Небольшие формулы можно размещать не в отдельной строке, а в тексте. После формул нужно ставить знаки препинания в соответствии с орфографией. Не рекомендуется использовать в редакторе формул русские буквы. Греческие буквы рекомендуется всегда помещать в редактор формул в ненаклонном виде. Векторы изображаются полужирным прямым шрифтом. Размеры шрифта в Equation 3.0 следует установить следующие:

Размеры	
Обычный	11 пт
Крупный индекс	9 пт
Мелкий индекс	8 пт
Крупный символ	18 пт
Мелкий символ	11 пт

$$(1+B)^2 \sum_{p=1}^{kp} n_k$$

Если эти требования не соблюдаются, то за неоднозначность прочтения формул во всех версиях издания ответственность несёт автор.

На таблицы и рисунки в тексте должны быть ссылки. Таблицы должны иметь название, а рисунки — подрисуночные подписи.

Рисунок должен быть оформлен как отдельный объект в тексте статьи, **расположение поверх текста не допускается**; рисунок отделяется от текста сверху и снизу пустой строкой. Рекомендуются использовать черно-белую палитру, качество воспроизведения рисунков цветной палитры не гарантируется. **Если рисунок имеет серый фон** (частое явление после сканирования исходных рисунков), **то редакция за качество печати таких рисунков не отвечает**. Подпись центрируется, шрифт — 10 пт (смотри ниже). Для растровых рисунков шириной на всю страницу, рекомендуемое число пикселей по горизонтали от 500 до 2000. Символы на рисунке должны быть близки по размеру к основному тексту.

Образец оформления рисунка:

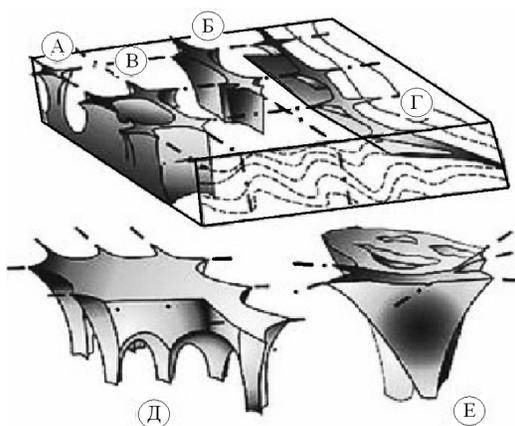


Рис. 1. Основные морфологические модели структурных ловушек и карстовых воронок в ложе россыпи (по Н.А. Шило [6]): А — одиночные воронкообразные тела; Б — линейные тела; В — сетчатые штокверки; Г — пластовые тела, локализованные вдоль надвиговых структур, межформационных контактов и границ литологически разнородных пород; Д — многокорневые структуры; Е — формы облекания тектонических трещин

В конце статьи (после раздела ЛИТЕРАТУРА) указывается на английском языке (или на русском языке, если статья на английском): название статьи; инициалы и фамилия автора; полный рабочий адрес автора, аннотация (3—4 строки) и ключевые слова.

Список литературы оформляется в соответствии с образцом, приведенном ниже. Если использованный источник имеет название на русском языке, то дополнительно выполняется транслитерация названия и всех выходных данных этого источника, заключенная в квадратные скобки. Транслитерация может быть выполнена по следующим стандартам ISO9:1995, ГОСТ 7.79-2000, ГОСТ 52535.1-2006.

Перед заголовком текст статьи должен иметь номер УДК (Универсальная десятичная классификация, появившаяся в результате дальнейшего развития "Десятичной классификации" М. Дьюи). Основные правила определения УДК можно найти на сайте <http://www.naukapro.ru/metod/htm> или другом сайте в Интернете.

Образец оформления заголовка:

УДК 550.4

ЙОДОМЕТРИЯ ПРИ ПОИСКАХ ЭНДОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В.В. Дьяконов, А.Е. Котельников, В.Е. Марков, Е.Е. Котельников

Кафедра МПИ
Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198

В статье изложена теоретические предпосылки применения йодометрии при поисках эндогенных месторождений, особенности поведения йода над рудными телами. Рассмотрен пример применения комплексного литогеохимического исследования вторичных ореолов над медно-порфировым месторождением и возможности использования йодометрии для поисков хромитовых руд.

Ключевые слова: геохимия, йодометрия, поиски месторождений

IODIMETRY METHOD OF ENDOGENOUS DEPOSITS SEARCH

V.V. Diakonov, A.E. Kotelnikov, V.E. Markov, E.E. Kotelnikov

Department of Mineral Deposits, Engineering faculty
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The article deals with the theoretical background for the application of iodometry search of endogenous deposits, particularly the behavior of iodine above the ore bodies. Given example of an

integrated research of lithogeochemical secondary halos over the porphyry copper deposits and the possibility of using iodometry for chromite ore search.

Key words: geochemistry, iodometry, deposits search

Объем аннотации (abstract) должен быть не менее 200 (двухсот) слов.

Образец оформления списка литературы:

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дмитриевский А.Н., Волож Ю.А., Баланюк И.Е., Карякин А.Е. Автоколебательная модель формирования месторождений гигантов (на примере Астраханского месторождения) // Докл. АН РФ. Сер. «Геология». 2001. Т. 381. № 3. С. 1—3.
- [2] Бродский А.Я., Пыхалов В.В., Тинакин О.В., Токман А.К., Комаров А.Ю. Развитие разрывных нарушений и зон очаговой трещиноватости и их влияние на распределение ФЕС отложений Астраханского свода // Газовая промышленность. 2010. № 5. С. 22—25.
- [3] Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин / под ред. Г.А. Зотова, З.С. Алиева. М.: Недра, 1980. 301 с.

REFERENCES

- [1] Dmitrievskij A.N., Volozh Ju.A., Balanjuk I.E., Karjakin A.E. Self-oscillating model of the oramation of deposits giants (on the example of the Astrakhan Deposit). Reports AS RF. Ser. «Geology». 2001. T. 381. № 3. P. 1—3.
- [2] Brodskij A.Ja., Pyhalov V.V., Tinakin O.V., Tokman A.K., Komarov A.Ju. The development of faults and fracture zones of focal and their impact on the distribution of FES deposits of the Astrakhan arch. Gas industry. 2010. № 5. P. 22—25.
- [3] Instruction on complex research of gas and gas condensate formations and wells. Edited G.A. Zotov, Z.S. Aliev. M.: Nedra, 1980. 301 p.

Научный журнал

ВЕСТНИК
Российского университета
дружбы народов

Серия:
ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2016, № 3

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-61174 от 30.03.2015 г.

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»
(ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198)

Редактор *И.В. Успенская*
Компьютерная верстка: *О.Г. Горюнова*

Адрес редакции:
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, д. 3, Москва, Россия, 115419
Тел.: (495) 955-07-16; e-mail: ipk@pfur.ru

Адрес редакционной коллегии
серии «Инженерные исследования»:
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419
Тел.: (495) 955-07-92
E-mail: engjournalrudn@pfur.ru

Подписано в печать 15.12.2016. Выход в свет 30.12.2016. Формат 70×100/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «NewtonС».
Усл. печ. л. 10,16. Тираж 500 экз. Заказ № 822

Цена свободная.

Типография ИПК РУДН
ул. Орджоникидзе, д. 3, Москва, Россия, 115419, тел. (495) 952-04-41

Scientific journal

BULLETIN
of Peoples' Friendship
University of Russia

Series:
ENGINEERING RESEARCHES

2016, № 3

Editor *I.V. Uspenskaya*
Computer design: *O.G. Gorunova*

Address of the editorial board:
Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419
Ph. +7 (495) 955-07-16; e-mail: ipk@pfur.ru

Address of the editorial board
Series «Engineering researches»:
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419
Tel.: + (495) 955-07-92
E-mail: engjournalrudn@pfur.ru

Printing run 500 copies

Open price.

Address of PFUR publishing house
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419
Ph. +7 (495) 952 0441

ф. СП-1

ФГУП «ПОЧТА РОССИИ»

АБОНЕМЕНТ на журнал

18230

(индекс издания)

ВЕСТНИК РУДН
Серия «Инженерные исследования»

Количество комплектов:

на 2016 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА

на журнал

18230

(индекс издания)

ПВ	место	литер

ВЕСТНИК РУДН

Серия «Инженерные исследования»

Стоимость	подписки	_____ руб. ____ коп.	Количество комплектов:	
	переадресовки	_____ руб. ____ коп.		

на 2016 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)