

№ 1(70) февраль 2018

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ XXI ВЕК

**ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ РОССИИ —
ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ**

стр. 66

ФБУ ГКЗ: динамика движения запасов

стр. 132

**ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
УГЛЕВОДОРОДНОЕ СЫРЬЕ
ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ**



НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ XXI ВЕК

Nedropolzovanie XXI vek

Межотраслевой
научно-технический журнал
№ 1 ФЕВРАЛЬ 2018
Издается с ноября 2006 года

12+

Информационный партнер ЕСОЭН
(Евразийский союз экспертов по недропользованию)

УЧРЕДИТЕЛЬ

Ассоциация организаций в области недропользования
«Национальная ассоциация по экспертизе недр»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

И.В. Шпуров, генеральный директор ФБУ «ГКЗ», д-р техн. наук

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

Н.Н. Андреева, профессор РГУНГ им. И.М. Губкина, д-р техн. наук

С.Д. Виктор, заместитель директора УРАН ИПКОН РАН, д-р техн. наук

С.Ю. Глазьев, академик РАН

И.С. Гутман, канд. геол.-мин. наук, профессор РГУНГ им. И.М. Губкина

А.Н. Дмитриевский, академик РАН, д-р геол.-мин. наук

И.С. Закиров, председатель совета директоров ООО «ПЕТЕК», заместитель главного редактора

О.С. Каспаров, заместитель руководителя Федерального агентства по недропользованию

С.Г. Кашуба, председатель НП «Союз золотопромышленников»

Е.А. Козловский, вице-президент РАЕН, профессор РГГРУ, д-р техн. наук

А.Э. Конторович, академик РАН, д-р геол.-мин. наук

М.Ф. Корнилов, генеральный директор компании RJC

Дэвид МакДональд, вице-президент по запасам British Petroleum, Председатель Экспертной группы по ресурсным классификациям (EGRC) при ЕЭК ООН

Ю.Н. Малышев, почетный президент НП «Горнопромышленники России», президент Академии горных наук, академик РАН

Н.Н. Мельников, директор Горного института Кольского научного центра РАН, академик РАН

С.М. Миронов, депутат ГД, руководитель фракции партии «Справедливая Россия» в ГД

Р.Х. Муслимов, консультант президента Республики Татарстан по вопросам разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений, д-р геол.-мин. наук, профессор КФУ, академик АН РТ

Д.Л. Никишин, заместитель директора ФБУ «Росгеолэкспертиза», канд. юрид. наук, заместитель главного редактора

А.В. Пак, заместитель генерального директора ООО «Интернедра Менеджмент» (управляющая компания ЗАО «ОГК Групп») и дочерних обществ)

А.Д. Писарникий, заместитель генерального директора ВНИГНИ, председатель правления ЕСОЭН, канд. техн. наук

К.Н. Трубецкой, главный научный сотрудник УРАН ИПКОН РАН, академик РАН

Джон Этеринтон, Управляющий директор PRA International Ltd (Канада), Председатель Технической Консультативной группы (TAG) при ЕЭК ООН

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

В.М. Аленичев, главный научный сотрудник Института горного дела УрО РАН, профессор, д-р техн. наук

М.П. Астафьева, профессор РГГРУ, д-р экон. наук

Т.В. Башлыкова, директор НВП Центр-ЭСТАЕО

В.Г. Браткова, начальник управления мониторинга, анализа и методологии ФБУ «ГКЗ»

В.И. Воропаев, главный геолог ФБУ «ГКЗ»

Г.В. Демура, профессор РГГРУ, д-р геол.-мин. наук

Р.Г. Джамалов, зав. лабораторией Института водных проблем РАН, д-р геол.-мин. наук, академик РАЕН

В.М. Зуев, заместитель начальника аналитического управления УК Алроса ЗАО

В.А. Карпов, канд. геол.-мин. наук

М.А. Комаров, директор ВИЭМС, д-р экон. наук, академик РАЕН, профессор

А.Б. Лазарев, начальник управления запасов ТПИ – главный геолог ФБУ «ГКЗ»

Т.П. Линде, ученый секретарь ФБУ «ГКЗ», канд. экон. наук

Е.С. Ловчева, начальник отдела подземных вод ФБУ «ГКЗ»

Н.С. Пономарев, руководитель Северо-Западной нефтегазовой секции ЦКР Роснедра по УВС, заместитель руководителя Центральной нефтегазовой секции ЦКР Роснедра по УВС

И.Ю. Рассказов, директор ИГД ДВО РАН, д-р техн. наук

Т.А. Рыжкова, пресс-секретарь ФБУ «ГКЗ»

М.И. Сааян, заместитель генерального директора ФБУ «ГКЗ», канд. геол.-мин. наук

Н.А. Сергеева, начальник управления по недропользованию ОАО Сургутнефтегаз, канд. экон. наук

Н.И. Толстых, эксперт Центра инвестиционного анализа Высшей школы экономики

С.В. Шапкин, ведущий научный сотрудник Института вычислительных технологий СО РАН, д-р техн. наук

А.Н. Шандрыгин, заместитель директора филиала ДеГольер энд МакНотон, д-р техн. наук

В.В. Шкиль, заместитель генерального директора ФБУ «ГКЗ»

ПРЕДСТАВИТЕЛИ:

От Федеральных округов РФ

Центральный федеральный округ

С.С. Серый, ФГУП ВИОГЕМ, заместитель директора по науке, канд. техн. наук, lggt@mail.ru

Северо-Западный федеральный округ

С.В. Лукичев, начальник отдела Горного института КНЦ РАН, д-р техн. наук, lu24@goi.kolasc.net.ru

Приволжский федеральный округ

А.К. Вишняков, заведующий лабораторией ЦНИИГеолнеруд, канд. геол.-мин. наук, root@geolnerud.net, Technology-geolnerud@yandex.ru

Южный федеральный округ

И.И. Сендецкий, генеральный директор ООО Южный центр экспертизы недр, канд. геол.-мин. наук, yug-eksperiza@mail.ru

Уральский федеральный округ

А.В. Гальянов, профессор кафедры маркшейдерии Уральского государственного горного университета, д-р техн. наук, sgimd@mail.ru

Сибирский федеральный округ

С.В. Костюченко, заместитель директора ООО СИАМ-Инжиниринг, д-р техн. наук, KostuchenkoSV@siamoil.ru

В зарубежных государствах

Австралийский Союз

М.В. Середкин, ведущий геолог CSA Global, Maxim.Seredkin@csaglobal.com

Азербайджанская Республика

И.С. Гулиев, вице-президент Национальной Академии наук Азербайджана, академик НАНА, iguliyev@gja.az, ant@azdata.az

Кыргызская Республика

Б.Т. Толобекова, Институт геомеханики и освоения недр Кыргызской Республики, д-р техн. наук

О.В. Ким, управляющий директор Kazakhstan mineral company, канд. геол.-мин. наук, okim@wkmc.kz

Республика Армения

Ю.А. Агабалиян, профессор Государственного инженерного университета Армении, д-р техн. наук, aghabalyan@mail.ru

Республика Беларусь

Я.Г. Грибик, ведущий научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси, канд. геол.-мин. наук, yaroslavgribik@tut.by

Республика Казахстан

В.В. Данилов, технический директор Kazakhstan mineral company, vdanilov@wkmc.kz

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА

Руководитель – Александр Шабанов, shabanov@naen.ru, shabanovbook@yandex.ru

Ведущий аналитик – Сергей Матвейчук, matvichuk@naen.ru

Ведущий редактор – Валерий Карпов, valkarp@yandex.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

115054, Москва, Б. Строченовский пер., 7

Тел.: +7 (985) 788 35 92, +7 (495) 780 33 12

www.naen.ru

info@naen.ru, shabanov@naen.ru, shabanovbook@yandex.ru

Подписано в печать 26.02.2018

Формат 60x90/8, объем 19 п.л.

Печать: ООО «Центр Инновационных Технологий»

Заявленный тираж 5000 экз.

Подписные индексы по каталогам:

«Роспечать» – 81974, «Книга Сервис» – 86297

«Недропользование XXI век», 2016.

Перепечатка материалов журнала «Недропользование XXI век» невозможна без письменного разрешения редакции.

При цитировании ссылка на журнал «Недропользование XXI век» обязательна.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

Журнал по решению ВАК Министерства образования и науки РФ включен в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС77-28159 от 25.05.2007.

ISSN 1998-4685



Заместитель Министра природных ресурсов
и экологии Российской Федерации –
руководитель Федерального агентства по
недропользованию
Е.А. Киселев

Уважаемые работники геологической отрасли!

Поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем геолога. Уже более полувека в этот день мы чествуем мужественных людей, настоящих первопроходцев, разведчиков недр. Россия исключительно богата природными ресурсами, но эти несметные сокровища были бы недоступны без неустанного самоотверженного труда многих поколений геологов и горняков.

Геологи помогли России обрести статус ведущей державы в сфере добычи многих видов полезных ископаемых. Сегодня отрасль имеет огромный научный, творческий и интеллектуальный потенциал, а высокий профессионализм геологов позволяет открывать новые месторождения полезных ископаемых. Уверен, что и в дальнейшем эффективная работа и компетентность геологов во многом будут определять развитие экономики, способствовать росту промышленного производства, повышению качества жизни людей.

Особые слова благодарности адресую ветеранам отрасли. Вы, как никто, знаете цену труду, дружеской поддержке, вы преданы делу, ваша жизнь – пример будущим поколениям геологов.

Уважаемые геологи, геофизики, геодезисты, топографы, ученые, буровики, горняки, – все те, кто причастен к геологическому изучению недр! Примите слова признательности за ваш нелегкий самоотверженный труд. Пусть вас никогда не покидает вера в успех, а жизненная энергия дает силы для новых открытий! Крепкого вам здоровья, благополучия и всего самого доброго!

Е.А. Киселев

Тема номера

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ РОССИИ – ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

№ 1

февраль
2018**ВОПРОС НОМЕРА**

- 4 *Б.В. Боровский, С.В. Спектор, А.Л. Язвин, А.А. Логинов, Ф.Б. Егоров*
Назрела ли необходимость новой классификации запасов подземных вод?

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВЗГЛЯД

- 10 *А.Н. Ищенко*
Необходимо усилить меры правового регулирования в области использования и охраны подземных вод

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ: ПРИРОДОРЕСУРСНОЕ ПРАВО

- 16 *О.Л. Павленко*
Закачка в недра использованных послепроцедурных минеральных вод – захоронение опасных отходов или размещение отходов производства и потребления?

ВЕСТИ ИЗ КОМИТЕТА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ДУМЫ

- 24 *А.Н. Ищенко*
Хроника законодательной работы в сфере недропользования

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: СЫРЬЕВАЯ БАЗА И ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА

- 30 *Е.Е. Оксенойд, И.В. Козлов, Р.И. Баширов*
Минерально-вещественный состав и фильтрационно-емкостные свойства баженовских пород в центральной части Западной Сибири
- 38 *Р.Г. Джамалов, Ф.Б. Егоров, А.Д. Гричук*
Современная изученность, состояние и перспективы использования ресурсов подземных вод Новой Москвы*

- 48 *В.П. Дьяконов*
Перспективы восстановления и развития йодной промышленности в Российской Федерации

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: СЕРВИС И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

- 54 *А.Н. Янин, С.А. Черевко, М.К. Рогачев*
О нецелесообразности закачки пресной воды в ультранизкопроницаемые коллектора Западной Сибири

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ТЕМА НОМЕРА

- 66 Резолюция международной конференции «Подземные воды – 2017»

- 68 *Б.В. Боровский, А.Л. Язвин*
Критический анализ действующей классификации запасов подземных вод в сравнении с предыдущими. Достоинства и недостатки. Рекомендации по переработке

- 76 *С.В. Спектор, Т.В. Прачкина*
Федеральная система мониторинга подземных вод. Информационные ресурсы и информационная продукция

- 82 *Г.Е. Ершов*
Вопросы изменений методики подсчета и экспертизы запасов подземных вод для обеспечения систем ППД нефтяных месторождений

- 88 *А.А. Логинов*
Недостатки отчетных материалов, посвященных гидрогеологическому обоснованию подземного размещения жидких отходов, по опыту их экспертизы в ГКЗ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ДИСКУССИОННЫЙ КЛУБ

- 100 *Я.Г. Грибик*
Оценка взаимосвязи в системе порода–вода–нефть в условиях Припятского прогиба

- 106 *А.В. Арутюнян*
Вновь о мантийной теории и дегидратации

ЭКОЛОГИЯ

- 110 *А.И. Гавришин, Е.С. Торопова, В.Е. Борисова*
Об ухудшении качества подземных вод в Восточном Донбассе

ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

- 118 *М.Н. Железняк, С.И. Сериков, М.М. Шац*
Газотранспортная система «Сила Сибири. Современные проблемы и перспективы

НОВОСТИ

- 132 *О.В. Трофимова*
ФБУ ГКЗ: динамика движения запасов

- 134 *Т.П. Линде*
Новости ГКЗ

- 138 *О.В. Трофимова*
Вести комитета по устойчивой энергетике ЕЭК ООН

- 140 *Новости ЕСОЭН*

- 142 *В.Г. Браткова, В.А. Примха, О.В. Трофимова*
Новости ЭТС

- 149 *Новости*



THE QUESTION OF THIS ISSUE

- 4 *B.V. Borevsky, S.V. Spektor, A.L. Yazvin, A.A. Loginov, F.B. Egorov*

Is there a need for a new classification of groundwater resources?

STATE POINT OF VIEW

- 10 *A.N. Itshenko*

It is Necessary to Strengthen the Measures of Legal Regulation in the Field of Use and Protection of Groundwater

LEGAL BASIS: NATURAL RESOURCE LAW

- 16 *O.L. Pavlenko*

Postprocedural Mineral Water Re-injection into Subsoil: Hazardous Waste Burying or Disposal of Production and Consumption Waste?

NEWS FROM THE STATE DUMA COMMITTEE

- 24 *A.N. Itshenko*

Chronicle of Legislative Work in the Field of Subsoil Use

GEOSCIENCES: MINERAL RESOURCES BASE AND GEOLOGIC EXPLORATION

- 30 *E.E. Ocsenoid, I.V. Kozlov, R.I. Bashirov*

Mineral and Matter Composition and Reservoir Properties of Bazhen Rocks in the Central Part of the West Siberia

- 38 *R.G. Gamalov, F.B. Egorov, A.D. Grichuk*

Current Knowledge, Condition and Prospects for Using Groundwater Resources in New Moscow

- 48 *V.P. Dyakonov*

Prospects for the Recovery and Development of the Iodine Industry in the Russian Federation

GEOSCIENCES: SERVICE AND IMPORT SUBSTITUTION

- 54 *A.N. Yanin, S.A. Cherevko, M.K. Rogachev*

On the Inexpediency of Pumping Fresh Water into Ultralow-permeable Reservoirs of Western Siberia

GEOSCIENCES: THE MAIN TOPIC OF THE ISSUE

- 66 Resolution of the international conference "Underground Waters – 2017"

- 68 *B.V. Borevsky, A.L. Yazvin*

Critical Analysis of the Current Classification of Groundwater Resources in Comparison with Previous Ones. Advantages and Disadvantages. Recommendations for Processing

- 76 *S.V. Spector, T.V. Prachkina*

Federal System of Groundwater Monitoring. Information Resources and Information Products

- 82 *G.E. Ershov*

Issues of Changes in the Methodology for Calculating and Assessing Groundwater Resources for the Provision of Systems for the Development of Oilfields

- 88 *A.A. Loginov*

The Shortcomings of Reporting Materials on Hydrogeological Substantiation of Underground Placement of Liquid Wastes in the Experience of their Expertise to the State Reserves Committee

GEOSCIENCES: DEBATING CLUB

- 100 *Ya.G. Gribik*

Evaluation of relationships in the system rock-water-oil in the conditions of the Pripyat trough

- 106 *A.V. Harutyunyan*

Again about Mantle Theory and Dehydration

ECOLOGY

- 110 *A.I. Gavrishin, E.S. Toropova, V.E. Borisova*

About the Deterioration of the Quality of Groundwaters in the Eastern Donbass

ECONOMICS OF NATURE USE

- 118 *M.N. Zheleznyak, S.I. Serikov, M.M. Shatz*

The gas Transportation System "The Power of Siberia. Current Problems and Prospects

NEWS

- 132 *O.V. Trofimova*

State Commission for Reserves of Commercial Minerals: dynamics of reserves

- 134 *T.P. Linde*

News of GKZ

- 138 *O.V. Trofimova*

News of the Committee on sustainable energy UNECE

- 140 News of ESOEN

- 142 *V.G. Bratkova, V.A. Primkha, O.V. Trofimova*

News of the Expert-Technical Council

- 149 News

Назрела ли необходимость новой классификации запасов подземных вод?



Б.В. Боровский, генеральный директор ЗАО «ГИДЭК», д-р геол.-мин. наук

Необходимость новой Классификации запасов подземных вод, безусловно, не только назрела, но и перезрела. На ее существенные недостатки обращалось внимание широкого круга специалистов, а также секции подземных вод ГКЗ непосредственно сразу после ее утверждения. Серьезная критика в статьях, на различных совещаниях и конференциях обнажила ее несостоятельность по целому ряду актуальных вопросов.

Наиболее принципиальные недостатки действующей Классификации свядятся к следующему:

- исключено определение запасов – «эксплуатационные», что противоречит их определению, методике подсчета и реальной сущности;
- безликость целевого назначения каждой из 4 категорий запасов, слабая акцентированность различных требований к их изученности;
- при четырех категориях изученности запасов – только две группы изученности месторождений: оцененные и разведанные, что само по себе является абсурдом;
- отсутствие возможности опытно-промышленной эксплуатации на месторождениях I, II и III групп сложности, что ведет к необоснованному повышению затрат на их изучение;
- требование к учету всех разведанных запасов нераспределенного фонда недр при расчете понижений уровня вновь оцениваемых участках недр, что приводит к необоснованному и весьма существенному их завышению;
- отсутствие четких экологических специально-экономических критериев разделения запасов на балансовые и забалансовые.

Десятилетний опыт использования действующей Классификации выявил ее полную несостоятельность по перечисленным вопросам.

Всего в СССР и РФ действовало 5 Классификаций, утвержденных в 1950, 1960, 1983, 1997 и 2007 гг. Срок их действия составлял 10 лет (дважды), 14 лет и 23 года. Длительность последнего связана с тем, что в этот период ГКЗ СССР могла принимать решение об утверждении запасов с отклонениями от действующей Классификации, что практиковалось достаточно часто, а с 1976 г. – на основании новой Инструкции по ее применению.

С учетом сроков разработки, согласования и ввода в действие новой Классификации (2–3 года) оптимальный срок действия Классификации 2007 г. истечет.



С.В. Спектор, заместитель генерального директора ФГБУ «Гидроспецгеология», канд. геол.-мин. наук

В настоящее время действуют две Классификации запасов и прогнозных ресурсов подземных вод, различающихся по их использованию: первая – питьевых, технических и минеральных подземных вод и вторая – теплоэнергетических и промышленных. И в той, и в другой Классификации отмечается некоторое несоответствие практике геологоразведочных работ. Между самими Классификациями также есть противоречия. Отметим некоторые из них.

В настоящее время нет практического смысла выделять запасы категории А, поскольку для получения лицензии на добычу подземных вод достаточно категории В. Следовательно, категорию А следует исключить из Классификации (или назвать категорией А запасы с требованиями к изученности нынешней категории В).

По действующей Классификации питьевых, технических и минеральных подземных вод требования к прогнозным ресурсам категории Р2 и Р3 практически не отличаются, по сути дела – это одна и та же категория ресурсов. Возникает необходимость либо их переквалификации, либо объединения. Кроме того, для питьевых, технических и минеральных подземных вод выделяются прогнозные ресурсы трех категорий – Р1, Р2 и Р3, а для теплоэнергетических и промышленных – только двух – Р1 и Р2, – что необъяснимо ни с геологической, ни с экономической точек зрения.

На месторождениях питьевых, технических и минеральных подземных вод III и IV группы сложности оцениваются запасы только категорий С1 и С2. На месторождениях теплоэнергетических и промышленных вод тех же групп сложности могут оцениваться еще и запасы категории В, что необоснованно, учитывая зачастую более высокую сложность геолого-гидрогеологических условий месторождений теплоэнергетических вод.

Таким образом, необходима новая классификация запасов и ресурсов подземных вод, как питьевых, технических и минеральных, так и теплоэнергетических и промышленных.



А.Л. Язвин, руководитель геологической службы ЗАО «ГИДЭК», д-р геол.-мин. наук, alyazvin@hydec.ru

Необходимость подготовки и внедрения новой классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод была очевидна еще на рубеже 2000 г., поскольку действовавшая на тот момент Классификация не отвечала происходящим изменениям социально-экономических условий и законодательства РФ.

В 2003 г. ЗАО «ГИДЭК» по государственному контракту с МПР России был подготовлен проект новой Классификации, однако в 2007 г. был принят другой вариант, существенно затормозивший развитие поисково-разведочного процесса и методики подсчета запасов.

Подробно достоинства и недостатки действующей Классификации, рекомендации по ее переработке рассмотрены в соответствующей статье на страницах этого номера журнала. Здесь же отметим, что практически каждый ее раздел содержит положения, требующие кардинальных изменений ввиду ошибок, противоречий и в конечном итоге невозможности эффективного применения. Не «работают» такие основополагающие понятия, как категории изученности запасов, группы сложности месторождений, разделение запасов на балансовые и забалансовые, исключена подготовленность к промышленному освоению.

Еще одним негативным моментом является разделение подземных вод на две группы (в одной – питьевые, технические и минеральные, в другой – промышленные и теплоэнергетические), для каждой из которых действует собственная Классификация.

Таким образом, создание новой Классификации является более чем актуальным. Однако она должна быть не просто новой, а отвечающей современным требованиям законодательства, экономики, развитию технологий.

ВОПРОС НОМЕРА

При этом особое внимание должно быть уделено тесной увязке стадий геологического изучения недр и категорий изученности со стадиями технико-экономического обоснования, проектирования и освоения месторождений, а также лицензирования пользования недрами.



А.А. Логинов, ведущий специалист ООО «НТПЦ Сенومان», канд. геол.-мин. наук,
Login1951@mail.ru

Вопрос о необходимости составления новой классификация запасов подземных вод возник сразу же после того, как в 2007 г. была составлена и зарегистрирована в Минюсте РФ ныне действующая Классификация, поскольку она изначально далеко не в полной мере соответствовала своему целевому назначению.

Как известно, создание классификаций является качественным скачком в развитии знания. Согласно Большой советской энциклопедии, «классификация, базирующаяся на глубоких научных основах, не только представляет собой в развернутом виде картину состояния науки (техники) или ее фрагмента, но и позволяет делать обоснованные прогнозы относительно неизвестных еще фактов или закономерностей».

Если ныне действующая «Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод» действительно отражала и отражает состояние гидрогеологии как науки, то это является прискорбным фактом, т.к. как в таком случае следует признать, что с этой наукой далеко не все в порядке, поскольку более непродуманной и противоречивой «классификации», на наш взгляд, еще не было.

Чтобы не быть голословным, укажем на ее основные недостатки.

1. Любая классификация, прежде всего, определяет предмет классифицирования. В рассматриваемой же классификации как таковые понятия запасов и прогнозных ресурсов подземных вод не расшифровываются. Между тем общеизвестно (и до сих пор никем не оспаривалось), что, например, запасы подземных вод подразделяются на естественные, искусственные, привлекаемые и эксплуатационные. Именно последние в соответствии с прежними действующими до 2007 г. классификациями утверждались ГКЗ, поскольку именно они имеют практическое значение и используются для водоснабжения хозяйствующих субъектов. Однако ГКЗ на основании действующей Классификации, начиная с 2007 г., утверждает просто «запасы» подземных вод, поскольку термин «эксплуатационные запасы» в новой Классификации упразднен. Зачем это сделано непонятно. Если авторы Классификации стремились таким способом ее упростить, то это им явно не удалось, т.к. изъятие из употребления смысловых терминов, появившихся не на пустом месте, а благодаря развитию знаний о запасах подземных вод, не только не способствует упрощению классифицируемых объектов, а наоборот усложняет, поскольку вносит путаницу в давно обоснованные и поэтому общепринятые понятия.

2. Критериями отнесения запасов к забалансовым, согласно новой Классификации, является только несоответствие качества подземных вод установленным требованиям (при наличии перспективы разработки методов водоподготовки для доведения качества до установленных требований) и/или отсутствие на момент подсчета запасов условий для создания зон и округов санитарной (горно-санитарной) охраны проектных водозаборных сооружений (притом, что не исключена возможность организации таких зон и округов в будущем). Однако указанные критерии далеко не полностью отражают все необходимые условия, по которым эксплуатационные запасы на самом деле могут быть отнесены к забалансовым. Показательным примером в этом смысле может служить Шернинское месторождение в Московской области. Питьевые воды месторождения характеризуются прекрасным качеством, и нет никаких препятствий для организации ЗСО водозаборов, тем не менее, эксплуатационные запасы этих вод, в силу сложившейся на момент их подсчета водохозяйственной обстановки и социально-экономической конъюнктуры, нельзя было утвердить балансовыми. При этом необходимость государственного учета эксплуатационных запасов Шернинского месторождения была вполне очевидна, т.к. месторождение разведывалось на бюджетные деньги по заданию правительства Московской области. Поэтому эксплуатационные запасы подземных вод указанного месторождения утверждены и постановлены на учет как забалансовые. Кстати, на утверждении именно забалансовых эксплуатационных запасов подземных вод Шернинского месторождения по состоянию на 2008 г. настаивала вовсе не экспертная комиссия ФГУ ГКЗ, а Федеральное агентство по недропользованию, в котором собственно и родилась новая классификация с критериями отнесения запасов к забалансовым только по качеству воды и условиям организации ЗСО.

3. Действующей Классификацией по степени изученности классифицируются не эксплуатационные запасы подземных вод (которые в соответствии с целевым назначением классификации и долж-

ны классифицироваться, как это было до 2007 г.), а месторождения подземных вод. Причем, последние делятся только на две группы – «оцененные» и «разведанные». Соответственно, разведанные месторождения могут, согласно Классификации, эксплуатироваться, а оцененные – нет. В таком случае совершенно непонятно, зачем нужны предусмотренные этой Классификацией четыре категории запасов подземных вод? Ведь получается, что если месторождение разведано, то независимо от категории запасов его подземных вод последние могут вполне легитимно добываться. Кстати, критерии отнесения запасов к той или иной категории в действующей Классификации настолько расплывчаты, что зачастую обоснованно определить категорию практически невозможно. В частности, классификационные определения категорий запасов подземных вод В и С1 практически одинаковые. Отличия заключаются только в том, что при характеристике запасов категории С1 постоянно употребляются прилагательные: «предварительный, ориентировочный, удовлетворительный», а при характеристике запасов категории В эти прилагательные отсутствуют. Но ведь перечисленные прилагательные не имеют количественных характеристик. Поэтому одним, например, изученность может показаться вполне хорошей, а другим – только удовлетворительной. Критерии различий не указаны.

Категория запасов С2 отличается от категории С1 практически только тем, что первую можно давать, согласно Классификации, по аналогии, а вторую – нет. При этом еще менее отчетливы критерии разделения на категории ресурсов подземных вод. К счастью, насколько нам известно, до сих пор нужды в таком разделении не возникало. Во всяком случае, нам за 10-летний период использования действующей ныне «Классификации запасов и прогнозных ресурсов... подземных вод» не известны прецеденты, когда ГКЗ утверждала бы ресурсы подземных вод, не говоря уже о том, чтобы утверждались их различные категории. В этой связи целесообразность в классифицировании ресурсов по категориям, на наш взгляд, более чем сомнительна.

4. Согласно действующей Классификации, не допускается возможность оценки промышленной категорией В эксплуатационных запасов подземных вод месторождений высоких групп сложности. Единственным обоснованием этого (во всяком случае, другого обоснования в классификации не просматривается) является то, что: «источники формирования запасов (подземных вод этих месторождений) не могут быть определены достоверно». Однако указанная причина вряд ли может служить серьезным препятствием для отнесения эксплуатационных запасов этих месторождений к категории В. Кстати, такого же мнения придерживались авторы прежних Классификаций, поскольку допускали возможность отнесения запасов подземных вод месторождений высоких групп сложности к категории В. На наш взгляд, это было вполне оправдано. Ведь при подсчете эксплуатационных запасов подземных вод (особенно минеральных) наиболее важно получить весомые доказательства возможности достижения проектного водоотбора при неизменном качестве этих вод за расчетный срок эксплуатации. Заметим, что пока не придумано более достоверных доказательств, чем те, которые получают по результатам опытных исследований. Именно поэтому, наиболее продуктивным и, соответственно, как правило, применяемым методом подсчета запасов минеральных вод очень сложных месторождений (3 группа сложности) и тем более, исключительно сложных (4 группа сложности), является гидравлический метод, обеспечивающий получение надежных данных для подсчета запасов подземных вод с максимальной достоверностью, что как раз и соответствует сути промышленной категории В этих запасов.

Кстати, несмотря на то, что, как выше указано, согласно рассматриваемой Классификации для месторождений 3 и 4 групп сложности не предусмотрены категории запасов группы В, тем не менее «Методическими рекомендациями по применению классификации...» такая возможность почему-то предусмотрена, и выражена следующим образом: «к запасам категории В рекомендуется относить фактический дебит продолжительных опытно-эксплуатационных откачек на участках недр и месторождениях (частях месторождений), отнесенных к месторождениям 3 группы; и опытно-промышленной эксплуатации на месторождениях 4 группы». В связи с этим возникают закономерные вопросы следующего характера. Что первично, и что должно служить основой для категоризации запасов – сама классификация или методические рекомендации по ее применению? Не менее актуален с практической точки зрения вопрос о том, как можно отличить опытно-эксплуатационную откачку, от опытно-промышленной?

5. Затруднения в практическом применении классификации создаются тем, что некоторые ее позиции (разделы) недостаточно расшифрованы. В частности, для отнесения запасов к категории В, согласно Классификации, необходимо, чтобы: «параметры и показатели, на основе которых выполнен подсчет запасов, были определены по результатам бурения и опробования скважин (в том числе кустов скважин), геофизических, гидрометрических и других видов исследований». В «Методических рекомендациях по применению классификации...» дополнительно сообщается о том, что

ВОПРОС НОМЕРА

«к запасам категории В рекомендуется относить «расчетный отбор подземных вод на разведанных участках недр, обоснованный дебитами опробованных и проектных скважин в пределах двойной экстраполяции на месторождениях 1 и 2 групп от фактически достигнутого среднего дебита скважин при опытных откачках; положение проектных скважин, обосновывающих запасы категории В, определяется в проектной схеме водозаборного сооружения (проектных схемах)». Однако на каком расстоянии от скважин с достигнутыми фактическими дебитами можно использовать двойную экстраполяцию для обоснования получения таких же дебитов проектных скважин, ни Классификацией, ни методическими к ней рекомендациями не оговаривается. Это весьма затрудняет принятие решений о возможности применения принципа двойной экстраполяции для обоснования дебитов проектных скважин фактическими дебитами пробуренных скважин в случаях, когда последние сосредоточены на локальных участках, а необходимо доказать возможность получения таких же дебитов проектных скважин на всей площади месторождения (притом, что площадь может достигать нескольких тысяч квадратных километров). Такие месторождения широко распространены в нефтегазоносных районах Западной Сибири и эксплуатируются с целью водоснабжения систем ППД в продуктивных на углеводороды пластах.

В таких случаях приходится специалистам-гидрогеологам, основываясь не Классификации, а на собственных понятиях, делать выбор относительно того, когда можно использовать двойную экстраполяцию достигнутых дебитов на проектные скважины, а когда – нет. Поскольку у разных специалистов могут быть различные мнения на этот счет, вряд ли указанный способ оценки возможности использования двойной экстраполяции приемлем.

6. Представляется совершенно необоснованным, что опытно-промышленная эксплуатация предусмотрена только для месторождений 4 группы сложности. Таким образом, для того чтобы начать эксплуатацию менее сложных месторождений, согласно Классификации, в обязательном порядке на них необходимо провести разведочные работы. Это, на наш взгляд, не всегда оправдано в финансовом отношении и может существенно замедлить процесс освоения запасов, что в ряде случаев крайне нежелательно для инвесторов. В частности, изученность апт-альб-сеноманского водоносного комплекса характеризующегося, как правило, простой (1) группой сложности и традиционно эксплуатирующегося (уже более 50 лет) в нефтегазоносных районах Западной Сибири для ППД в нефтяных залежах, весьма высокая, пожалуй, одна из самых высоких в РФ. Учитывая это и простые геолого-гидрогеологические условия комплекса, нет сомнений в том, что получить необходимую информацию для подсчета запасов его подземных вод можно по результатам их опытно-промышленной эксплуатации, тем более что практика выполнения ОПЭ без предварительных разведочных работ на таких месторождениях была до 2007 г. весьма частой и вполне себя оправдывала.

Кроме перечисленных основных принципиальных недостатков действующей «Классификации запасов и ресурсов ...подземных вод», в ней имеется и ряд более мелких недостатков. И те и другие крайне затрудняют возможность применения Классификации на практике. Последнее подтверждено неутешительными результатами опыта ее применения. Эти результаты неоднократно обсуждались на различных гидрогеологических форумах (в том числе и на последнем, состоявшемся в г. Ессентуки в конце ноября – начале декабря 2017 г.), а также на экспертно-технических советах ГКЗ с весьма представительным собранием экспертов-гидрогеологов. Всегда выводы относительно Классификации были негативными. Поэтому многократно гидрогеологическое сообщество (в лице внештатных экспертов и коллектива ФБУ ГКЗ) обращалось в Роснедра и Минприроды России с мотивированным ходатайством об отмене этой Классификации. К сожалению, эти обращения не имели успеха, несмотря на очевидность того, что действующая Классификация не отвечает основополагающим принципам классифицирования эксплуатационных запасов подземных вод.

Учитывая вышеизложенное, нет сомнений в необходимости составления новой классификации, которая должна соответствовать требованиям сегодняшнего дня и быть максимально пригодной для практического применения.



Ф.Б. Егоров, начальник геологической службы ГПБУ «Мосэкомониторинг»

Безусловно, назрела! Потребность в новой классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых и технических подземных вод появилась сразу после выхода её последней редакции. Основные предложения по корректировке классификации были высказаны профессором Б.В. Боровским, поддержаны экспертным сообществом и отражены в резолюции международной конференции «Подземные воды-2017». Принятие новой классификации должно внести больше здравого смысла в букву закона. ❧

Москва, 1 июня 2018 г.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ
АГЕНТСТВО
ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ



ГКЗ

МОСКВА,
1 ИЮНЯ 2018 ГОДА



55 - ЛЕТ ЦКР РОСНЕДР ПО УВС

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УВС»

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



«МИНПРИРОДЫ»



ЕСОЭН
ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ ЭКСПЕРТОВ
ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ

ОПЕРАТОР КОНФЕРЕНЦИИ:
АООН «НАЭН»



ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ XXI ВЕК

ПО ВОПРОСАМ УЧАСТИЯ ОБРАЩАТЬСЯ: +7 (495) 780-30-54; +7 (499) 238-22-02; +7 (968) 671-32-15
E-MAIL: RECEPTION_EUES@EUES.RU; INFO@GKZ-RF.RU



Подписка на журнал «Недропользование XXI век» Подписаться – ПРОСТО и ДЕШЕВО:

- зайти на сайт www.laep.ru
- распечатать и заполнить квитанцию
- оплатить подписку в любом отделении любого банка

Мы пришлем вам готовую к оплате квитанцию, если вы заполните на сайте форму «Заявка на подписку»

Стоимость годовой подписки:
на печатную версию – 6000 руб.
на электронную версию – 5400 руб

Члены Евразийского союза экспертов по недропользованию могут оформить льготную (50%) подписку на бумажную версию журнала, а также бесплатно – на электронную, обратившись в редакцию по адресу info@laep.ru

Для студентов, аспирантов и преподавателей ВУЗов существует льготная годовая подписка на электронную версию (2400 руб.)

От юридических лиц ждем реквизиты (карточку предприятия) для выставления счета.

Телефон отдела подписки: 8 (495) 780 33 12

Оформляя подписку через подписные агентства, указывайте индекс нашего журнала:

81974 – в каталоге «Газеты. Журналы» Агентства «Роспечать»
86297 – в Объединенном каталоге «Пресса России»



А.Н. Ищенко
д-р экон. наук
профессор
депутат Государственной Думы
председатель рабочей группы
по доработке Закона РФ «О недрах»

Необходимо усилить меры правового регулирования в области использования и охраны подземных вод

Руководитель рабочей группы по рассмотрению и доработке законодательных инициатив, направленных на совершенствование Закона РФ «О недрах», в том числе в вопросах геологоразведки и недропользования, выступил с докладом на открытии Международной конференции «Подземные воды-2017», которая проходила 29 ноября 2017 г. в Эссентуках. При написании статьи использованы основные положения доклада

Ключевые слова: подземные воды; охрана и рациональное использование водных ресурсов; меры правового регулирования

Подземные воды представляют собой составной компонент природной среды, являясь одновременно частью недр и общих водных ресурсов суши, это значимый стратегический ресурс, и сегодня проблематика подземных вод приобрела исключительную актуальность. Месторож-

дения подземных вод России содержат свыше 10% мировых разведанных запасов.

Использование подземных вод является многофункциональным. Согласно Общероссийскому классификатору полезных ископаемых и подземных вод, существуют питьевые, технические, минеральные, тепло-энергетические

и промышленные виды подземных вод. При этом на использование подземных водных объектов для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд приходится около 70% всего объема добываемых вод (69%).

За последние 50 лет темп забора подземных вод по всему миру утроился. Более 95% всех их запасов – это ресурс питьевого водоснабжения. Северо-Кавказский федеральный округ, на территории которого проходила международная конференция «Подземные воды – 2017», располагает уникальным сочетанием этого ресурса – минеральными питьевыми водами, термальными водами и лечебной грязью. Здесь сосредоточено около 30% всех российских ресурсов минеральных вод.

На сравнительно небольшой территории выявлено около 130 минеральных источников 12 типов сложного химического состава. Общий дебит минеральных вод достигает 12 миллионов литров в сутки. Суммарные эксплуатационные запасы этих вод, утвержденные по высоким промышленным категориям, превышают в Кисловодском месторождении 2000 м³/сут, в Ессентукском месторождении – 800 м³/сут. Происхождение, формирование и свойства минеральных вод связаны с пятигорскими лакколитами и высокогорными областями Северного Кавказа, где формируются подземные воды. Выпадающие в горах атмосферные осадки проникают в толщи горных пород на большие глубины, минерализуются, нагреваются, насыщаются газами (они выделяются при остывании расплавленной магмы в земной коре) и выходят на поверхность по трещинам в долинах рек.

Дефицит источников пресной питьевой воды усиливается с каждым годом. Поэтому качество управления этим ресурсом определит в дальнейшем возможности удовлетворения спроса на питьевую воду и обеспечит нашу адаптацию к климатическим изменениям.

В настоящее время в России эксплуатация подземных вод сопровождается целым рядом проблем антропогенного характера. Ухудшается качество подземных вод. Усиливается их загрязнение под влиянием промышленных объектов, сельскохозяйственных предприятий животноводческого и птицеводческого комплексов. Несоблюдение необходимых условий эксплуатации земельных участков, в том числе личных участков граждан, приводят к снижению качества и напора подземных вод.

В соответствии с положениями Водной стратегии РФ на период до 2020 г., основными задачами, определяющими направления развития водохозяйственного комплекса, являются:

- обеспечение социально-экономических потребностей в водных ресурсах;
- обеспечение безопасности населения и объектов экономики от негативного воздействия вод;
- обеспечение безопасности подводомственных гидротехнических сооружений.

Рассматривая проект федерального бюджета на 2018 г., члены нашего комитета отмечали, что дефицит водных ресурсов в значительной степени определяется расточительным отношением к ним. Высокая водоемкость экономики, характеризующаяся традиционно высокими удельными расходами воды на единицу произведенной продукции, сохраняется и в настоящее время. В дальнейшем ожидается углубление тенденций расточительного водопользования.

В последние годы отдельно рассматривается вопрос обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, что связано с продолжающимся старением сооружений, дефицитом средств, направляемых на поддержание их несущей способности, а также в связи с возможными террористическими актами.

Государственная Дума поддержала предложения комитета об увеличении параметров финансового обеспечения по федеральной целевой программе «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 гг.» в 2018 г. на 830,7 млн руб.

Однако мы можем контролировать влияние антропогенного фактора на подземные воды и **путем усиления мер правового регулирования** отношений в области использования и охраны подземных вод.

Как вы знаете, правовое регулирование отношений, связанных с подземными водами, имеет межотраслевой характер и формируется на стыке законодательства о недрах и других отраслей права.

Помимо Закона РФ «О недрах» и Водного кодекса РФ, к базовым федеральным законам, в той или иной степени регулирующим вопросы изучения, использования и охраны подземных вод, относятся Градостроительный кодекс РФ, Земельный кодекс РФ, Налоговый кодекс РФ, законы «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «Об охране окружающей среды», «Об экологической экспертизе», «О водоснабжении и водоотведении», «Об информации, информатизации и защите информации» и др.

Созданный к настоящему времени комплекс нормативных документов чрезвычайно обширен, он постоянно расширяется и корректируется

ся, это вызывает многочисленные осложнения у недропользователей.

Вместе с тем необходимо отметить, что само понятие «**подземные воды**» ни в одном из перечисленных законов не представлено в конкретной формулировке. Очевидно, что размытость и неопределенность правового статуса подземных вод становится одной из причин бесхозяйственного и неэффективного использования их месторождений, и в конечном итоге, приводит к истощению и обмелению поверхностных водных объектов, в том числе особо охраняемых.

С 1993 г. основой нормативно-правового регулирования изучения и добычи подземных вод является Закон РФ от 21.02.1992 «О недрах». В настоящее время жестко регламентирован практически каждый шаг недропользователя. Единственный этап, где предоставлена определенная свобода – проведение геологоразведочных работ, методика которых разрабатывается, как правило, специализированными организациями, хотя требования к результатам работ и отчетным материалам строго установлены.

В соответствии с Законом РФ «О недрах», при изучении и использовании питьевых и технических подземных вод используются два вида лицензий (ст. 6, 10.1):

- геологическое изучение, включающее поиски и оценку месторождений;
- разведка и добыча полезных ископаемых.

Фактически, государство выстраивает заново систему геологического изучения и использования подземных вод, стараясь при этом максимально урегулировать последовательность работ, их состав и требования к отчетности. Вектор развития нормативной базы очевиден – детальная регламентация действий как недропользователей, так и должностных лиц, ответственных за исполнение государственных функций.

В рамках действующего законодательства о недрах подземные воды рассматриваются как **извлекаемый ресурс**, а не как составная часть природного многообразия, которая нуждается в защите и охране. Нормы Водного кодекса РФ, регулирующие использование подземных водных объектов, отсылают нас к законодательству о недрах, которое пока не закрепляет приоритет охраны подземных вод перед их использованием. Следствием этого становится множество бездействующих скважин, загрязняющих подземные водоносные горизонты и истощающих подземные источники.

Деятельность по устройству и эксплуатации таких скважин связана с еще одной проблемой – двойным правовым регулированием. В силу того, что скважины для добычи подземных вод

предполагают использование водных ресурсов, то в соответствии со ст. 3 Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений», они подпадают под понятие гидротехнического сооружения.

Полномочия в сфере регулирования отношений и управления недропользованием разделены между федеральными органами государственной власти, органами государственной власти субъектов РФ, а также органами местного самоуправления.

Сегодня вопросами управления водной отраслью в нашей стране занимаются более 30 федеральных ведомств, это часто приводит к наложению или размытию ответственности. Право-

Дефицит источников пресной питьевой воды усиливается с каждым годом. Поэтому качество управления этим ресурсом определит в дальнейшем возможности удовлетворения спроса на питьевую воду и обеспечит нашу адаптацию к климатическим изменениям

вые коллизии допускают проявления разобщенности в управлении водным хозяйством. У нас отсутствует полная база данных по подземным водным объектам, не ведется строгий статистический учет количества скважин.

Несовершенство действующего законодательства требует усилить меры правового регулирования в области использования и охраны подземных вод.

В связи с этим в настоящее время ведется активная законопроектная работа в нашем комитете и в рабочей группе по рассмотрению и доработке законодательных инициатив, направленных на совершенствование Закона РФ «О недрах», в том числе в вопросах геологоразведки и недропользования (далее – Рабочая группа), которую я возглавляю, в неё вошли почти 50 представителей геологоразведки, недропользователей и науки.

Значительные изменения в законодательство о недрах по вопросам использования подземных вод были внесены Федеральным законом от 29.12.2014 № 459-ФЗ «О внесении изменений в Закон РФ “О недрах” и отдельные законодательные акты РФ».

Участки недр, содержащие подземные воды, которые используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения или технологического обеспечения водой объектов промышленности либо объектов сельскохозяйственного назначения, и объем добычи которых составляет не более 500 м³/сут были отнесены к участкам недр местного значения.

Кроме этого, этот закон **наделял** собственников и арендаторов земельных участков **правом осуществлять использование** подземных вод в границах данных земельных участков без применения взрывных работ, **объем извлечения которых должен составлять не более 100 м³/сут**, из водоносных горизонтов, не являющихся источниками централизованного водоснабжения и расположенных над водоносными горизонтами, являющимися источниками централизованного водоснабжения.

Добыча таких подземных вод, согласно этому закону, осуществляется без проведения экспертизы запасов и без согласования технического проекта и проектной документации на разработку месторождений полезных ископаемых.

Федеральным законом от 21.07.2014 № 261-

Несовершенство действующего законодательства требует усилить меры правового регулирования в области использования и охраны подземных вод

ФЗ «О внесении изменений в Закон РФ “О недрах” и отдельные законодательные акты РФ» была снята еще одна достаточно важная проблема – решены вопросы, связанные с **размещением в пластах горных пород попутных вод и вод**, использованных пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд, при разведке и добыче углеводородного сырья.

Этим законом также закреплено в ст. 19.1 Закона РФ «О недрах» право пользователей недр, осуществляющих разведку и добычу углеводородного сырья или по совмещенной лицензии геологическое изучение, разведку и добычу углеводородного сырья, в границах предоставленных им горных отводов или геологических отводов на основании утвержденного технического проекта **размещать в пластах горных пород попутные воды и воды**, использованные для собственных производственных и технологических нужд в порядке, установленном

Роснедра (федеральным органом управления государственным фондом недр). Отношения, связанные с размещением в пластах горных пород попутных вод и вод, использованных пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд, в случае разведки и добычи углеводородного сырья теперь регулируются только законодательством о недрах.

Подготовленный нашим комитетом и принятый в этом году федеральный закон (от 29.07.2017 № 217-ФЗ) «О ведении гражданами садоводства и огородничества для собственных нужд и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», наделил некоммерческие организации, созданные гражданами для ведения садоводства, огородничества или дачного хозяйства правом осуществлять добычу подземных вод для целей хозяйственно-бытового водоснабжения без получения лицензии на пользование недрами (до 1 января 2020 г.).

Добыча подземных вод для целей хозяйственно-бытового водоснабжения дачных товариществ может осуществляться ими без проведения геологического изучения недр, государственной экспертизы запасов полезных ископаемых, согласования и утверждения технических проектов и проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием недрами, а также без представления доказательств того, что товарищества обладают или будут обладать квалифицированными специалистами, необходимыми финансовыми и техническими средствами для эффективного и безопасного проведения работ.

В настоящее время в Государственной Думе продолжается работа по совершенствованию законодательства в сфере правового регулирования использования подземных вод.

Комитетом по природным ресурсам, собственности и земельным отношениям и Рабочей группой на стадии подготовки к первому чтению был рассмотрен проект федерального закона (№ 277764-7) «О внесении изменений в ст. 29 Закона РФ “О недрах”», которым предусматривается отменить необходимость проведения государственной экспертизы запасов подземных вод на участках недр федерального значения при использовании земельных участков земель обороны, безопасности, которые предоставляются для добычи подземных вод, для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения или технологического обеспечения водой объектов промышленности, либо объектов сельхозназначения, объем добычи которых составляет не более 100 м³/сут.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВЗГЛЯД

Этим законопроектом предлагается унифицировать правовой режим использования подземных вод на приграничных территориях РФ и территориях воинских частей. Это позволит снизить финансовую нагрузку на Вооруженные силы РФ, поскольку затраты на подготовку материалов по подсчетам запасов для государственной экспертизы, которые несет федеральный бюджет, значительно превышают плату за ее проведение.

Сегодня, по действующей ч. 1 ст. 29 Закона РФ «О недрах», такая норма касается исключительно участков недр местного значения. Вместе с тем, плата за проведение государственной экспертизы запасов полезных ископаемых на участках недр федерального значения, поступающая в доход федерального бюджета, составляет 10 тыс. руб.

В свою очередь, объем средств, затрачиваемых на проектирование и проведение работ по подсчету запасов подземных вод на участке недр, а также последующее представление данных материалов на государственную экспертизу составляет от 500 тыс. руб. до 1 млн руб. При этом недропользователями на участках недр федерального значения, при пользовании которыми необходимо использование земельных участков из состава земель обороны и безопасности, являются преимущественно организации федеральных органов исполнительной власти в сфере обороны и безопасности и перечисленные работы проводятся за счет средств федерального бюджета.

Кроме того, затраты федерального бюджета на организацию экспертизы (оплата труда специалистов-экспертов, работа экспертной комиссии, иные материальные затраты) составляют около 25–30 тыс. руб.

Эксперты Рабочей группы считают, что, учитывая малый дебет скважин (до 100 м³), осуществление недропользования на таких участках не окажет существенного влияния на гидрогеологическую среду. При этом доля водозаборов до 100 м³/сут, расположенных на участках недр федерального значения, составляет менее 0,1% общего числа таких водозаборов.

Законопроект соответствует положениям Договора о Евразийском экономическом союзе и международных договоров РФ и планируется к рассмотрению Государственной Думой в ближайшее время.

7 февраля 2018 г. Государственная Дума приняла законопроект в первом чтении. В настоящее время идет подготовка его к рассмотрению во втором чтении, готовятся поправки, направленные на устранение недостатков правового

регулирования отношений, касающихся государственной экспертизы полезных ископаемых в целом.

В Правительстве России в настоящее время подготовлен проект федерального закона «О внесении изменений в Закон РФ “О недрах” в части уточнения понятия “подземные воды”», который разработан в целях унификации законодательства о недрах и налогового законодательства.

Действующим законодательством о недрах предусмотрен механизм предоставления на основании заявительного порядка участков недр, содержащих подземные воды, с ограничением по видам их целевого назначения. Вместе с тем ст. 2.3 и 10.1 Закона РФ «О недрах» содержат перечень видов целевого использования подземных вод, который не учитывает виды использования пресных подземных вод, не относящихся к промышленным, термальным и минеральным (например, промышленный розлив). В отношении указанных объектов применяется аукционный (конкурсный) порядок предоставления их в пользование.

В свою очередь, с позиции налогового законодательства пресные подземные воды, в том числе питьевые и технические подземные воды, не являются добытым полезным ископаемым и не являются объектом налогообложения налогом на добычу полезных ископаемых. В связи с чем в отношении них не может быть рассчитан стартовый размер разового платежа за пользование недрами для проведения конкурса или аукциона.

В целях гармонизации законодательства о недрах и налогового законодательства предлагается внести изменения в Закон РФ «О недрах» в соответствии с существующей практикой лицензирования подземных вод, исключив целевое назначение использования подземных вод, одновременно дополнив понятие в части не отнесения их к промышленным, минеральным или термальным водам.

Депутаты Государственной Думы и члены Совета Федерации на парламентских слушаниях, посвященных подземным водам, не раз отмечали, что субъектам РФ необходимо продолжить ежегодно предусматривать средства на софинансирование мероприятий с целью обеспечения ресурсной базы подземных вод хозяйственно-питьевого водоснабжения, модернизацию гидротехнических и очистных сооружений, вести постоянный мониторинг их состояния.

При взаимодействии с Роснедра и с привлечением местных гидрогеологических организаций необходимо организовать службы

государственного мониторинга состояния недр территориального уровня. Совместно с МЧС России разработать схемы резервного питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения с использованием имеющихся скважин и колодцев для добычи подземных вод.

Выборочные проверки по отдельным территориям показали, что большинство одиночных скважин не имеют никаких правоустанавливающих документов, т.е. нигде и никак не учтены, а их количество на территории каждого субъекта РФ может достигать 100 000 и более, из чего следует необходимость привлечения сил и средств субъектов РФ для их выявления, учета и документирования.

Наряду с созданием отдельной гидрогеологической службы в каждом из субъектов РФ необходимо разработать и принять соответствующие законы субъектов РФ о геологическом изучении, учете, охране и использовании подземных пресных вод, а также соответству-

ющие нормативные правовые акты. Нам необходимо разработать модельный закон субъекта РФ, на основе которого будут уточняться и приниматься законы конкретных субъектов РФ, которые будут соответствовать федеральному законодательству и учитывать региональные особенности.

Решение о пользовании подземными водами должно быть согласованным, с одной стороны – органом исполнительной власти субъекта РФ, определяющим потребности обеспечения подземных вод, с другой – федеральной гидрогеологической службой, определяющей конкретные условия рациональной их добычи.

Между тем, необходимость развития и совершенствования внутреннего водного законодательства остается. Необходимо исключить двойственность толкований норм, обеспечить условия для объединения функций управления и охраны водных ресурсов в пределах одной системы. ☐

Правовое регулирование отношений, связанных с подземными водами, формируется на стыке законодательства о недрах и других отраслей права.

Помимо Закона «О недрах» и «Водного кодекса», к базовым федеральным законам относятся:

- Градостроительный кодекс,
- Земельный кодекс,
- Налоговый кодекс,
- законы "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", "Об охране окружающей среды", "Об экологической экспертизе", "О водоснабжении и водоотведении", "Об информации, информатизации и защите информации"

UDC 551.444

A.N. Itshenko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Deputy of the State Duma, Member of the Committee on Natural Resources, Property and Land Relations, Chairman of the Working Group on the Finalization of the RF Law "On Subsoil"

It is Necessary to Strengthen the Measures of Legal Regulation in the Field of Use and Protection of Groundwater

Abstract. The head of the working group to review and finalize legislative initiatives aimed at improving the RF Law "On Subsoil", including in matters of geological prospecting and subsoil use, made a presentation at the opening of the International Conference "Groundwaters-2017", which was held on November 29, 2017. in Essentuki. When writing the article the main provisions of the report

Keywords: the groundwater; protection and rational use of water resources; regulatory measures



О.Л. Павленко
канд. геол.-мин. наук
Западно-Сибирский институт проблем геологии
нефти и газа Тюменского индустриального
университета¹
заведующая лабораторией ресурсов термальных
и бальнеологических подземных вод
член ЕСОЭН
Pavlenko_Olga@tmnsc.ru

Закачка в недра использованных послепроцедурных минеральных вод – захоронение опасных отходов или размещение отходов производства и потребления?

¹Россия, 625000, Тюмень, ул. Володарского, 56, каб. 403.

Рассматриваются вопросы регулирования обратной закачки в недра минеральной воды, использованной в лечебно-оздоровительных целях, с точки зрения законодательства о недрах, охране окружающей среды и отходах производства и потребления. Отмечены противоречия в законодательстве, препятствующие деятельности недропользователей

Ключевые слова: обратная закачка в недра; законодательство о недрах; отходы производства и потребления; опасные отходы; захоронение отходов; строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых; виды пользования недрами

В последние годы Тюменская область, особенно – южная её часть, становится новым курортным регионом России. В силу целого ряда причин речи о конкуренции с такими всероссийскими здравницами, как Кавминводы или Черноморское побережье Кавказа, не идёт, крупных санаторных комплексов здесь практически нет, исключения составляют санатории «Тараскуль» (на 885 мест) и «Сибирь» (на 700 мест). Вездной санаторно-курортный туризм ограничивается краткосрочными (1–2 дня, по большей части – в осенне-зимний сезон) посещениями малых групп из сопредельных регионов – Свердловской, Челябинской, Курганской областей. Главная цель этих поездок – времяпрепровождение на базах отдыха, оборудованных бассейнами с термальной минеральной водой.

Таких мест в окрестностях Тюмени насчитывается почти два десятка. Кроме того, круглогодично работают санатории и водолечебницы, где отпускаются процедуры с использованием подземных минеральных лечебных вод.

О наличии на этой территории подземных минеральных вод стало известно в 1950-х гг., когда были пробурены первые поисково-разведочные скважины на нефть и газ. Некоторые из них после выполнения основной задачи – изучения разреза осадочного чехла – были переоборудованы для снабжения тёплой минеральной водой плавательных бассейнов и водолечебниц. С развитием частного капитала собственные скважины стали появляться на территории профилакториев и баз отдыха.

Одна из старейших тюменских скважин находится на северо-восточной окраине города, в посёлке Яр. Скв. 3-р была пробурена в 1953 г. как разведочная на нефть до глубины 2509 м (при этом почти на 1000 м скважина вскрывает отложения кристаллического фундамента). С 1956 г. скв. 3-р обслуживала сначала водолечебницу облздравотдела, и уже в наши дни право пользования недрами на этом участке было получено частной компанией.

Не менее интересна история скв. 12-п, пробуренной в 1987 г. для выяснения перспектив нефтегазоносности доюрских отложений прямо на территории пионерского лагеря «Юный геолог». Проектная глубина скважины – 1450 м – не была достигнута из-за осложнений при бурении, тем не менее доюрские отложения вскрыты и пройдены на глубину 26 м, из них отобран керн. Скважину испытали в интервале готеривбаррем-нижнеаптских отложений (был получен приток воды дебитом 1080 м³/сут, избыточное давление на устье – 4,35 атм) и передали в пользование пионерскому лагерю.

В настоящее время на юге Тюменской области имеется более полсотни бальнеологических скважин. Каждая скважина в зависимости от потребностей водопользователей даёт от 50 до 1500 м³/сут минеральной воды самоизливом (избыточные давления на устьях скважин сегодня составляют порядка 3–5 атмосфер). Эта вода имеет собственную позицию в классификациях лечебных вод (как в ранее действовавшей, а ныне отмененной «Классификации минеральных вод и лечебных грязей для целей их сертификации», 2000 г., так и в действующем ГОСТе Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые»): это средне- или высокоминерализованные хлоридные натриевые, иногда йодные, бромные, борные термальные воды, которые могут использоваться для отпуска наружных бальнеопроцедур в виде общих и местных ванн, лечебных душей, бассейнов, орошений, а также для курсового питья при лечении, главным образом, заболеваний желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой, нервной систем, костно-мышечного аппарата.

По большинству скважин подсчитаны и утверждены запасы подземных вод в общей сумме 28 тыс. м³/сут, в том числе 20 тыс. м³/сут по категориям А+В. В 2002 г. нами по заданию администрации Тюменской области была выполнена региональная оценка гидроминеральных ресурсов, в рамках которой определен потенциал суммарного водоотбора по наиболее нагруженному узлу – г. Тюмень и ближайшие окрестности, который в 4 раза превышает существующий отбор.

Однако до сих пор актуальным остаётся вопрос удаления использованных послеоперационных вод. Если учреждение находится в жилой застройке (как, например, поликлиника «Нефтяник» с собственной скв. 3-б (рис. 1) или спорткомплекс «Геолог» со скв. 4-б, которые расположены в самом центре Тюмени), то использованная вода сливается вместе с хозяйственно-бытовыми стоками в городскую канализацию. На отдалённых объектах вопрос решается сбросом на рельеф (рис. 2) или в ближайший водоём – по согласованию с соответствующим природоохранным ведомством.

В 23 км от Тюмени находится санаторий «Тараскуль». Использованную послеоперационную воду и излишки добытой минеральной здесь сливают в близрасположенное озеро Малый Тараскуль. До 1961 г., т.е. до начала работы бальнеологической скв. 2-б, вода в озере имела минерализацию 0,16 г/л и гидрокарбонатный магниево-кальциевый состав. Под влиянием сброса хлоридной натриевой среднеминерализованной (5,5 г/л) воды к 1996 г. химический состав

воды в озере изменился на хлоридный натриевый, минерализация увеличилась до 2,62 г/л (по данным ежегодных отчетов ООО «Ингеолком», Москва, по оценке воздействия сброса). В настоящее время объем сброса несколько уменьшился. По данным отчета по оценке воздействия сброса (ООО «Ингеолком+», Москва, 2011 г.) в 2011 г. минерализация озёрной воды в зависимости от сезона года составляет 0,47–1,76 г/л.

«Тараскуль» – курорт федерального значения, поэтому очевидно, что он испытывает повышенное внимание со стороны контролирующих органов. И, тем не менее, озеру не удастся избежать загрязнения, хоть и в допустимых (пока) пределах. Что происходит с водоёмами и с почвами на других объектах (а минерализация тюменских минеральных вод может достигать 20 г/л – например, в районе Ялutorовска, Заводоуковска, Ишима), вряд ли кто-либо может дать достоверную информацию, специальные исследования, насколько нам известно, нигде не проводились.

Оптимальным вариантом с точки зрения природоохранного законодательства может стать закачка использованных послеоперационных вод в глубокие водоносные горизонты при условии их надежной изоляции от поверхности земли и других водоносных горизонтов, эксплуатируемых или пригодных для эксплуатации. Нефтяные компании, например, уже давно и широко практикуют закачку избытка подтоварных вод, не востребованных системой поддержания пластового давления, в глубоководные водоносные горизонты.

Однако в этом случае, помимо расходов на строительство поглощающей скважины и проектные документы, недропользователь сталкивается с противоречиями в законодательстве, которые он не в состоянии разрешить. Дело в том, что по законодательству об отходах использованные послеоперационные воды являются отходами производства и потребления¹. Для захоронения отходов в недра необходимо получить лицензию на право пользования недрами, решение о предоставлении которой, в соответствии со ст. 10.1 Закона РФ «О недрах» [1], принимается на основании решения Правительства РФ для случая захоронения отходов 1–5 класса опасности либо на основании решения комиссии федерального органа управления фондом недр – для случая размещения отходов производства и потребле-



Рис. 1.
Павильон скв. 3-б поликлиники «Нефтяник»

ния. Соответственно, разработаны подзаконные акты, определяющие порядок выдачи лицензии – для каждого из этих случаев различный. Однако до сих пор ни один нормативный документ не разъясняет, в чём разница между «размещением отходов производства и потребления» и «захоронением отходов 1–5 класса опасности». Ведь любой отход имеет класс опасности (от первого до пятого), а размещение отходов – в соответствии со ст. 1 Федерального закона «Об отходах производства и потребления» – это хранение и захоронение отходов.

Рассмотрим три закона – «О недрах» [1], «Об охране окружающей среды» [3] и «Об отходах производства и потребления» [2]. Положения перечисленных законов, касающиеся вопросов закачки в недра, противоречат друг другу.

Согласно ст. 6 Закона РФ «О недрах» [1], недра предоставляются в пользование для следующих целей (сократим формулировки до главных словосочетаний, отражающих, с нашей точки зрения, суть вопроса):

- региональное геологическое изучение;
- геологическое изучение, включающее поиски и оценку месторождений;
- геологическое изучение и оценка пригодности участков недр для строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых;
- разведка и добыча, а также размещение в недрах попутных вод и вод, использованных для собственных производственных и технологических нужд, в случае разведки и добычи углеводородного сырья;
- строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых;

¹ Статья 1 Федерального закона № 89 от 24.06.1998 «Об отходах производства и потребления»: «Отходы производства и потребления – вещества и предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению в соответствии с настоящим законом».



Рис. 2.
Сброс излишков добытой минеральной воды в одном из санаториев

- образование особо охраняемых объектов;
- сбор геологических коллекционных материалов.

Как видим, в ст. 6 есть пункт о размещении попутных вод и вод, использованных для собственных производственных и технологических нужд (особо отмечено, что этим пунктом можно воспользоваться только в случае разведки и добычи углеводородного сырья), однако такие виды пользования недрами, как «захоронение отходов 1–5 класса опасности» и «размещение отходов производства и потребления» вообще не предусмотрены. Каким же образом тогда они появляются в упомянутой выше ст. 10.1? А «закачки сточных вод» нет и там, т.е. подземная закачка использованных послепроцедурных вод законодательством о недрах как будто и не предусмотрена.

Согласно п. 6.8 «Положения о порядке лицензирования пользования недрами» [5], и захоронение отходов, и сброс сточных вод относятся к «строительству и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых». Ведь действительно, добыча – это одно, а закачка – совершенно другое, с добычей

не связанное. Но, согласно ст. 2.3 Закона РФ «О недрах» [1], участки недр, используемые для строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, являются участками недр местного значения, и, согласно п. 6 ст. 10.1, предоставляются в пользование на основании решения органа государственной власти субъекта РФ (в отличие от «захоронения отходов 1–5 класса опасности» по решению правительства и «размещения отходов потребления» – по решению комиссии распорядителя недр).

При выдаче лицензий Роснедра и их территориальные подразделения не делают различия между отходами и стоками, в документах соседствуют взаимоисключающие понятия из законодательства об отходах: «захоронение стоков» (сточные воды не фигурируют ни в законе «Об отходах производства и потребления», ни в Федеральном классификационном каталоге отходов, значит, они не могут быть захоронены), «размещение подтоварной воды» (то же самое: подтоварная вода, согласно письму Минприроды России от 11.05.2011 № 02-11-47/7129, не является отходом, значит, не может быть ни раз-



Рис. 3.
Труба для сброса избытка добытых минеральных вод в санатории «Тараскуль»

мещена, ни захоронена), «закачка загрязненных стоков» (если сток загрязнён, значит он – отход, а значит, он может быть либо захоронен, либо размещён) и т.п.

Не проясняют ситуацию и буквенные обозначения вида лицензий, расшифровка которых дана в «Административном регламенте Федерального агентства по недропользованию по исполнению государственных функций по осуществлению выдачи, оформления и регистрации лицензий на пользование недрами,

внесения изменений и дополнений в лицензии на пользование участками недр, а также переоформления лицензий и принятия, в том числе по представлению Федеральной службы по надзору в сфере природопользования и иных уполномоченных органов, решений о досрочном прекращении, приостановлении и ограничении права пользования участками недр» [4].

Например, лицензия вида ЗД (где З – захоронение отходов, Д – другие виды работ, не связанных с добычей полезных ископаемых,

ст. 6 «Виды пользования недрами»	ст. 10 «Сроки пользования недрами»	ст. 10.1 «Основания возникновения права пользования недрами»
региональное геологическое изучение	геологическое изучение	геологическое изучение
геологическое изучение, включающее поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, а также геологическое изучение и оценка пригодности участков недр для строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых		геологическое изучение в целях поиска и оценки подземных вод на участке недр местного значения
разведка и добыча полезных ископаемых, в том числе использование отходов добычи, а также размещение попутных вод и вод, использованных для собственных производственных и технологических нужд при разведке и добыче УВ–сырья	добыча полезных ископаемых, добыча подземных вод	разведка и добыча полезных ископаемых
		добыча подземных вод, используемых для целей питьевого водоснабжения или технологического обеспечения водой объектов промышленности либо объектов сельхозназначения
строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых	размещение в пластах горных пород попутных вод и вод, использованных пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд при разведке и добыче УВ–сырья	разведка и добыча общераспространенных полезных ископаемых
	строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых	размещение в пластах горных пород попутных вод и вод, использованных пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд при разведке и добыче УВ–сырья
строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых	строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых	строительство и эксплуатация подземных сооружений местного и регионального значения, не связанных с добычей полезных ископаемых
	строительство и эксплуатация подземных сооружений, связанных с захоронением отходов	захоронение радиоактивных отходов, отходов 1–5 класса опасности
	строительство и эксплуатация нефте- и газохранилищ	размещение отходов производства и потребления
образование особо охраняемых геологических объектов, имеющих научное, культурное, эстетическое, санитарно–оздоровительное и иное значение (научные и учебные полигоны, геологические заповедники, заказники, памятники природы, пещеры и другие подземные полости)	образование особо охраняемых геологических объектов	строительство и эксплуатация нефте- и газохранилищ
		строительство и эксплуатация нефте- и газохранилищ
сбор минералогических, палеонтологических и других геологических коллекционных материалов	иные цели	образование особо охраняемых геологических объектов
		сбор минералогических, палеонтологических и других геологических коллекционных минералов

Таблица 1.

Виды пользования недрами в разных статьях Закона РФ «О недрах»

в том числе строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых) может обозначать и захоронение отходов, и сброс сточных вод, и захоронение промышленных сточных вод, и закачку попутно добываемой технической воды (по данным Сводного государственного реестра участков недр и лицензий). Всё то же самое может подразумевать и лицензия вида ЗЭ (где З – захоронение отходов, Э – разведка и добыча, в том

числе использование отходов – здесь возникает вопрос, каким образом использование отходов входит в число разведки и добычи, но мы не будем останавливаться на этом моменте): размещение промышленных и хозяйственных стоков, размещение в пластах горных пород попутных вод и вод, использованных для собственных производственных и технологических нужд, захоронение токсичных и иных опасных отходов, захоронение сточных вод и т.д.

Всё это, как минимум, вносит неразбериху в документацию и может привести к неожиданному для недропользователей начислению Росприроднадзором платежей за негативное влияние на окружающую среду. В ст.1 закона «Об отходах...» [2] даётся следующее определение: «захоронение отходов – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду». Как видим, здесь прямым текстом написано, что захоронение не наносит вреда окружающей среде. Однако ст. 16 закона «Об охране окружающей среды» [3] относит размещение отходов производства и потребления к видам негативного воздействия на окружающую среду и обязывает вносить соответствующую плату (в 2017 г. введена поправка, согласно которой с 2019 г. при размещении отходов на объектах, исключающих негативное воздействие – что нужно ежегодно доказывать мониторинговыми исследованиями, – плата не взимается).

Поскольку два «соседних» федеральных закона не коррелируют между собой в плане того, вредно захоронение или безопасно, Росприроднадзор исходит из более чувствительного для окружающей среды варианта – подземная закачка априори может быть признана наносящей вред недрам как составной части окружающей среды, что является для недропользователя и более затратным.

С недавнего времени закачка в недра избытка подтоварных вод (отделенных от углеводородов и не использованных в системе поддержания пластового давления) однозначно трактуется МПР РФ как «возврат временно поднятой из недр на поверхность пластовой воды в естественные условия залегания», а также признано, что поглощающие горизонты не могут квалифицироваться как объекты размещения отходов (письмо Минприроды России от 11.05.2011 № 02-11-47/7129 об этом упомянуто выше). Очевидно, что нефтяным компаниям удалось назвать «возвратом» закачку в *другой* горизонт только путём абстрагирования от понятия «водоносный горизонт» (из недр достали, в недра вернули).

Как бы то ни было, нефтяные компании – крупные недропользователи и налогоплательщики — смогли добиться значительного снижения расходов на мероприятия, связанные с удалением избытка подтоварных вод из производственного цикла. Это обусловлено исключением из цепочки разрешительной документации такого затратного (и в финансовом, и во временном плане) звена, как разработка и экологическая экспертиза технико-экономического обоснова-

ния захоронения отходов, необходимого для получения лицензии на право пользования недрами для захоронения отходов 1–5 класса опасности (см. «Положение о рассмотрении заявок на получение права пользования недрами для целей захоронения радиоактивных, токсичных и иных опасных отходов в глубоких горизонтах, обеспечивающих локализацию таких отходов», утвержденное постановлением Правительства РФ от 22.12.2004 № 827). Кроме того, автоматически отпадает необходимость оформления паспорта отхода, регулярного подтверждения класса его опасности, внесения поглощающего горизонта в реестр объектов размещения отходов, разработки проекта нормативов образования отходов и внесения платежей за негативное воздействие на окружающую среду.

Мелкие же недропользователи, каковыми являются практически все владельцы бальнеологических скважин юга Тюменской области, в случае принятия ими решения о подземной закачке использованных вод должны быть готовы взять на себя все вышеозначенные обязательства. Очевидно, что это не способствует финансовому благополучию предпринимателей (государственных капиталовложений в эту отрасль не делается) и, если не будут найдены другие способы избавления от использованных вод, может либо привести к несанкционированному и неконтролируемому сбросу на рельеф, либо вызвать волну отказов от добычи подземных минеральных вод. И то, и другое чревато деградацией курортной базы целого региона.

Мы считаем, что идти по пути нефтяных компаний и объявлять использованные послепроцедурные воды не отходами, а стоками только потому, что это выгодно недропользователю, – тупиковый путь. Было бы гораздо эффективнее для всех случаев закачки в недра – как избытка подтоварной воды, так и хозяйственных стоков, использованных минеральных вод, а также и буровых отходов – установить льготный порядок, чётко прописав его в законах «О недрах», «Об отходах производства и потребления», «Об охране окружающей среды». Ведь закачка глубоко в недра потому и производится, что это наиболее рациональный способ избавления от отходов.

Таким образом, безотлагательное внесение продуманных поправок в федеральные законы, а также в целый ряд подзаконных актов является необходимым условием для осуществления рационального недропользования и, в итоге, применительно к рассматриваемому нами случаю с подземными минеральными водами – для обеспечения рекреационных потребностей населения. ■

Литература

1. Закон РФ от 21.02.1992 N 2395-1 «О недрах». Доступно на: <http://base.garant.ru/10104313/#friends> (обращение 18.02.2018).
2. Федеральный закон от 24.06.1998 №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». Доступно на: <http://base.garant.ru/12112084/> (обращение 18.02.2018).
3. Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Доступно на: <http://base.garant.ru/12125350/> (обращение 18.02.2018).
4. Административный регламент Федерального агентства по недропользованию по исполнению государственных функций по осуществлению выдачи, оформления и регистрации лицензий на пользование недрами, внесения изменений и дополнений в лицензии на пользование участками недр, а также переоформления лицензий и принятия, в том числе по представлению Федеральной службы по надзору в сфере природопользования и иных уполномоченных органов, решений о досрочном прекращении, приостановлении и ограничении права пользования участками недр, утверждён приказом МПР РФ №315 от 29.09.2009 г. Доступно на: <http://base.garant.ru/12172539/> (обращение 18.02.2018).
5. Положение о порядке лицензирования пользования недрами, утверждено постановлением ВС РФ от 15.07.1992 г. №3314-1. Доступно на: <http://base.garant.ru/5227561/> (обращение 18.02.2018).

UDC 556

O.L. Pavlenko, PhD, West-Siberian Institute of Oil and Gas Geology Problems of Tyumen Industrial University¹, Head of the Laboratory of Thermal and Balneological Ground Water Resources, Member of Eurasian Union of Subsoil Use Experts, Pavlenko_Olga@tmnsc.ru

¹Room 403, 56 Volodarsky street, Tyumen, 625000, Russia

Postprocedural Mineral Water Re-injection into Subsoil: Hazardous Waste Burying or Disposal of Production and Consumption Waste?

Abstract. From the point of view of the subsoil, environmental and waste legislation, this article deals with legal regulation issues of the re-injection into subsoil of mineral water that has been used for medical and recreational purposes. There are noted contradictions in the legislation interfering with activities of subsoil users.

Keywords: re-injection into the subsoil; subsoil legislation; production and consumption waste; hazardous waste; disposal of waste; construction and operation of underground facilities not aimed for minerals extraction; kinds of subsoil use.

References

1. Zakon RF ot 21.02.1992 N 2395-1 «O nedrah» [Law of the Russian Federation No. 2395-1 of February 21, 1992 “On Subsoil”]. Available at: <http://base.garant.ru/10104313/#friends> (February 18, 2018).
2. Federal’nyi zakon ot 24.06.1998 №89-FZ «Ob otkhodakh proizvodstva i potrebleniia» [Federal Law No. 89-FZ of 24.06.1998 “On Production and Consumption Wastes”]. Available at: <http://base.garant.ru/12112084/> (February 18, 2018).
3. Federal’nyi zakon ot 10.01.2002 №7-FZ «Ob okhrane okruzhaiushchei sredy» [Federal Law of 10.01.2002 No. 7-FZ “On Environmental Protection”]. Available at: <http://base.garant.ru/12125350/> (February 18, 2018).
4. Administrativnyi reglament Federal’nogo agentstva po nedropol’zovaniiu po ispolneniiu gosudarstvennykh funktsii po osushchestvleniiu vydachi, oformleniia i registratsii litsenzii na pol’zovanie nedrami, vneseniia izmenenii i dopolnenii v litsenzii na pol’zovanie uchastkami nedr, a takzhe pereoformleniia litsenzii i priiniatiia, v tom chisle po predstaveniiu Federal’noi sluzhby po nadzoru v sfere prirodopol’zovaniia i innykh upolnomochennykh organov, reshenii o dosrochnom prekrashchenii, priostanovlenii i ogranichenii prava pol’zovaniia uchastkami nedr, utverzhen prikazom MPR RF №315 ot 29.09.2009 g [Administrative regulations of the Federal Agency for Subsoil Use for the execution of state functions for the implementation of issuance, registration and registration of licenses for the use of subsoil, amendments and additions to licenses for the use of subsoil blocks, as well as re-registration of licenses and adoption, including on the proposal of the Federal Service for Supervision in sphere of nature management and other authorized bodies, decisions on early termination, suspension and restriction of the right to use subsoil blocks, approved by Kazomi MNR №315 from 29.09.2009]. Available at: <http://base.garant.ru/12172539/> (February 18, 2018).
5. Polozhenie o poriadke litsenzirovaniia pol’zovaniia nedrami, utverzhdeno postanovleniem VS RF ot 15.07.1992 g. №3314-1 [Regulations on the procedure for licensing the use of subsoil, approved by Resolution of the RF Armed Forces of July 15, 1992, No. 3314-1]. Available at: <http://base.garant.ru/5227561/> (February 18, 2018).



А.Н. Ищенко
д-р экон. наук
профессор
депутат Государственной Думы
председатель рабочей группы
по доработке Закона РФ «О недрах»

Хроника законодательной работы в сфере недропользования

18.10.2017 г. Государственной Думой был рассмотрен в первом чтении и отклонен законопроект № 676338-6 «О внесении изменений в ст. 9 и 13.1 Закона РФ "О недрах"» (в части расширения субъектного состава потенциальных пользователей участками недр континентального шельфа РФ, а также участками недр федерального значения, расположенными на территории РФ и простирающимися на ее континентальный шельф). Законопроект был внесен 13.12.2014 Собранием депутатов Ненецкого автономного округа. Предлагается в целях активизации деятельности по освоению ресурсов недр континентального шельфа расширить субъектный состав пользователей недр, допускаемых для получения права пользования участками недр федерального значения континентального шельфа РФ, а также участками недр федерального значения, расположенных на территории РФ и простирающимися на ее континентальный шельф.

В связи с этим было предложено внести изменения в ст. 9 и 13.1 Закона РФ «О недрах» в части требований, предъявляемых к пользователям недр для их допуска к работам на вышеуказанных участках недр.

Поддерживая в целом необходимость активизации деятельности по освоению недр континентального шельфа российскими компаниями,

Комитет по природным ресурсам, собственности и земельным отношениям отметил, что действующим законодательством предусмотрены ограничения в отношении лиц, претендующих на право пользования участками недр федерального значения, при этом в отдельную категорию выделены участки недр континентального шельфа РФ, а также участки недр, расположенные на территории РФ и простирающиеся на ее континентальный шельф, в отношении которых субъектный состав их потенциальных пользователей еще более сужен.

Пользователями недр на таких участках могут быть юридические лица, которые созданы в соответствии с законодательством РФ, имеют опыт освоения участков недр континентального шельфа РФ не менее чем 5 лет, в которых доля (вклад) РФ в уставных капиталах составляет более чем 50%, и/или в отношении которых РФ имеет право прямо или косвенно распоряжаться более чем 50% общего количества голосов, приходящихся на голосующие акции (доли), составляющие уставные капиталы таких юридических лиц.

Учитывая, что континентальный шельф имеет важнейшее природоресурсное, экологическое и геополитическое значение, освоение континентального шельфа сопряжено с высоким уровнем капитальных затрат, повышенными

рисками экологической и промышленной безопасности, вопрос расширения субъектного состава потенциальных пользователей участками недр континентального шельфа требует взвешенного подхода.

По мнению Комитета, решать поставленную законопроектом задачу необходимо с учетом текущей экономической ситуации, а также энергетической и национальной безопасности страны.

Следует отметить, что в 2015 г. обсуждение данного вопроса осуществлялось в рамках исполнения поручения Президента РФ. В частности, прорабатывался вопрос предварительной жесткой квалификации кампаний, которым будет предоставлено право проведения ГРП на арктическом шельфе РФ, а также разделение фазы геологоразведки и добычи.

Кроме того, по данным государственного доклада «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов», в распределенном фонде недр находится более 90% извлекаемых запасов нефти, в нераспределенном остались только средние и мелкие по размерам месторождения, а также участки недр, содержащие прогнозные ресурсы. По состоянию на 1 января 2017 г. выдано более 3000 лицензий, включающих обязательства по геологическому изучению, разведке и добыче углеводородного сырья. При этом практика показывает, что ежегодно выдается около 100 новых лицензий.

Объем обязательств по лицензиям таков, что затраты недропользователей на их выполнение превысили 200 млрд руб. При условии дальнейшей выдачи лицензий на пользование недрами объем обязательств будет ежегодно увеличиваться пропорционально выданному количеству лицензий (примерно на 3%). Вместе с тем, только запасами нефти компании обеспечены более чем на 40 лет (из расчета ежегодной добычи нефти в 530 млн т).

Исходя из вышесказанного, Правительством РФ в 2016 г. принято решение о введении моратория на предоставление участков недр шельфа в пользование и об отнесении участков недр нераспределенного фонда недр континентального шельфа к участкам недр федерального фонда резервных участков недр.

В этой связи видится целесообразным компаниям осуществлять деятельность в рамках уже выданных лицензий, а к вопросу допуска освоения шельфа вернуться после снятия моратория на освоение шельфа.

Кроме того, в отношении изменений, внесенных в ст. 13.1 Закона РФ «О недрах», было отмечено следующее.

Ст. 10.1 установлены основания возникновения права пользования участками недр. В част-

ности, для участков недр федерального значения континентального шельфа РФ таким основанием является решение Правительства РФ, аукционы по таким участкам не проводятся. В соответствии с этим в ч. 3 ст. 13.1 для участков недр федерального значения континентального шельфа РФ и участков недр федерального значения, расположенных на территории РФ и простирающихся на ее континентальный шельф предусмотрено изъятие. Предлагаемые изменения ст. 13.1 Закона РФ «О недрах» могут привести к противоречию норм ст. 10.1 и 13.1 Закона РФ «О недрах».

Также следует отметить, что законопроект был рассмотрен 19 ноября 2015 г. Комитетом ГД по природным ресурсам, природопользованию и экологии и, в соответствии с п. а) ч. 6 ст. 112 Регламента ГД, авторам было рекомендовано доработать законопроект до его рассмотрения Государственной Думой в первом чтении с учетом высказанных замечаний и предложений. До настоящего времени измененный текст законопроекта в Государственную Думу не поступил.

Комитет ГД по энергетике, являясь комитетом-соисполнителем, рассматриваемый законопроект не поддержал. Правительство РФ свой отзыв на законопроект не представило.

С учетом изложенного, Комитет ГД по природным ресурсам, собственности и земельным отношениям в соответствии с ч. 7 ст. 112 Регламента ГД рекомендовал Государственной Думе отклонить рассматриваемый законопроект в первом чтении.

22.11.2017 г. Государственной Думой рассмотрен в первом чтении и отклонен проект Федерального закона № 805659-6 «О внесении изменений в Закон РФ «О недрах»» (в части установления упрощенного порядка предоставления права пользования участками недр местного значения для геологического изучения и/или разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых при выполнении работ по проектированию, строительству, реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования и железнодорожных путей общего пользования), внесенный депутатами ГД А.М. Меткиным, Е.А. Гришиным, Р.Р. Ишмухаметовым, М.Е. Яшиным, Государственным Собранием – Курултайем Республики Башкортостан.

Рассмотренный законопроект был направлен на упрощение порядка предоставления права пользования участками недр в целях геологического изучения и/или разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых при осуществлении работ по проектированию, строительству, реконструкции, капитальному ре-

монтажу, ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования и железнодорожных путей общего пользования, и предусматривает безаукционный способ предоставления уполномоченным органом исполнительной власти субъекта РФ права пользования недрами на срок реализации соответствующего проекта, в порядке, устанавливаемом законодательством субъекта РФ.

Авторы законопроекта предлагали установить, что единственным основанием предоставления права пользования недрами будет являться заключение договора, государственного или муниципального контракта на выполнение соответствующих работ, заключившие договор или контракт лица получают право добывать общераспространенные полезные ископаемые.

Согласно пояснительной записке, законопроект направлен на сокращение затрат на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных и железных дорог общего пользования, уменьшить сроки получения лицензии на право пользования недрами и сократить сроки реализации проектов строительства, ремонта и содержания автомобильных и железных дорог.

Следует отметить, что законопроект был рассмотрен 15.10.2015 Комитетом ГД по природным ресурсам, природопользованию и экологии и, в соответствии с п. а) ч. 6 ст. 112 Регламента ГД, авторам было рекомендовано доработать законопроект до его рассмотрения ГД в первом чтении с учетом высказанных замечаний и предложений. До настоящего времени измененный текст законопроекта в Государственную Думу не поступил.

Кроме того, 08.08.2017 вступил в силу Федеральный закон от 26.07.2017 г. № 188-ФЗ «О внесении изменений в Закон РФ “О недрах” в части упрощения порядка предоставления права пользования участками недр местного значения для разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых в целях выполнения работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования» (далее – Федеральный закон № 188-ФЗ).

Что касается установления упрощенного порядка предоставления права пользования участком недр для разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых при осуществлении работ по проектированию, строительству, реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию железнодорожных путей общего пользования, то в пояснительной записке к законопроекту не представлено обоснования для предлагаемых изменений в за-

конодательство о недрах именно для железных дорог.

Видится целесообразным рассмотреть возможность установления таких преференций после учета правоприменительной практики Федерального закона № 188-ФЗ, анализа экономической эффективности упрощенного порядка предоставления права пользования участками недр местного значения для разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых в отношении автомобильных дорог общего пользования.

С учетом изложенного, Комитет ГД по природным ресурсам, собственности и земельным отношениям не поддержал концепцию законопроекта и рекомендовал Государственной Думе отклонить рассматриваемый законопроект в первом чтении.

19.01.2018 г. Государственная Дума рассмотрела в первом чтении законопроект № 237272-7 «О внесении изменений в Закон РФ “О недрах” в части упрощения порядка предоставления права пользования участками недр местного значения для разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых в целях выполнения работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования», внесенный 28 июля 2017 г. членами Совета Федерации С.В. Шатириным, А.Н. Лавриком, М.Н. Пономаревым, А.П. Майоровым, И.В. Панченко, В.В. Рогоцким, В.С. Тимченко, В.И. Долгих, А.В. Беляковым, В.К. Кравченко, Ю.И. Важениным, В.Н. Шверикасом, А.Г. Дмитриенко, А.В. Коротковым.

Согласно пояснительной записке, законопроектом предлагается установить упрощенный порядок предоставления права пользования участками недр местного значения для разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых в целях выполнения работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования без проведения конкурса или аукциона по решению органов государственной власти субъекта РФ в случае, если названные работы осуществляются на основании гражданско-правовых договоров, заключенных в соответствии с Федеральным законом от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» и Федеральным законом от 18.07.2011 № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц».

Подготовка Федерального закона № 188-ФЗ была обусловлена проблемой необоснованного роста цен на местные строительные материалы и отражена в пп. «д» п. 1 раздела I перечня поручений Президента РФ от 12.11.2014 № Пр-2651ГС. При этом подразумевалась необходимость определения условий недропользования не для целей создания и поддержания в надлежащем виде всех объектов транспортной инфраструктуры, а только для автомобильных дорог общего пользования.

Вместе с тем предмет рассматриваемого законопроекта необоснованно расширяет сферу применения упрощенного порядка предоставления права пользования участками недр местного значения для разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых, поскольку распространяется на работы по строительству, реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования. Так, в соответствии с Федеральным законом от 10.01.2003 № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в РФ», к объектам инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования относится технологический комплекс, включающий в себя железнодорожные пути общего пользования и другие сооружения, железнодорожные станции, устройства электроснабжения, сети связи, системы сигнализации, централизации и блокировки, информационные комплексы и систему управления движением и иные обеспечивающие функционирование этого комплекса здания, строения, сооружения, устройства и оборудование.

Учитывая, что состав объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования однозначно не определен, использование и установление в законопроекте понятий, определяемых в Федеральном законе от 08.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в РФ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» для регулирования отношений в сфере железнодорожного транспорта представляется недопустимым.

Также в прилагаемых к законопроекту материалах отсутствуют необходимые расчеты, обосновывающие целесообразность установления упрощенного порядка именно для объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, учитывая наличие иных видов деятельности, требующих получения права пользования участками недр местного значения для разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых в целях выполнения работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту и содержанию.

Кроме того, Комитет считает, что принятие решения о целесообразности данного законопроекта является преждевременным до формирования правоприменительной практики по реализации Федерального закона № 188-ФЗ.

Введение предлагаемых законопроектом мер без учета правоприменительной практики Федерального закона № 188-ФЗ и комплексного анализа экономической эффективности уже введенного упрощенного порядка в отношении автомобильных дорог общего пользования может негативно отразиться на стабильности действующей системы лицензирования участков недр местного значения, содержащих общераспространенные полезные ископаемые.

В случае принятия данного законопроекта необходимо учитывать объем общераспространенных полезных ископаемых, который предполагается распределять посредством как уже введенного упрощенного порядка для автомобильных дорог общего пользования, так и предлагаемого аналогичного порядка для объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования, в общем объеме данного вида полезных ископаемых по тем или иным регионам РФ, с учетом необходимости строительства, например, социальных объектов (школ, больниц, детских садов) и реализации приоритетных инфраструктурных проектов.

Кроме того, Комитет отметил, что в настоящее время на рассмотрении Государственной Думы находится проект федерального закона № 285011-7 «О внесении изменений в Закон РФ “О недрах” в части упрощения порядка предоставления права пользования участками недр местного значения для разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых в целях выполнения работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию магистральных трубопроводов, объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования, аэродромов», предлагающий расширить перечень видов деятельности, которым необходим упрощенный порядок предоставления права пользования участками недр местного значения для разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых в целях выполнения работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию.

16.02.2018 г. Государственная Дума рассмотрела и отклонила принятый 25.01.2011 в первом чтении законопроект о проекте Федерального закона № 429535-5 «О внесении изменений в Закон РФ «О недрах» и другие законодательные акты РФ» (о добыче россыпного

золота индивидуальными предпринимателями), внесенный 20.09.2010 членами СФ В.П. Орловым, С.П. Ивановым, В.Ф. Кулаковым, В.А. Озеровым, А.С. Матвеевым, В.А. Новиковым, депутатами ГД В.А. Пехтиным, В.Э. Матхановым, М.Л. Шакумом.

Комитет считает, что законопроект в настоящее время утратил актуальность. Его принятие в рамках концепции первого чтения невозможно в связи с произошедшими с момента его внесения в ГД изменениями законодательства (например, законопроектом предусматривается внесение изменений в часть вторую Налогового кодекса РФ, что в соответствии с современными требованиями возможно сделать только в виде отдельного проекта федерального закона). Кроме того, Комитет согласен с мнением ФСБ России о том, что введение в действие предлагаемых законопроектом норм на всей территории РФ упростит процедуру легализации незаконно добытого драгоценного металла – как на стадии его добычи, так и в процессе транспортировки к местам приемки. Поскольку добыча драгоценных металлов может осуществляться старателями единолично, в том числе в отдаленных местах, в которых отсутствуют представители правоохранительных и других контрольных органов, принятие законопроекта может привести как к росту числа преступлений в отношении указанных старателей, так и к нарушению самими индивидуальными предпринимателями условий лицензий на добычу драгоценных металлов в части, касающейся несоблюдения границ участков недр, на которых будет осуществляться добыча россыпного золота.

В настоящее время, в соответствии с поручением Председателя Правительства РФ Минприроды России, поручено разработать новую редакцию законопроекта по добыче россыпного золота индивидуальными предпринимателями (поручение Председателя Правительства РФ от 15.10.2015 № ДМ-П9-7092).

На основании указанного поручения Минприроды России совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти подготовлен и внесен в Правительство РФ проект Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон “О драгоценных металлах и драгоценных камнях” и в Закон РФ “О недрах”». Предусмотренный указанным законопроектом механизм в качестве «пилотного» проекта предлагается на данном этапе распространить на участки недр, расположенные в границах Магаданской области.

Учитывая, что дальнейшая работа над законопроектом нецелесообразна, комитет ре-

комендовал Государственной Думе отклонить проект федерального закона.

13.02.2018. Комитет ГД по природным ресурсам, собственности и земельным отношениям провел заседание «круглого стола» на тему «Регулирование вопросов упрощенного порядка предоставления права пользования участками недр местного значения для разведки и добычи ОПИ в целях строительства линейных объектов и объектов транспортной инфраструктуры и других.».

Модерировал дискуссию член Комитета по природным ресурсам, собственности и земельным отношениям, председатель рабочей группы по совершенствованию Закона РФ «О недрах» А.Н. Ищенко, который отметил, что Госдума в настоящее время стремится системно следить за реализацией уже принятых федеральных законов, вести мониторинг их правоприменительной практики. Депутат напомнил, что в минувшем году Госдума рассмотрела и приняла законодательную инициативу Правительства РФ об упрощенном порядке предоставления права пользования участками недр местного значения для добычи общераспространенных полезных ископаемых для целей строительства, реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания автомобильных дорог общего пользования на срок реализации таких проектов. Принятый в июле 2017 г. Федеральный закон № 188-ФЗ, по его словам, уменьшил сроки получения лицензий, а также строительства и ремонта автодорог, главное – за счет снижения расходов на приобретение и транспортировку снизилась стоимость выполнения работ. Общераспространенные природные ископаемые (ОПИ) – это предмет ведения субъектов Федерации, но в настоящее время остаются проблемы, которые требуют рассмотрения на федеральном уровне.

После принятия указанного федерального закона в ГД поступают законопроекты, касающиеся установления аналогичного упрощения порядка в целях выполнения строительных работ по другим объектам. В прилагаемых к законопроектам материалах отсутствуют необходимые расчеты, обосновывающие целесообразность установления упрощенного порядка именно для указанных объектов инфраструктуры.

Принятие решений о целесообразности указанных законопроектов является преждевременным до формирования правоприменительной практики по реализации Федерального закона № 188-ФЗ, считают в профильном Комитете.

В рабочую группу поступили предложения от ПАО «Газпром». В настоящее время,

в рамках международного соглашения между Правительством РФ и Китайской Народной Республикой о сотрудничестве в сфере поставок природного газа, выполняется строительство магистрального газопровода «Сила Сибири». ПАО «Газпром» считает целесообразным распространить действие уже принятого закона на стратегически важные для страны строительные проекты в нефтегазовой отрасли. Это позволит значительно снизить стоимость строительства крупных объектов и риски по срыву сроков реализации крупных инвестиционных проектов. Аналогичные предложения вносят энергетики – по ЛЭП, нефтяники – по нефтепроводам.

Заместитель министра природных ресурсов и экологии, руководитель Роснедра Е.А. Киселев сообщил, что общая позиция Правительства РФ относительно принятия таких законопроектов – отрицательная. Он также отметил, что в настоящее время непонятна правоприменительная практика закона, в связи с чем внесение в него поправок «является преждевременной мерой». Замминистра заявил, что только в 14 субъектах РФ установлены нормативно-правовые акты, позволяющие запустить реализацию уже принятого закона. По его мнению, необходимо завершить анализ информации от субъектов РФ и дополнительно провести слушание уже с учетом полного анализа правоприменения.

Заместитель министра экологии и природных ресурсов Республики Татарстан Р. Гайнетдинов сообщил, что Федеральный закон № 188-ФЗ достаточно сложен для реализации на территории республики. Он также обратил внимание Комитета на то, что процедура включения участков в перечень является очень долгой. Р. Гайнетдинов предложил рассмотреть вопрос резервации земельных участков вблизи объектов строительства.


По словам заместителя министра природных ресурсов Республики Коми С. Шевелева, в течение прошлого года на данной территории не было ни одной заявки в рамках Федерального закона № 188-ФЗ. С. Шевелев обещал подключить средства массовой информации – чтобы оповестить людей и изменить данную ситуацию.

Директор юридического департамента государственной компании «Автодор» Д. Осипов отметил, что государственные компании при реализации металлоемких проектов идут по модели концессионных соглашений, чего не предполагает обсуждаемый закон.

С. Егоров, заместитель начальника дирекции по строительству сетей и связи ПАО «РЖД», выступил с предложением заложить в смету не только стоимость карьеров-монополистов, которые определены, но и альтернативные варианты, с помощью которых можно добывать общедоступные полезные ископаемые. По его мнению, это поможет сэкономить большую часть бюджета.

Е. Громцев, представитель «Газпрома», рассказал, что согласно анализу, внутри организации стоимость ОПИ у сторонних поставщиков значительно превышает реальную стоимость разработки карьеров. Также он предложил устанавливать карьеры на линейных объектах на минимальном расстоянии друг от друга, что снизит затраты на логистику.

Свое мнение о реализации закона в субъектах Российской Федерации и предложения высказали советник губернатора Ямало-Ненецкого автономного округа В.В. Караганов, начальник управления министерства природопользования и экологии Московской области А.Ю. Дунаев, начальник отдела лицензирования недропользования министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области С.В. Козлова, заместитель начальника управления строительства и эксплуатации автомобильных дорог Федерального дорожного агентства А.В. Пчелин и др.

Подводя итог, АН. Ищенко заявил, что многое зависит от ситуации на местах, и призвал глав субъектов РФ устранить все существующие в регионах недоработки. Развивая законодательство об ОПИ, необходимо осознавать, что общераспространённые полезные ископаемые являются не предметом спекуляций, политических игр, а базовым ресурсом реальной экономики, непосредственно влияющим на социальное развитие. Планируется постоянно вести мониторинг этих проблем в Комитете, в рамках действующее рабочей группы по совершенствованию Закона РФ «О недрах». 

A.N. Itshenko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Deputy of the State Duma, Member of the Committee on Natural Resources, Property and Land Relations, Chairman of the Working Group on the Finalization of the RF Law “On Subsoil”

Chronicle of Legislative Work in the Field of Subsoil Use



Е.Е. Оксенюид
НАЦ РН им. В.И. Шпильмана¹
заведующий лабораторией геологии
баженовско-абалакского
нефтегазоносного комплекса
oksenoyd@crru.ru



И.В. Козлов
НАЦ РН им. В.И. Шпильмана²
старший научный сотрудник
лаборатории исследования керна и
шлама
Kozloviv@nacn.hmao.ru



Р.И. Баширов
НАЦ РН им. В.И. Шпильмана¹
инженер лаборатории баженовско-
абалакского нефтегазоносного
комплекса
bashirustam@gmail.com

Минерально-вещественный состав и фильтрационно-емкостные свойства баженовских пород в центральной части Западной Сибири

¹Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана. Россия, 625026, Тюмень, ул. Малыгина 75, а/я 286.

²Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана. Россия, 628007, Ханты-Мансийск, улица Студенческая, 2.

По выборке из более 3000 образцов по 200 скважинам, пробуренным на территории ХМАО-Югры, установлены классы (литотипы) пород по классификации, предложенной ИНГГ СО РАН. Больше половины образцов представлено микститами (породами смешанного состава), около трети составляют существенно кремнистые разности (силициты), совместная доля аргиллитов и карбонатов не достигает 10%. Для 200 образцов керна определены пористость и газопроницаемость до и после экстракции. Проведено сопоставление классов пород баженовской свиты с их фильтрационно-емкостными свойствами и индексом нефтенасыщения по пиролитическим данным. Представлена методика по определению емкости баженовских пород

Ключевые слова: баженовская свита; минерально-вещественный состав; литотипы; пористость; проницаемость; индекс нефтенасыщения; Западная Сибирь

Определение минерально-вещественного состава имеет важное практическое значение для подсчета запасов нефти в баженовских породах. Во «Временном методическом руководстве по подсчету запасов нефти в трещинных и трещинно-поровых коллекторах в отложениях баженовской толщи Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции» [1] рекомендуется оценивать нефтенасыщенную толщину «на основе литотипизации». Также в документе регламентируются «методы определения пористости низкопроницаемых, трещиноватых и кавернозных коллекторов».

В НАЦ РН им. В.И. Шпильмана изучение баженовской свиты активно ведется с 2012 г. Полученные результаты исследований неоднократно освещались в материалах конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», демонстрировались на совещаниях различного уровня. В данной статье авторы представляют как некоторые новые экспериментальные данные по фильтрационно-емкостным свойствам баженовских отложений, так и результаты анализа имеющихся определений минерально-вещественного состава, выполненных на иной методической основе. Существенной особенностью предлагаемых вниманию материалов является то, что информация не ограничена рамками одного месторождения или района, а охватывает практически всю территорию развития высокоуглеродистых пород баженовского горизонта в границах ХМАО-Югры.

Минерально-вещественный состав баженовских пород

Для анализа минерально-вещественного состава использовались результаты геохимических, минералогических и петрографических исследований керн из базы данных НАЦ РН им. В.И. Шпильмана. Анализы выполнены в специализированных лабораториях: пиролитические – в ТомскНИПИнефть (И.В. Гончаров) и ВНИГНИ (М.В. Дахнова); петрографические и минералогические исследования (рентгеноструктурный (РСА) и рентгенофлуоресцентный (РФА) анализы в Институте геологии и геохимии им. акад. А. Н. Заварицкого УрО РАН (К.С. Иванов, Ю.В. Щапова, Н.В. Вахрушева), Институте минералогии УрО РАН (П.В. Хворов). Часть данных была получена в виде картотеки от ЗапСибИПГНГ (А.В. Рыльков, И.Н. Ушатинский, Ю.В. Брадучан) и представляет собой систематизацию выполненных ранее в ЗапСибНИГНИ литогеохимических и геохимических исследований.

Анализировалась выборка из более 3000 образцов по 200 скважинам. Около половины образцов было охарактеризовано лишь данными РФА и содержанием органического углерода ($C_{орг}$ или ТОС).

Для расчета минерально-вещественного состава использовались данные рентгеноструктурного и рентгенофлуоресцентного анализов. Рентгеноструктурный анализ дает информацию о соотношении основных минеральных фаз. Рентгенофлуоресцентный анализ позволяет измерять концентрации основных породообразующих элементов. Оба эти метода не позволяют охарактеризовать содержание твердого органического вещества, поэтому используется параметр $C_{орг}$.

В результате рентгенофазового минерального анализа образцов баженовских отложений получены соотношения содержаний минералов, среди которых основными являются следующие: кварц, плагиоклаз (альбит), глинистые минералы, кальцит, доломит, пирит. Необходимо отметить, что данные содержания минералов определяются без учета органического вещества, аморфных агрегатов и тех глинистых минералов, которые не дают четких пиков.

Первым этапом расчета минерально-вещественного состава является расчет содержания керогена по величине $C_{орг}$. Чтобы определить содержание в породе керогена, необходимо знать степень катагенеза, которую обычно характеризуют по величине отражательной способности витринита (R_0).

Для определения коэффициента пересчета содержания органического углерода в концентрации органического вещества (ОВ) использовалась карта изореспленд витринита (R_0), приведенных к верхней части баженовского горизонта, построенная в ИНГГ СО РАН. Все рассматриваемые скважины характеризуются значениями R_0 от 0,49% на северо-западе ХМАО-Югры в Шеркалинском мегапрогибе до 1,05% на Верхнесалымском месторождении, что характеризует стадии катагенеза от $МК_1$ до $МК_3$ (по Вассоевичу). Снятому с карты значению R_0 ставилась в соответствие концентрация углерода в органическом веществе согласно схеме соотношения разных характеристик стадий катагенеза. Определенные таким образом доли содержания углерода в ОВ изменяются от 75% до 84%. Соответственно, величина коэффициента пересчета $C_{орг}$ в ОВ составила 1,33–1,19.

На втором этапе проводился пересчет концентраций оксидов, измеренных в результате рентгенофлуоресцентного анализа, в соотношения минеральных фаз. Было определено со-

держание кремнистых, глинистых, карбонатных минералов, альбита и пирита.

Для проверки полученных содержаний вещественного состава баженовских пород проводилось сравнение результатов расчетов с данными рентгеноструктурного анализа. По выборке из 1896 анализов были проведены парные сопоставления содержаний глинистого (ГлВ), кремнистого (КрВ), карбонатного (КБВ) вещества, пирита и альбита. Парные регрессии характеризуются высоким уровнем корреляционных связей. Наиболее высокая достоверность аппроксимации у карбонатного вещества $R^2 = 0,88$, у глинистого, кремнистого веществ и альбита $R^2 = 0,85$, $R^2 = 0,83$ и $R^2 = 0,76$, соответственно.

На втором этапе проверки методики расчета минерально-компонентного состава пород были построены графики изменения по глубине содержаний основных компонентов баженовских пород, рассчитанных по РФА и определенных по РСА для нескольких скважин с наиболее представительным выносом керна из разных районов. Исходя из того, что методом РСА невозможно определить количество органического вещества, не обладающего кристаллической структурой, изначально можно было предположить, что содержания, определенные по РСА, будут завышены относительно расчетных значений.

Отмечается хорошая сходимость результатов по трем компонентам: глинистые и карбонатные минералы и альбит. Наблюдаемые в отдельных экстремумах расхождения массовых концентраций не превышают 5%.

Рис. 1.

Распределения встречаемости классов и подклассов пород в баженовских отложениях



Ожидаемое завышение значений РСА над расчетными содержаниями проявляется на диаграммах минералов группы кремнезема (до 10%) и пирита (до 5%). Величина завышения для пирита коррелируется с содержанием органического вещества: минимальна в средней части свиты, там, где содержание ОВ не превышает 10%.

Проведенное сопоставление данных РСА и расчетных данных позволяет использовать полученные значения содержаний основных вещественных компонентов баженовской толщи для дальнейшего анализа особенностей состава изучаемых отложений.

Построены гистограммы распределений содержаний основных породообразующих компонентов БС: кремнистого (КрВ), глинистого (ГлВ), органического, карбонатного веществ (КБВ), пирита и альбита. Для распределений всех компонентов, кроме КБВ, средние значения и медианы практически совпадают и составляют: 42–43% (КрВ), 22–21% (ГлВ), 13–12% (ОВ), 7% (альбит), 7–6% (пирит), соответственно. Что касается карбонатного вещества, то хотя для 60% разностей содержание КБВ < 5%, в то же время встречаются отдельные образцы с очень высоким его содержанием. Этим объясняется тот факт, что средняя карбонатность выборки составляет 9,8%.

К представленной выборке более чем из 3000 проб была применена классификация пород баженовской свиты по соотношению четырех породообразующих компонентов: кремнистого, глинистого, карбонатного и органического веществ, предложенная А.Э. Конторовичем с соавторами [2].

Для деления пород на классы и подклассы были выбраны граничные значения концентраций: 25% и 50% для минеральных фаз и 10% для органического вещества. Выделены классы «чистых» разностей: силициты, аргиллиты и карбонаты (с содержанием соответствующих минералов более 50%) и микститы (содержание ни одного из компонентов не достигает 50%). В классах обособлены подклассы. Полученное распределение встречаемости классов и подклассов пород представлено на **рис. 1**. Силициты и карбонаты подразделяются по содержанию керогена: больше 10% – силициты керогеновые и карбонаты керогеновые, встречаемость которых составляет 18,8% и 0,3%, соответственно. При содержании керогена менее 10% литотипы обозначаются «собственно» силициты и «собственно» карбонаты, с встречаемостью 15% и 3,7%, соответственно. Аргиллиты представлены подклассами «собственно» аргиллитов (встречаемость 2,1%) и аргиллитов кремнистых (1,9%) с разделением по содержанию кремнистых минералов < 25% и > 25%, соответственно.

По количеству преобладающих групп минералов с содержанием 25–50% и керогена > 10% выделяются микститы однокомпонентные

(кремнистые, глинистые, карбонатные), двухкомпонентные (карбонатно-глинистые, кремнисто-глинистые, карбонатно-кремнистые, кероген-кремнистые, кероген-глинистые) и трехкомпонентные (кероген-глинисто-кремнистые и кероген-кремнисто-карбонатные). Две трети проб этого класса относятся к трем подклассам: кремнисто-глинистые (10,4%), кероген-кремнистые (18,1%) и кероген-глинисто-кремнистые (12,2%).

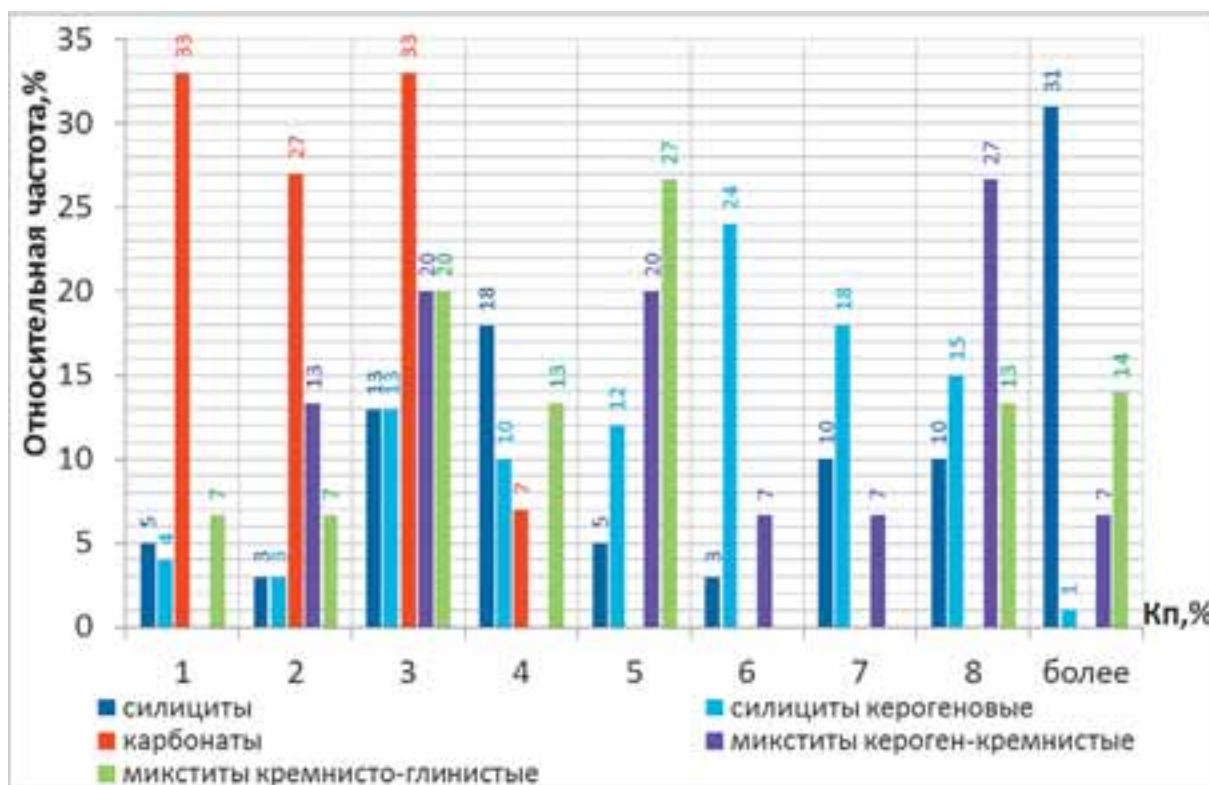
Диаграмма демонстрирует, что в баженовских отложениях преобладают микститы – породы смешанного состава, около трети составляют существенно кремнистые разности – силициты. На долю аргиллитов и карбонатов приходится менее 10% выборки.

Фильтрационно-емкостные свойства баженовских пород

Для определения ФЕС различных литотипов было отобрано 192 цилиндрических образца керна диаметром 30 мм по 22 скважинам, пробуренным с 1998 по 2007 гг.

Классовый состав выборки оказался отличным от полученного ранее распределения: преобладают силициты керогеновые (37%) и собственно силициты (26%), затем идут поровну по 8%: микститы кероген-кремнистые, кремнисто-глинистые и карбонаты, т.е. преимущественно крепкие монолитные разности. Это объясняется

Рис. 2.
Распределение значений открытой пористости литотипов БС после экстракции



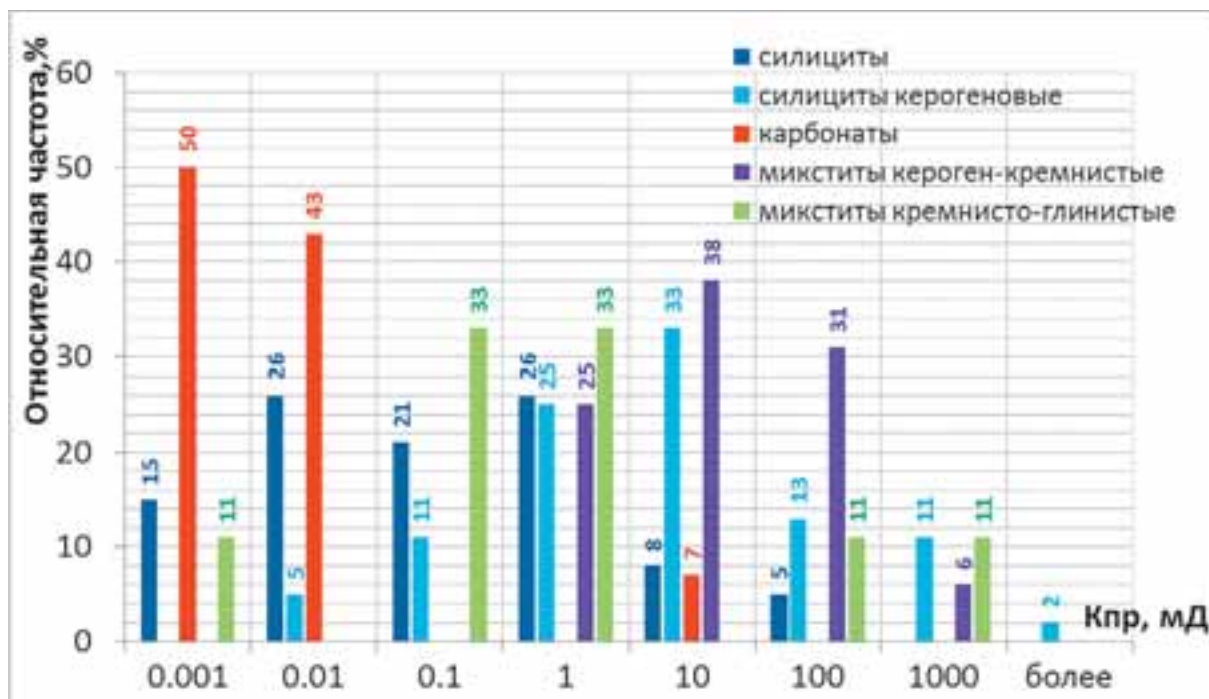
невозможностью изготовления цилиндрических образцов из неоднородных слоистых трещиноватых пород.

Определение открытой пористости и кажущейся минералогической плотности газоволюметрическим методом (насыщение гелием) и определение абсолютной газопроницаемости (фильтрацией азота) проводились дважды: сразу после отбора образцов и после экстракции.

Экстракцию проводили стандартным способом в аппаратах Сокслета спиртобезольной смесью до исчезновения окраски раствора. В случае, если по прошествии этого срока экстракционный раствор имел видимую окраску, растворитель заменялся на толуол и образцы керн доводились экстракцией толуолом. После полной очистки образцы и пробы высушивались до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре +80 °С.

Необходимо отметить, что экстрагирование пород баженовской свиты довольно длительный процесс (несколько месяцев) вследствие их низкой проницаемости. После экстрагирования в ряде образцов произошло раскрытие вертикальных и горизонтальных микротрещин (особенно сильно – в микститах кремнисто-глинистых), некоторые образцы утратили правильную геометрическую форму и измерение газопроницаемости на них не проводилось.

Рис. 3.
Распределение значений проницаемости литотипов БС после экстракции



Сопоставим коэффициенты пористости (K_p) до экстракции для литотипов, которые представлены более чем 10 образцами: это силициты (35), силициты керогеновые (58) и микститы кероген-кремнистые (13). Средние значения составляют 4,6%, 0,2% и 0,3%, соответственно. Для силицитов более чем для половины образцов K_p не превышает 6%, в то же время треть образцов характеризуется пористостью от 8,2 до 11,5%. Что касается силицитов керогеновых и микститов кероген-кремнистых, то значением параметра менее 1% характеризуются 93% и 85% образцов соответствующих литотипов.

Средние значения проницаемости ($K_{пр}$) до экстракции для названных классов пород составили 0,1 мД, 1,8 мД и 0,2 мД, соответственно. Для обоих подклассов силицитов для половины образцов проницаемость составляет менее 0,001 мД. Доли образцов с проницаемостью более 0,1 мД составляют: 9% (силициты), 20% (силициты керогеновые) и 14% (микститы кероген-кремнистые).

После экстракции определения проводились на большем числе образцов: силициты (48), силициты керогеновые (70), карбонаты (15) и микститы кероген-кремнистые (15) и кремнисто-глинистые (15).

Средние величины пористости после экстракции для анализируемых групп составляют 6,3%, 5%, 1,6%, 5% и 5,4%, соответственно. Доля силицитов с K_p больше 10% выросла с 6% (до экстракции) до 22% после экстракции, максимальное значение пористости составило 15%. Что касает-

ся силицитов керогеновых, то более половины характеризуются после экстракции пористостью 5–8%. Наиболее низкая пористость после экстракции у карбонатов: для двух третей K_n меньше 2%, максимальное значение параметра 3,7%. Величина пористости после экстракции составляет 5–8% для половины образцов подкласса силицитов керогеновых и 4–8% для двух третей микститов кероген-кремнистых (рис. 2).

Средние значения проницаемости для названных классов пород после экстракции составили 1,9 мД, 61,1 мД и 18,3 мД, соответственно, т.е. увеличились на порядок. Экстракция в разной степени повлияла на проницаемость разных литотипов. Менее всего, как и следовало ожидать, изменилась проницаемость силицитов: 41% образцов характеризуются K_{np} менее 0,01 мД (до экстракции таких было 72%), для 13% образцов $K_{np} > 1$ мД (было 6%). Проницаемость пород с содержанием керогена $> 10\%$ изменилась более значительно. Значениями K_{np} в диапазоне 0,1–10 мД характеризуются примерно половина (силициты керогеновые) и две трети (микститы кероген-кремнистые) образцов в соответствующих подклассах (рис. 3).

Если рассматривать K_n и K_{np} как критерии для выделения коллектора, то используя терминологию «светофора» [1], следует, вероятно, к «зеленому» классу кроме силицитов и силицитов керогеновых отнести микститы кероген-кремнистые.

Построены кроссплоты пористости и проницаемости до и после экстракции. До экстракции

две трети образцов характеризуются значениями $K_n < 0,5\%$, выделяется лишь небольшая группа силицитов с пористостью 5–11%. Для половины образцов $K_{np} < 0,001$ мД, еще для трети $< 0,1$ мД.

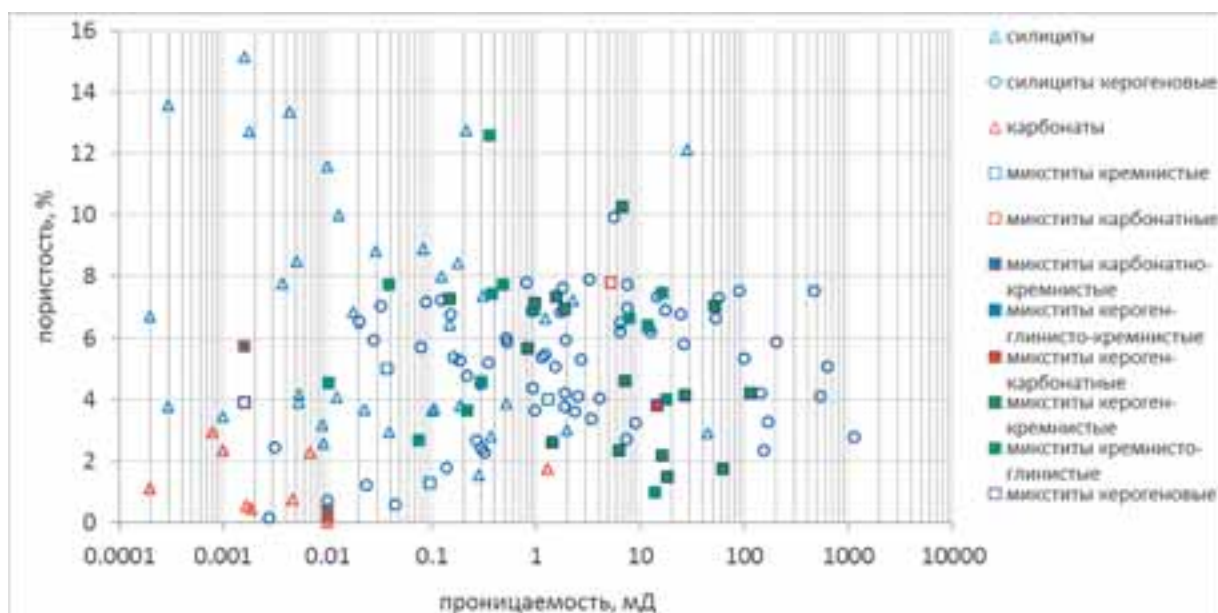
После экстракции (рис. 4) наиболее характерным диапазоном, куда попадает треть исследуемых образцов, является пористость $2\% < K_n < 8\%$ и проницаемость $0,1 \text{ мД} < K_{np} < 10 \text{ мД}$, из литотипов преобладают силициты керогеновые. Можно выделить еще две области: минимальных значений пористости и проницаемости $0\% < K_n < 4\%$ и $0,0001 \text{ мД} < K_{np} < 0,01 \text{ мД}$, в которой преобладают силициты и карбонаты, и область с высокой пористостью (более 8%) и низкой проницаемостью (менее 0,1 мД), представленной силицитами.

Несмотря на полученные низкие фильтрационные свойства большей части карбонатных образцов керна, не следует делать вывод о том, что карбонаты являются абсолютно непроницаемыми разностями. Измерение газопроницаемости на цилиндрических образцах керна не позволяет охарактеризовать первичные макро- и микротрещины в породе. То есть, фактически, специфика применяемого метода исследований обуславливает получение низких величин матричной пористости и проницаемости породы, в то время как для карбонатов проницаемость определяется, преимущественно, трещиноватостью.

На рис. 5 представлено сопоставление значений пиролитических параметров S_1 и ТОС.

Рис. 4.

Сопоставление пористости и проницаемости литотипов БС после экстракции



Параметр S_1 отражает количество свободных жидких и газообразных углеводородов в исследуемой породе. Не все содержащиеся в породе свободные УВ являются подвижными, поскольку часть их удерживается сорбционными процессами. Для выделения в разрезе скважины интервалов с подвижными УВ используется соотношение $S_1/ТОС$, поскольку существует эмпирическая оценка индекса нефтенасыщения (*oil saturation index*) $S_1 \times 100/ТОС$, согласно которой значение индекса > 100 может свидетельствовать о наличии потенциально извлекаемой нефти [3].

На **рис. 5** точки со значением индекса нефтенасыщения > 100 располагаются над пунктирной прямой. В эту область попадает большинство силицитов, часть силицитов керогеновых, все микститы кероген-карбонатные, а также некоторые образцы из микститов кремнистых, кремнисто-глинистых и др.

Таким образом, с точки зрения индекса нефтенасыщения наиболее перспективными для получения нефти являются силициты.

Рекомендации по определению емкости баженовских пород

Определение пористости неэкстрагированных образцов керна фактически дает только представление о количестве флюида, которое было утрачено из образца керна, после его извлечения из скважины. Получаемая величина зависит как от режима подъема и разгазирования керна,

Рис. 5.

Сопоставление пиролитических параметров S_1 и $ТОС$

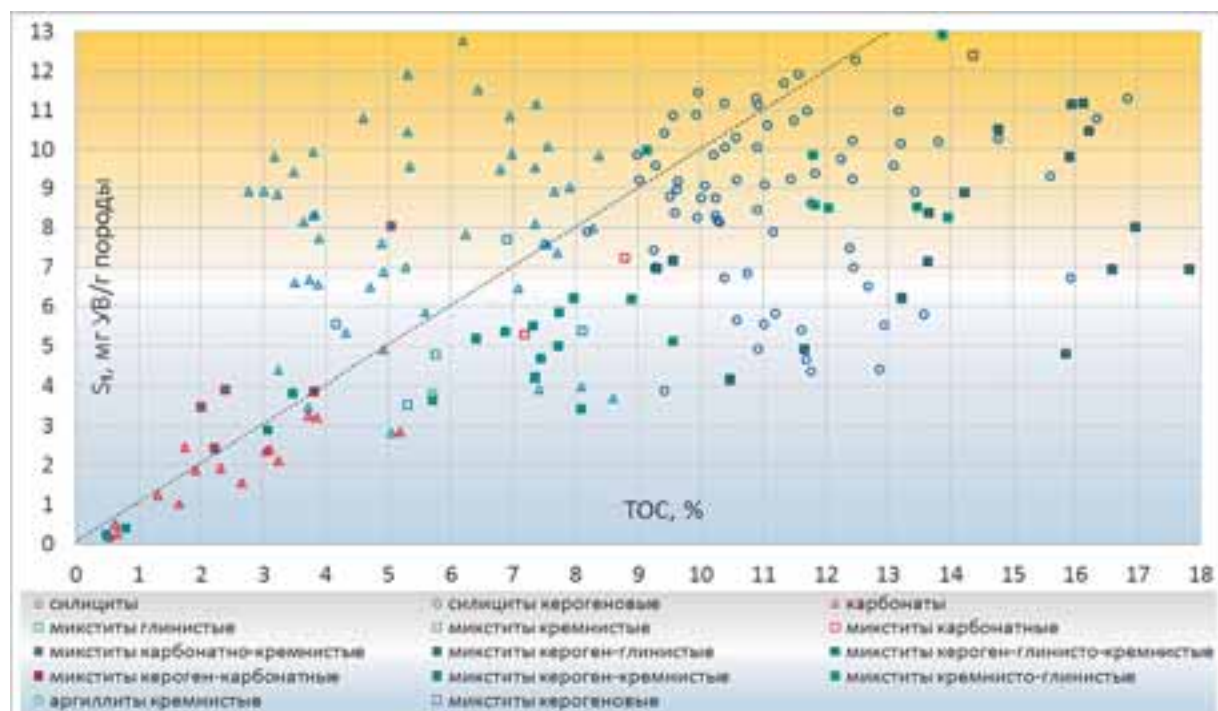
так и от условий и продолжительности хранения кернового материала. Таким образом, этот параметр может использоваться для корректировки величины запасов.

Для определения открытой, закрытой и занятой битумоидами емкости породы предлагается методика, разработанная в НАЦ РН им. В.И. Шпильмана.

На первом этапе образцы керна распределяются по литотипам.

Для силицитов, карбонатов и неглинистых подклассов микститов открытая пористость, не занятая битумом, а также первоначальные объемная и кажущаяся минералогическая плотности определяются по методу Преображенского в соответствии с ГОСТ 26450.1-85. Аргиллитам и микститам с повышенной глинистостью (25–50%) придается правильная геометрическая форма, далее измеряется пористость и плотности газовольюметрическим методом. В случае, если образцу невозможно придать правильную геометрическую форму (разрушение образца, техническая невозможность обработки хрупкого материала) применяется метод парафинирования.

Образцы сушатся до постоянной массы и экстрагируются. После этого образцы высушиваются до постоянной массы в вакуумном сушильном шкафу, измеряется их минералогическая плотность в газовом пикнометре, рассчитывается открытая пористость занятая битумоидами.




Далее образцы измельчаются до размеров частиц < 100 мкм, размер контролируется просеиванием через сито с соответствующим размером ячеек. После измельчения образцы дополнительно экстрагируются и высушиваются до постоянной массы. Производится повторное измерение минералогической плотности, аналогичное предыдущему, в результате получается плотность экстрагированного порошка с керогеном и значение закрытой пористости.

Выводы

В баженовских отложениях преобладают микститы – породы смешанного состава, около трети составляют существенно кремнистые разновидности – силициты. На долю аргиллитов и карбонатов вкуче приходится менее 10% выборки.

Основными породообразующими компонентами являются кремнистое, глинистое и органическое вещество, для которых средние и медианные значения содержаний превышают 40%, 20% и 10%, соответственно.

Осознавая недостаточную представительность выборки образцов с определениями фильтрационно-емкостных свойств, тем не менее, можно отметить, что относительно повышенными ФЕС выделяются силициты и микститы кероген-кремнистые. Комплексирование петрофизических данных с пиролитическими обуславливает выделение в качестве наиболее перспективных источников получения притоков «собственно» силицитов.

Предложена методика для определения открытой, закрытой и занятой битумоидами емкости породы. 

Литература

1. Временное методическое руководство по подсчету запасов нефти в трещинных и трещинно-поровых коллекторах в отложениях баженовской толщи Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Недропользование XXI век. 2017. № 4. С. 68–101.
2. Конторович А.Э., Ян П.А., Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Эдер В.Г. Классификация пород баженовской свиты // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 11. С. 2034–2043.
3. Jarvie, D. M., 2012, Shale resource systems for oil and gas: Part 2 – Shale-oil resource systems, in J. A. Breyer, ed., Shale reservoirs – Giant resources for the 21st century: AAPG Memoir 97, p. 89–119.

UDC 552.5/553.983:550.8.02(550.8.05)

E.E. Oksenoyd, Head of the Laboratory of Geology of the Bazhenovo–Abalak Oil and Gas Bearing Complex, V.I. Shpilman Research and Analytical Centre for the Rational Use of the Subsoil¹, oksenoyd@crru.ru

I.V. Kozlov, Senior researcher of the Laboratory of Core and Cuttings analysis, V.I. Shpilman Research and Analytical Centre for the Rational Use of the Subsoil², kozloviv@nacn.hmao.ru

R.I. Bashirov, Engineer of the Laboratory of Geology of the Bazhenovo–Abalak Oil and Gas Bearing Complex¹, V.I. Shpilman Research and Analytical Centre for the Rational Use of the Subsoil¹, bashirustam@gmail.com

¹PO box 286, 75 Malygin street, Tyumen, 625026, Russia

²Studencheskaya street, Khanty–Mansiysk, 628007, Russia

Mineral and Matter Composition and Reservoir Properties of Bazhen Rocks in the Central Part of the West Siberia

Abstract. Based on the results of mineralogical and chemical analyses of more than 3000 core samples from 200 wells drilled within the Bazhenov Formation in the central part of the West Siberian basin classes and subclasses of rocks (lythotypes) are identified using classification developed by IPGG SB RAS. More than a half of samples is presented by mixtites (rocks of mixed composition), silicites make about a third and the joint share of claystones and carbonates doesn't reach 10%. For 200 core samples the porosity and gas permeability are defined before and after extraction. Comparison of rock classes of the Bazhenov Formation to their porosity & permeability properties and the oil saturation index (OSI) is carried out. The method for determining of storage capacity of Bazhen rocks is presented.

Keywords: Bazhenov formation; mineral and matter composition; lythotypes; porosity; permeability; oil saturation index; West Siberia

References

1. Vremennoe metodicheskoe rukovodstvo po podschetu zapasov nefiti v treshchinnykh i treshchinno-porovykh kollektorakh v otlozheniyakh bazhenovskoi tolshchi Zapadno-Sibirskoi neftegazonosnoi provintsii [Temporary methodological guidance on the calculation of oil reserves in fractured and fissured-porous reservoirs in the sediments of the Bazhenovian sequence of the West Siberian oil and gas province]. Nedropol'zovanie XXI vek [Subsoil use of the XXI century], 2017, no. 4, pp. 68–101.
2. Konторович А.Э., Ян П.А., Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Эдер В.Г. Klassifikatsiya porod bazhenovskoi svity [Classification of the rocks of the Bazhenov suite]. Geologiya i geofizika [Geology and Geophysics], 2016, vol. 57, no. 11, pp. 2034–2043.
3. Jarvie, D. M., 2012, Shale resource systems for oil and gas: Part 2 – Shale-oil resource systems, in J. A. Breyer, ed., Shale reservoirs – Giant resources for the 21st century: AAPG Memoir 97, p. 89–119.



Р.Г. Джамалов
д-р геол.-мин. наук
академик РАН
Институт водных проблем РАН¹
заведующий лабораторией
гидрогеологических проблем охраны
окружающей среды
roald@iwr.ru



Ф.Б. Егоров
ГПБУ «Мосэкомониторинг»²
начальник геологической службы
f.egorov@me.com



А.Д. Гричук
ГПБУ «Мосэкомониторинг»²
ведущий аналитик геологической
службы
sgrichuk@yandex.ru

Современная изученность, состояние и перспективы использования ресурсов подземных вод Новой Москвы*

¹Россия, 119333, Москва, ул. Губкина, 3.

²Россия, 119991, Москва, ул. Новый Арбат, 11 с. 1.

Рассмотрена гидрогеологическая изученность, современное состояние и перспективы использования ресурсов подземных вод для водоснабжения интенсивно развивающихся территорий Новой Москвы. Приведены основные результаты последних работ по оценке ресурсного потенциала подземных вод Новой Москвы с учетом планов градостроительного освоения, сложившейся и прогнозной гидродинамической и водохозяйственной обстановки и качества подземных вод

Ключевые слова: подземные воды; водоснабжение; ресурсы; Новая Москва

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-05-00518 А.

В соответствии с решением правительств г. Москвы и Московской области от 30.07.2011 и постановлением Совета Федерации ФС РФ от 27.12.2011 № 560-СФ, к г. Москве присоединена территория Московской области площадью 144,6 тыс. га. Территория расположена к югу и юго-западу от МКАД и включает в себя земли, ранее принадлежавшие Подольскому, Ленинскому и Наро-Фоминскому районам Московской области, в состав Москвы вошли города Троицк, Московский, Щербинка. На присоединенной территории образованы два административных округа: Троицкий и Новомосковский (ТиНАО).

Рассматриваемая территория характеризуется сравнительно слабой степенью урбанизации, здесь проживает около 300 тыс. человек (2% населения Москвы), фонд недвижимости составляет порядка 16 млн м², около половины территории занято лесами. В настоящее время водоснабжение Новой Москвы преимущественно обеспечивается за счет эксплуатации подземных вод с общим водоотбором около 140 тыс. м³/сут. Добыча подземных вод ведется на участках месторождений. Примыкающие ко МКАД районы получают поверхностную воду из системы Мосводопровода.

В соответствии с Генеральным планом развития новых территорий на территории Троицкого и Новомосковского округов до 2035 г. должно быть введено более 100 млн м² недвижимости, 700 км дорожной сети, организовано около 1 млн рабочих мест, планируемое увеличение населения составляет 1,2 млн человек [5]. На территории Новой Москвы предусматривается строительство и реконструкция водопроводных регулирующих и водозаборных узлов, водопроводной сети и поэтапный перевод местных систем водоснабжения на базе подземных вод на централизованную систему. Расчетное водопотребление по ТиНАО определено к 2035 г. в объеме 348 тыс. м³/сут, в том числе по Новомосковскому округу – 206 тыс. м³/сут, по Троицкому – 142 тыс. м³/сут (**табл. 1**).

Водоснабжение потребителей Новомосковского административного округа предполагается обеспечить от системы Мосводопровода

практически полностью. Эта территория находится в зоне действия запланированной к реконструкции Западной станции водоподготовки. Водоснабжение Троицкого округа планируется частично от системы Мосводопровода в объеме 60 тыс. м³/сут (поселения Первомайское, Краснопахарское и Вороновское) и местных подземных вод в количестве 82 тыс. м³/сут. Мероприятия по реконструкции всех городских водозаборов в Новомосковском округе и части водозаборов в Троицком планируются переоборудовать для подачи поверхностной воды из Мосводопровода.

В гидрогеологическом отношении Новая Москва расположена в южной части Московского артезианского бассейна, сложенного комплексом осадочных пород палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов (**рис. 1**). Территория находится в зоне достаточного увлажнения, и подземные воды получают здесь соответствующее инфильтрационное питание.

Водоносные горизонты в мезозойско-четвертичных отложениях на изучаемой территории в связи с низкими фильтрационными свойствами и подверженностью антропогенному загрязнению не перспективны для организации централизованного водоснабжения. Они используются в основном ограниченно в сельской местности с помощью колодцев и мелких скважин. Однако подземные воды этих горизонтов верхнего гидрогеологического этажа играют важную роль в формировании ресурсов подземных вод каменноугольных горизонтов и определяют инженерно-геологические условия территории.

Для централизованного водоснабжения в Новой Москве используются подземные воды подольско-мячковского, каширского и алексинско-протвинского водоносных горизонтов каменноугольных отложений (**рис. 1**). Коллекторские свойства этих горизонтов здесь достаточно высокие и позволяют сооружать эксплуатационные скважины с дебитами 1000 м³/сут и более и организовывать групповые водозаборы. Однако значительная часть территории Новой Москвы расположена на водораздельных пространствах, где каменноугольные горизонты

Таблица 1.
Расчетное водопотребление ТиНАО г. Москвы на 2035 г. по данным Генплана

Административный округ	Расчетное водопотребление, тыс. м ³ /сут		
	из подземных вод	из поверхностных вод (Мосводопровод)	Всего
Новомосковский	–	206	206
Троицкий	82	60	142
Итого	82	236	348

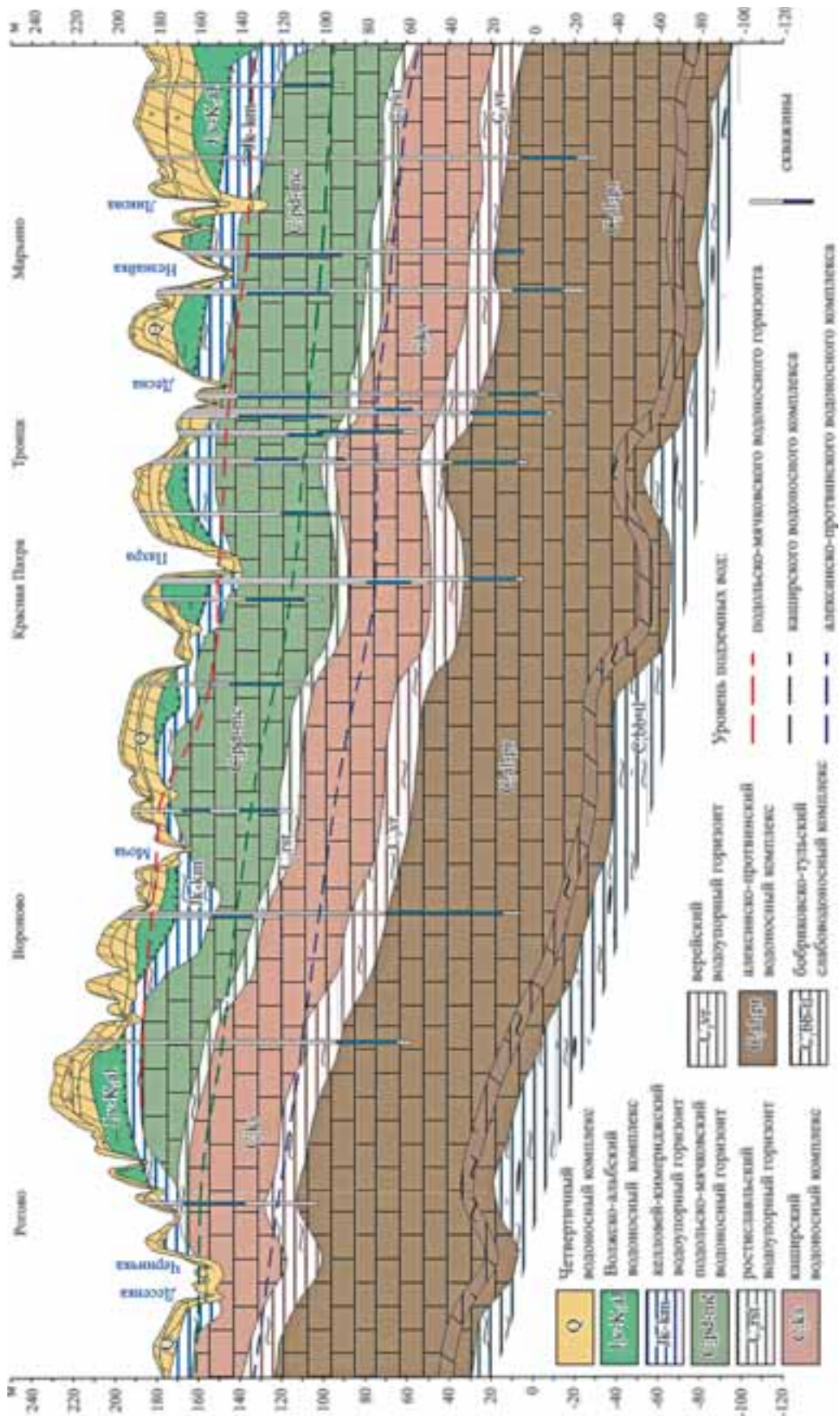


Рис. 1. Схематический гидрогеологический разрез Новой Москвы

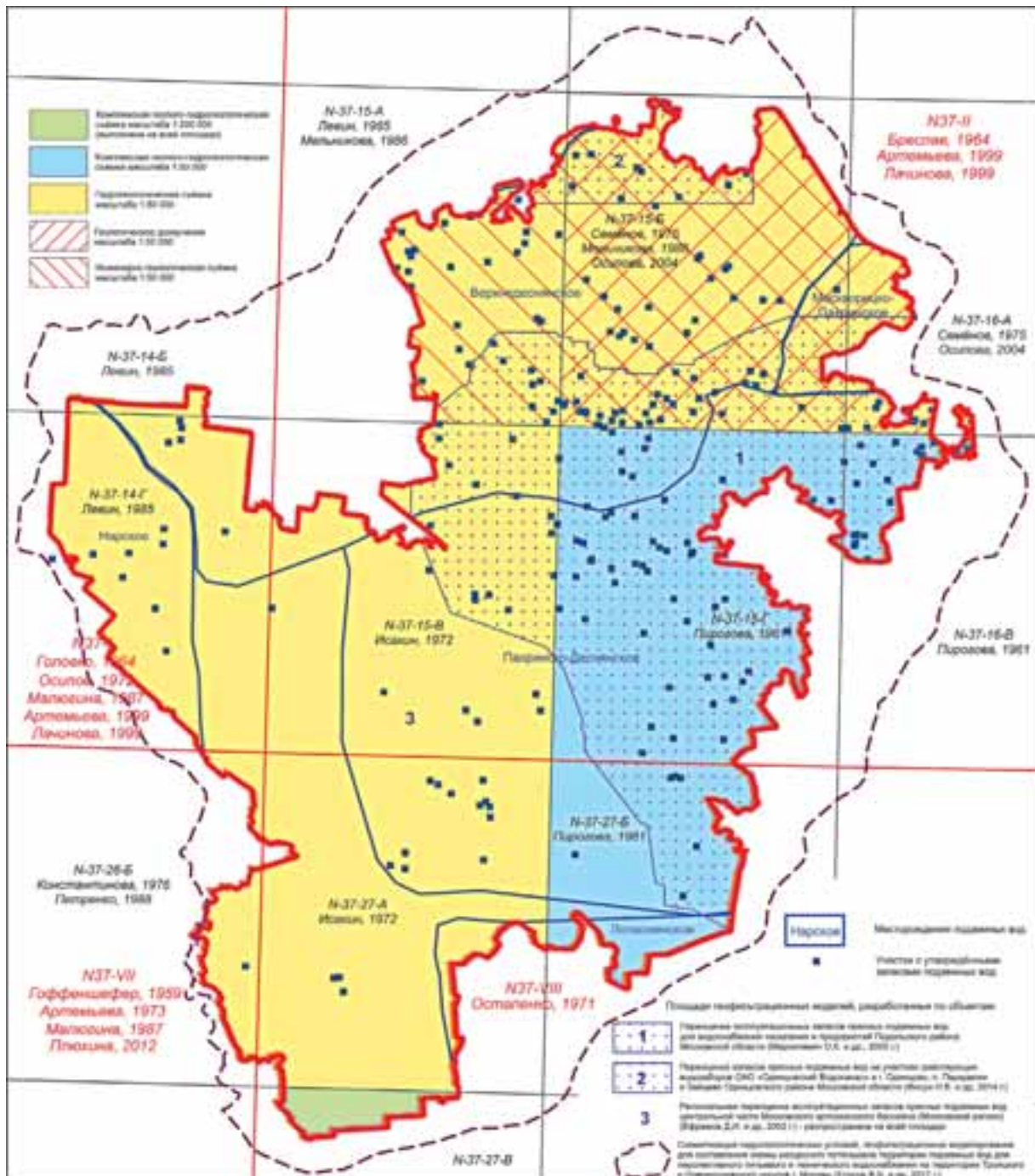


Рис. 2.
Схема геолого-гидрогеологической изученности Новой Москвы

перекрыты водоупорными глинами, что в совокупности с высокой эксплуатационной нагрузкой в регионе существенно снижает их потенциальную производительность.

На большей части Новой Москвы каменноугольные горизонты надежно защищены от загрязнения с поверхности породами юрского водоупора и глинистыми отложениями четвер-

тичного возраста. Поэтому качество подземных вод каменноугольных горизонтов близко к питьевому и преимущественно характеризуется гидрокарбонатным магниево-кальциевым составом с минерализацией 0,4–0,7 г/л. Однако нередко отмечаются превышения нормативы отдельных показателей в основном природного происхождения: железа, жесткости, фторидов,



Рис. 3. Ретроспективный график водоотбора и уровней подземных вод каменноугольных горизонтов в Новой Москве

стронция и др. Зона пресных вод простирается до глубины 300–350 м, ниже залегают соленые воды и рассолы в отложениях нижнекаменноугольного, девонского возрастов и архей-протерозойских породах кристаллического фундамента. Многолетняя интенсивная эксплуатация подземных вод каменноугольных горизонтов привела к нарушению гидродинамической обстановки в регионе – формированию локальных и региональных депрессий и антропогенного загрязнения на отдельных участках.

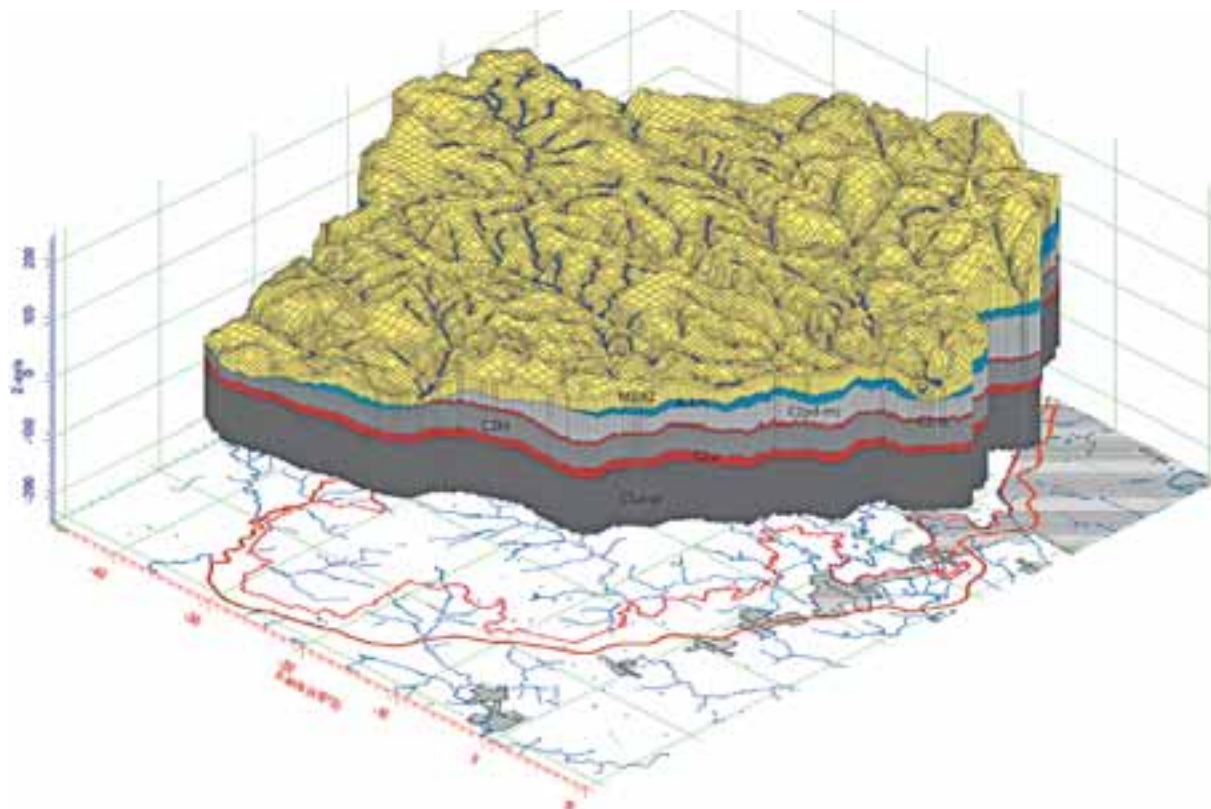
Площадь Москвы и Московской области отличается высокой степенью геолого-гидрогеологической изученности. Планомерное геологическое изучение региона начато с конца XIX в. и продолжается по сей день. Территория покрыта геологической и гидрогеологической съемкой в масштабах 1:200 000 и 1:50 000, проведены оценки ресурсов и запасов подземных вод, накоплен огромный массив информации по режиму и опыту эксплуатации подземных вод, данных многочисленных инженерных изысканий, создана и используется постоянно действующая региональная геофильтрационная модель (рис. 2).

Запасы подземных вод для данной территории впервые оценены в 1970 г. в рамках

оценки эксплуатационных запасов подземных вод в пределах существующих и разведываемых водозаборов для г. Москвы, ЛПЗП и Московской области. В пределах территории ТиНАО по результатам данной работы в ГКЗ СССР утверждены запасы подземных вод по нескольким участкам действующих и проектных водозаборов в суммарном количестве около 100 тыс. м³/сут. В частности, в 1972 г. по результатам разведочных работ утверждены запасы подземных вод для водоснабжения городов Подольска и Климовска по Деснянскому (50 тыс. м³/сут) и Кленовскому (23,8 тыс. м³/сут) участкам.

Оценка прогнозных ресурсов подземных вод на изучаемой территории выполнена в 1999 г. [3]. Территории Новой Москвы относятся к частично обеспеченным ресурсами подземных вод (модули прогнозных эксплуатационных ресурсов 0,4–1,35 л/с·км²). Отметим, что в центральных районах Новой Москвы потребности населенных пунктов не могут быть полностью обеспечены собственными ресурсами подземных вод. В этом случае водный дефицит рекомендовано удовлетворять за счет привлечения подземных вод месторождений межрайонных систем водоснабжения, в том числе для обеспечения Щер-

Рис. 4.
 Геофильтрационная модель Новой Москвы



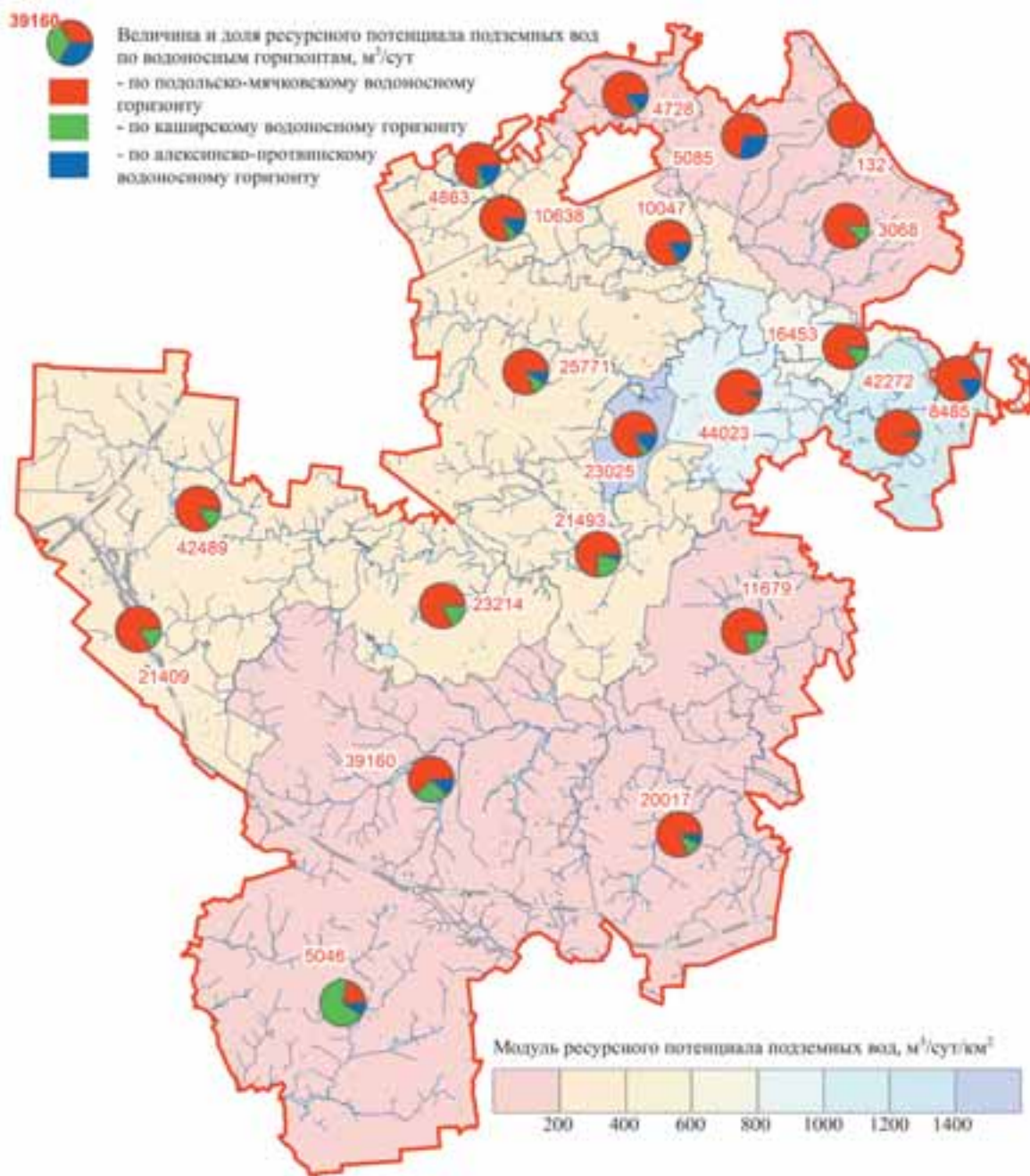


Рис. 5.
 Схематическая карта ресурсного потенциала подземных вод Новой Москвы

бинки и Троицка – Южной и Западной систем (Приокское и Звенигородское месторождения, соответственно).

В 2002 г. завершены работы по переоценке эксплуатационных запасов пресных подземных вод Московского региона [4]. По гидролого-гидрогеологическому принципу выделены месторождения подземных вод, в том числе частично расположенные на территории ТиНАО: Верхнедеснянское, Пахринско-Деснянское, Нар-

ское, Москворецко-Пахринское, Лопасненское и Среднемоскворецкое.

Запасы оценивались на специально разработанной многослойной геофильтрационной модели, включающей в себя эксплуатационные горизонты карбона, мезозойские и четвертичные горизонты, зону аэрации и поверхностные воды. Модель сопровождалась цифровой картографической и фактографической базой данных, ставшей в последствии основой для ведения

государственного мониторинга подземных вод в регионе. По результатам этой оценки, ресурсный потенциал подземных вод на территории ТиНАО составил 250–280 тыс. м³/сут, около 75% этих запасов оценены по подольско-мячковскому водоносному горизонту.

В 2005 г. выполнены работы по переоценке запасов пресных подземных вод для водоснабжения населения и предприятий Подольского района Московской области. Переоценка запасов проводилась с помощью локальной геофильтрационной модели-врезки масштаба 1:25 000, захватывающей центральную и западную часть Новой Москвы. В результате этих работ в ГКЗ Роснедра утверждены запасы подземных вод Верхнедеснянского (63,8 тыс. м³/сут) и Пахринско-Деснянского (237,7 тыс. м³/сут) месторождений, выделены группы участков недр Троицкая, Щербинская, Подольская, Климовская, переутверждены запасы по Деснянскому и Кленовскому участкам.

В последующие годы по ряду отдельных действующих и проектных водозаборов проведены работы по оценке и переоценке запасов подземных вод. В том числе в 2015 г. проведены работы по участкам действующих водозаборов АО «Мосводоканал» в Троицком и Новомосковском административных округах г. Москвы, в результате которых в ТКЗ Центрнедра утверждены запасы подземных вод по 45 участкам действующих водозаборов в количестве 64,7 тыс. м³/сут. По состоянию на 1 января 2017 г. по территории ТиНАО утверждены запасы подземных вод по 164 участкам в количестве 248,2 тыс. м³/сут.

Систематические наблюдения за режимом подземных вод на рассматриваемой территории начаты в 1963 г. по 4 скважинам, оборудованным на подольско-мячковский, каширский и алексинско-протвинский водоносные горизонты. С 1993 г. начал осуществляться государственный мониторинг геологической среды и с середины 1990-х гг. наблюдения за уровнем подземных вод велись уже по 17 скважинам, оборудованным на каменноугольные, юрско-меловые и четвертичные горизонты. Однако с 1997 г. в связи с неудовлетворительным техническим состоянием наблюдательные скважины стали выбывать из сети, их количество в 2001 г. уменьшилось до 5, в 2004 – до 2, а с 2011 г. наблюдения за режимом подземных вод прекратились [1, 2].

Эксплуатация подземных вод каменноугольных горизонтов на территории Новой Москвы ведется с 1930-х гг. По мере хозяйственного освоения территории число водозаборов и эксплуатационных скважин возрастало, увеличивался водоотбор, формировался современный гидродинамический режим, характеризующий-

ся развитием системы депрессионных воронок регионального и локального уровней (рис. 3). С начала 1990-х гг. на протяжении более 25 лет до настоящего времени на территории ТиНАО водоотбор стабилизировался и суммарно составляет 125–145 тыс. м³/сут.

Имеющиеся данные наблюдений показывают довольно четкую зависимость положения уровней каменноугольных горизонтов от интенсивности водоотбора, и гидродинамический режим в целом может характеризоваться как квазистационарный. Стабильность и некоторое восстановление уровней в течение последних десятилетий говорит об обеспеченности водоотбора естественными и привлекаемыми ресурсами подземных вод. При этом необходимо учитывать взаимовлияние водозаборов как на рассматриваемой территории, так и за ее пределами.

В 2016–2017 гг. специалистами АО «Центральное ПГО» выполнена оценка ресурсного потенциала подземных вод на территории ТиНАО г. Москвы, выполнявшихся по заказу Москомархитектуры [2]. Работы включали в себя систематизацию и обобщение всей накопленной к настоящему времени информации по геологическому строению территории, условиям формирования ресурсов и запасов, составу и качеству, опыту эксплуатации подземных вод. В результате создана детальная геофильтрационная модель территории Новой Москвы. Разработанная конечно-разностная геофильтрационная модель площадью 2,15 тыс. км² разбита неструктурированной сеткой с шагом при разных вариантах моделирования 800–50 и 200–100 м. Реализация модели произведена в программной среде *Aquaveo Groundwater Modeling System v. 10.3*. Модель включает 7 расчетных слоев, описывающих мезозойско-четвертичный, подольско-мячковский, каширский и алексинско-протвинский водоносные горизонты (комплексы) и разделяющие их юрский, ростиславльский и верейский водоупоры (рис. 4).

На модели заданы граничные условия, соответствующие сложившейся природно-техногенной обстановке (инфильтрационное питание, речная сеть, водозаборные скважины). Геофильтрационный поток моделировался в стационарной трехмерной постановке с заданием гипсометрии и коэффициентов фильтрации для всех моделируемых слоев. Плановые границы модели для водоносных горизонтов определялись граничным условием I рода по данным региональной модели Московского региона [4, 1]. На нижней границе модели, соответствующей подошве алексинско-протвинского водоносного комплекса, задана непроницаемая поверхность.

Калибровка модели проводилась с помощью решения обратной геофильтрационной задачи методом автоматического подбора (алгоритм *PEST*) и дополнительной коррекции параметров модели. В качестве априорных данных при калибровке использовались результаты опытно-фильтрационных работ и уровни подземных вод, замеренные в скважинах за период 2014–2017 гг. Сходимость модельных и фактических уровней, отсутствие системных ошибок и случайное распределение величин невязок свидетельствуют о том, что построенная модель удовлетворительно описывает наблюдаемые гидрогеологические условия.

На построенной и откалиброванной геофильтрационной модели проведена оценка ресурсного потенциала подземных вод для перспективного питьевого и технического водоснабжения ТиНАО. Для прогнозных расчетов уровни подземных вод по границе модели задавались по результатам прогнозных расчетов на модели Московского региона с региональным потоком через плановые границы модели в виде граничного условия II рода [4, 1]. Оценка ресурсного потенциала проводилась подбором максимально возможного водоотбора по существующим и проектируемым водозаборам с учетом утвержденных запасов подземных вод и допустимого понижения как непосредственно на оцениваемых участках, так и смежных водозаборах. Далее подбирались оптимальная схема водоотбора с учетом гидрогеологических условий, сложившейся водохозяйственной обстановки и градостроительных планов.

Суммарный расчетный ресурсный потенциал подземных вод территории ТиНАО по результатам моделирования составляет 383,1 тыс. м³/сут, в том числе 313,3 – по подольско-мячковскому водоносному горизонту, 45,4 – каширскому и 24,3 тыс. м³/сут – алексинско-протвинскому. Свободный ресурсный потенциал территории при утвержденных на сегодняшний день запасах 248,2 тыс. м³/сут определен в количестве 134,9 тыс. м³/сут. Подсчитанный ресурсный потенциал в целом полностью покрывает перспективную потребность водоснабжения (348 тыс. м³/сут). Проведено районирование величины ресурсного потенциала по административным единицам ТиНАО (рис. 5).

Наиболее благоприятные условия для работы крупных групповых водозаборов существуют в долине реки Десны – на территории Троицка, Десеновского, Воскресенского, Рязановского и Первомайского поселений, основным эксплуатационным горизонтом здесь является подольско-мячковский, качество воды требует обезжелезивания и умягчения. На данных

территориях уже работают многочисленные одиночные и групповые водозаборы с утвержденными запасами, и свободный ресурсный потенциал здесь небольшой. Примыкающие к старой Москве территории поселений Внуковское, Московский, Сосенское, Мосрентген не перспективны для крупного водоснабжения за счет подземных вод – общий и свободный ресурсный потенциал здесь характеризуется невысокими значениями. Установлен дефицит свободного ресурсного потенциала подольско-мячковского горизонта в районе городов Подольск и Щербинка, а также незначительность свободного потенциала по алексинско-протвинскому водоносному горизонту из-за сработки напора подземных вод над кровлей и ограниченности восполнения.

Троицкий административный округ в юго-западной части Новой Москвы обладает достаточным потенциалом для организации водоснабжения за счет подземных вод и в целом неплохим качеством воды, требующем преимущественно только обезжелезивания. Основным продуктивным горизонтом здесь, как и на всей территории ТиНАО, является подольско-мячковский, но для крайних юго-западных районов существенную роль уже играет каширский водоносный горизонт.

Выводы


В результате изучения ресурсов подземных вод территории Новой Москвы установлено:

- ресурсы подземных вод каменноугольных водоносных горизонтов достаточны для обеспечения текущей и перспективной потребности для водоснабжения с учетом разработанных градостроительных планов. Это подтверждается как ранее выполненными исследованиями в регионе, так и последней работой по оценке ресурсного потенциала подземных вод территории ТиНАО;

- современная геолого-гидрогеологическая изученность изучаемой территории высока, но при этом сложные гидрогеологические условия и высокая нагрузка на подземные воды в регионе требует постоянного контроля за их состоянием и использованием. Для обеспечения рационального использования и охраны подземных вод от истощения и загрязнения необходимо практически «с нуля» создать систему мониторинга, которая должна включать наблюдения и анализ данных по водоотбору, уровням и качеству подземных вод как по эксплуатационным скважинам на водозаборах, так и по специально созданной наблюдательной сети;

- разработанная геофильтрационная модель служит современным инструментом для оценки

и прогнозирования состояния подземных вод при различных вариантах развития природно-техногенной системы. В дальнейшем рекомендуется вести и развивать на постоянной основе корректировку и калибровку геофильтрационной модели с актуализацией по данным системы

мониторинга, материалов геологического изучения и инженерных изысканий, а также уточнять прогнозы в соответствии с новыми данными по утвержденным запасам, водоотбору, качеству подземных вод и планами развития водоснабжения территории. 

Литература

1. Гоппен Т.С., Егоров Ф.Б., Пигарина С.Д. и др. Государственный мониторинг состояния недр территории Центрального федерального округа в 2013–2015 гг. М.: Геоцентр-Москва. 2015.
2. Егоров Ф.Б., Гричук А.Д. и др. Отчет по теме: «Схематизация гидрогеологических условий, геофильтрационное моделирование для составления схемы ресурсного потенциала территории подземных вод для перспективного питьевого и технического водоснабжения на территории Троицкого и Новомосковского округов г. Москвы». М.: Центральное ПГО. 2017.
3. Ермакова З.П. Оценка обеспеченности населения Московского региона ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения. М.: Геоцентр-Москва. 1999.
4. Ефремов Д.И., Ключкин А.Н., Язвин Л.С., и др. Региональная переоценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод центральной части Московского артезианского бассейна (Московский регион). М.: Геоцентр-Москва. 2002.
5. Закон города Москвы от 15.03.2017 № 10 «О внесении изменений в Закон города Москвы от 05.05.2010 № 17 “О генеральном плане города Москвы”», М.: Московская городская Дума. 2017.

UDC 553.7

R.G. Gamalov, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Academician of RANS, Head of the Laboratory of Hydrogeological Problems of Environmental Protection of Institute of Water Problems¹, RAS, roald@iwpr.ru

F.B. Egorov, Chief of Geological Service of Mosecomonitoring², f.egorov@me.com

A.D. Grichuk, Leading Analyst of Geological Service of Mosecomonitoring², sgrichuk@yandex.ru

¹3 Gubkin street, Moscow, 119333, Russia.

²11 build. 1, New Arbat street, 119991, Russia.

Current Knowledge, Condition and Prospects for Using Groundwater Resources in New Moscow

Abstract. The hydrogeological study, the current state and prospects for the use of groundwater resources for water supply to the intensively developing territories of New Moscow are considered. The main results of the latest works on the assessment of the resource potential of the underground waters of New Moscow are given, taking into account the plans for urban development, the current and forecast hydrodynamic and water management conditions and quality of groundwater

Keywords: groundwater; water supply; resources; New Moscow

References

1. Goppen T.S., Egorov F.B., Pigarina S.D. i dr. Gosudarstvennyi monitoring sostoiianiia nedr territorii Tsentral'nogo federal'nogo okruga v 2013–2015 gg. [State monitoring of the state of the subsoil of the territory of the Central Federal District in 2013–2015]. Moscow, Geotsentr-Moskva Publ., 2015.
2. Egorov F.B., Grichuk A.D. i dr. Otchet po teme: «Skhematizatsiia gidrogeologicheskikh uslovii, geofil'tratsionnoe modelirovanie dlia sostavleniia skhemy resursnogo potentsiala territorii podzemnykh vod dlia perspektivnogo pit'evogo i tekhnicheskogo vodosnabzheniia na territorii Troitskogo i Novomoskovskogo okrugov g. Moskvyy» [Report on the topic: “Schematicization of hydrogeological conditions, geofiltration modeling for drawing up a scheme of the resource potential of the groundwater for prospective drinking and technical water supply in the territory of Troitsk and Novomoskovsk districts of Moscow”]. Moscow, Tsentral'noe PGO Publ., 2017.
3. Ermakova Z.P. Otsenka obespechennosti naseleniia Moskovskogo regiona resursami podzemnykh vod dlia khoziaistvenno-pit'evogo vodosnabzheniia [Assessment of the population of the Moscow region with groundwater resources for domestic and drinking water supply]. Moscow, Geotsentr-Moskva Publ., 1999.
4. Efremov D.I., Kliukvin A.N., Iazvin L.S., i dr. Regional'naia pereotsenka ekspluatatsionnykh zapasov presnykh podzemnykh vod tsentral'noi chasti Moskovskogo artezianskogo basseina (Moskovskii region) [Regional revaluation of operational reserves of fresh groundwater in the central part of the Moscow Artesian Basin (Moscow region)]. Moscow, Geotsentr-Moskva Publ., 2002.
5. Zakon goroda Moskvyy ot 15.03.2017 № 10 «O vnesenii izmenenii v Zakon goroda Moskvyy ot 05.05.2010 № 17 “O general'nom plane goroda Moskvyy”» [Law of the City of Moscow of March 15, 2017 No. 10 “On Amendments to the Law of the City of Moscow from 05.05.2010 No 17” On the General Plan of the City of Moscow “»]. Available at: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=MLAW&n=177073#011448882772644331> (February 18, 2018).



В.П. Дьяконов
канд. геол.-мин. наук
ООО НТПЦ «Сеноман»¹
генеральный директор
senoman@inbox.ru

Перспективы восстановления и развития йодной промышленности в Российской Федерации

¹Научно-технический производственный центр «Сеноман». Россия, 127422, Москва, Дмитровский проезд 10.

Учитывая стратегическую важность йода и сложившуюся экономическую ситуацию в стране, автор подчеркивает своевременность и актуальность обеспечения импортнезависимости промышленности, здравоохранения и оборонной отрасли страны и предлагает обратиться к правительству РФ с предложением в сжатые сроки построить 2–3 завода по производству йода в различных районах России из гидроминерального сырья и, в первую очередь, – использовать попутное извлечение йода в Западной Сибири

Ключевые слова: йодосодержащие воды; Северо-Сивашское месторождение йодных вод; промышленное производство йода; попутное производство йода; Сургутский нефтегазоносный район

С закрытием в 2010 г. в Краснодарском крае единственного Троицкого йодного завода производительностью до 200 т йода в год в России было прекращено собственное производство йода. В настоящее время потребности в йоде и йодной продукции полностью удовлетворяются закупками за рубежом. Один из основных переработчиков йода, особенно по ряду ценнейшей, в том числе и наукоемкой продукции, имеющей стратегическое значение, ПАО КНПО «Йодобром» (г. Саки, Республика Крым) приобретает для этой цели зарубежный йод-сырец в ООО «Нефтегазхимкомплект».

Как показало изучение месторождений промышленных йодосодержащих вод России, одним из перспективных на данный момент является Северо-Сивашское месторождение йодных вод (Джанкойский участок), расположенное на территории Республики Крым. Еще в 1973 г. были разведаны и подсчитаны запасы подземной воды и йода, и было рекомендовано создание промышленного производства йода (протокол № 6805 Заседания ГКЗ СМ СССР от 12.01.1973).

Термальные йодо-бромные воды месторождения приурочены к отложениям палеогена, представленным преимущественно песчаниками и алевролитами, залегающими на глубинах 1500–1800 м. Воды напорные, давление на устье скважин 4–6 атм. Дебиты скважин на самоизливе – 2000 и более м³/сут. Температура пластовой воды – 51–78 °С, минерализация вод – 25–33 мг/дм³, состав воды – хлоридный натриевый, среднее содержание йода – 29,8 мг/дм³. Балансовые запасы термальных вод (категорий): А – 7,2 тыс. м³/сут, В – 12,8 тыс. м³/сут и С₁ – 13,16 тыс. м³/сут, всего – 33,16 тыс. м³/сут. Балансовые запасы йода – всего 366 т/год. Содержание растворенного газа в воде (метан) – 1,6 м³/т воды (типично для геотермальных вод).

Джанкойский участок Северо-Сивашского месторождения вполне пригоден для промышленного освоения и является одним из богатейших йодных месторождений России, которое необходимо осваивать в самое ближайшее время, учитывая полное отсутствие в настоящее время собственного производства йода. Преимуществами освоения месторождения являются: практически экологически чистое производство (для подкисления воды при воздушной десорбции извлечения йода используется гипохлорит натрия NaOCl вместо хлора), сброс отработанной рассольной воды может осуществляться в «мертвую часть» озера Сиваш, ограниченную дамбой от той части залива, где водится рыба. Благоприятными факторами, существенно снижающими затраты и себестоимость производ-

ства йода, являются также: фонтанный способ эксплуатации водозаборных скважин, высокое содержание растворенного метана в подземной воде (при дебите 100 т йода в год количество добываемого метана составит не менее 15 000 м³/сут), который можно использовать для получения электроэнергии и тепла, и высокая, порядка 70 °С, температура подземных вод, что позволит утилизировать тепло в тепличной, жилищной и санаторной инфраструктурах Джанкойского района (социальный фактор).

Немаловажными факторами для организации производства йода являются: наличие Крымского научно-производственного объединения (ПАО КНПО «Йодобром»), способного выполнить основные работы по созданию промышленного производства йода (проект, изготовление оборудования, технология) и последующего получения из йода для промышленности и здравоохранения всевозможной дефицитной йодной продукции, а также наличие местных рабочих ресурсов для ведения производства.

Следует отметить, что в 2010–2012 гг. НПО «Йодобром» принимало участие в разработке государственной программы «Йод Украины», которая предусматривала полное обеспечение заявленной потребности Украины в йоде на базе Северо-Сивашского месторождения йода. Однако эта программа не была реализована из-за отсутствия финансовых средств.

Технология извлечения йода из воды – воздушная десорбция, самая эффективная и промышленно освоенная в СССР и используемая во всем мире, разработана головным институтом «Йодобром», в настоящее время – ПАО КНПО «Йодобром». Весьма существенно, что сейчас для подкисления воды используется гипохлорит натрия. Ранее для этих целей применялся хлор, что делало производство достаточно опасным. Подтверждением безопасности производства является то, что все водоканалы и станции подготовки хозяйственной воды в настоящее время перешли на обработку воды гипохлоритом натрия вместо хлора.

В настоящее время геотермальные йодные воды Северо-Сивашского месторождения используются нерационально – только для обогрева социальной сферы села Медведевка (скв. № 39 и 40).

В **табл. 1** приводятся ориентировочные технико-экономические расчеты по организации промышленного производства йода.

Немаловажный интерес представляет также организация весьма перспективного и эффективного попутного производства йода на нефтяных месторождениях центральной части Западной Сибири, в первую очередь – Сургутского неф-

Перечень научных исследований и работ	Ориентировочная стоимость, (без НДС) тыс. руб./срок исполнения	Исполнитель, проектная организация
1. Техничко-экономическое обоснование кондиций на извлечение йода из подземных вод		
1.1. Переоценка запасов промышленных подземных вод		
1.2. Подсчет запасов йода	12 500	ООО НТПЦ
1.3. Технология извлечения йода	15 мес.	«Сеноман»
1.4. Основные технико-экономические показатели извлечения йода		
1.5. Параметры кондиций и защита их в ФБУ «ГКЗ»		
1.6. Оформление лицензии на недропользование		
1.7. Проект водозабора		
1.8. Проект горного отвода		
2. Рабочий проект опытно-промышленной установки производства йода мощностью 100 т/год		
2.1. Состав проектируемого объекта		
2.2. Номенклатура продукции (йод технический и др.)		
2.3. Основные технико-экономические показатели (мощность, производительность, ориентировочная стоимость строительства, содержание йода в воде, температура воды и др.)		
2.4. Технология извлечения йода (метод воздушной десорбции)		
2.5. Методика организации производства, автоматизация управления, технологическими процессами	17 500 11 мес.	ПАО КНПО «Йодобром»
2.6. Требования по безопасности и гигиене труда, по разработке инженерно-технических мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций		
2.7. Источники обеспечения проектируемого предприятия сырьем (вода), химреагентами и др., утилизация отработанной воды и хозяйственных стоков		
2.8. Основные требования к инженерному обеспечению (хозпитьевая вода, электроснабжение, теплоснабжение, объекты общезаводского хозяйства и др.)		
2.9. Особые условия проектирования (объектные и локальные сметы и т.д.)		
2.10. Разработка документации на изготовление нестандартизированного оборудования		
2.11. Согласование рабочего проекта в инспектирующих организациях (Ростехнадзор, Росприроднадзор, местные власти и др.)		
3. Изготовление оборудования опытно-промышленной установки по производству йода мощностью 100 т/год	70 000 8 мес.	ПАО КНПО «Йодобром»
4. Организация строительства опытно-промышленной установки по производству йода на промплощадке		ПАО КНПО
4.1. Проект организации строительства	50000	«Йодобром»,
4.2. Оформление земельного отвода	8 мес.	местная
4.3. Инженерные изыскания		строительная
4.4. Размещение оборудования установки и инженерных сетей, в том числе для сбора и транспортировки йодной воды на установку и сброса отработанной воды в озеро Сиваш, воды которого близки по составу йодным водам		организация
5. Прочие расходы, включая бурение 5 водозаборных скважин глубиной 1700 м	100 000	
ВСЕГО	250 000	
Примечания:		
1. Учитывая, что работы выполняются параллельно, срок пуска завода в эксплуатацию не превысит 3 лет.		
2. Все цены согласованы в 2016 г. с бывшим генеральным директором ПАО КНПО «Йодобром» Б.В. Нелюбиным и главным инженером ООО НПЦ «Прикладная химия» (Пермь) В.П. Власенко.		

Таблица 1.

Перечень и последовательность выполнения основных работ по проектированию промышленного производства йода мощностью 100 т/год из подземных вод Северо-Сивашского месторождения (Джанкойский участок), Республика Крым

тегазоносного района. Здесь подземные воды апт-альб-сеноманского водоносного комплекса, добываемые нефтяниками и используемые для поддержания пластового давления в нефтяных пластах, содержат йод в промышленных масштабах. Отложения комплекса представлены песками и песчаниками толщиной около 1000 м (глубина залегания порядка 1000–2000 м). Воды комплекса по составу хлоридные натриевые, минерализация 16–18 г/дм³, пластовая температура 50–60 °С, содержание йода в среднем 18 мг/дм³. Дебиты водозаборных скважин определяются производительностью насосов и могут достигать 5000 м³/сут. Гидрогеологические условия вод комплекса центральной части Западной Сибири практически идентичные. Естественные запасы йода в водах этого водоносного комп-

На территории России разведаны месторождения йодных вод с большими промышленными запасами йода – и оставаться при этом без собственного производства ценнейшего полезного ископаемого ни с экономических, ни с государственных, ни с гражданских позиций недопустимо

лекса только в Сургутском нефтегазоносном районе составляют не менее 40 млн т, что в несколько раз превышает природные мировые запасы йода, которые по состоянию на 2011 г. ориентировочно исчислялись в 15 млн т (по оценке геологической службы США).

Весьма важно с точки зрения экономики, что йод извлекается попутно из вод, добываемых нефтяниками, и последующей после извлечения йода закачки воды в нефтяные пласты для поддержания пластового давления. В стандартных условиях при производстве йода затраты на добычу минеральной воды и последующую утилизацию отработанной воды превышают 70% от всех капитальных затрат на организацию производства йода. Благоприятным фактором при этом является наличие на месторождениях всей необходимой инфраструктуры для производства йода, а также дорог. Важно отметить, что при этом решается и еще одна важная государствен-

ная задача – извлекается попутно ценнейшее полезное ископаемое – йод, которое в настоящее время вместе с водой закачивается в нефтяные пласты, где рассеивается и безвозвратно утрачивается его промышленная значимость.

По апт-сеноманским водам Западной Сибири с целью создания производства йода были выполнены ТЭО кондиций на йод по месторождениям «Дружное» (ОАО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь») и «Медвежье» (ПАО «Газпром»), по которым были получены положительные протоколы ГКЗ Роснедра с рекомендациями о необходимости организации попутного производства йода.

По Дружному нефтяному месторождению были утверждены протоколом ГКЗ Минприроды России № 28-к от 14.05.1993 следующие постоянные кондиции:

– минимальное промышленное содержание йода в водах апт-альб-сеноманского водоносного комплекса – 11,3 мг/дм³ (фактическое содержание йода в 1,5 раз больше);

– минимальный дебит водозабора – 10 тыс. м³/сут (46 т йода в год), максимальный – 20 тыс. м³/сут (86 т йода в год).

В 2000 г. при финансовой поддержке ОАО «Сургутнефтегаз» и научно-технического института межотраслевой информации был выполнен рабочий проект опытно-промышленного производства йода мощностью 20 т/год на Вачимском нефтяном месторождении, расположенном в Сургутском районе (исполнители – ООО НТПЦ «Сеноман» и Российский научный центр «Прикладная химия», Пермский филиал). Стоимость реализации проекта «под ключ» по состоянию цен на 1 января 2004 г. составила порядка 70 млн руб. Срок окупаемости – 5,5 лет при производстве 20 т/год, при 100 т/год – 1,5 года. Рабочий проект опытно-промышленного производства мощностью 20 т йода в год принят ОАО «Сургутнефтегаз», согласован Сургутским отделом Госгортехнадзора России Тюменского округа, получены положительные экспертизы Минатома России и государственного комитета РФ по охране окружающей среды.

В настоящее время йодная установка в комплексе может быть изготовлена Крымским научно-производственным объединением «Йодобром» (ПАО КНПО «Йодобром»). По нашей просьбе технологи этой организации в ноябре 2016 г. смоделировали йодосодержащую воду, по составу близкую к апт-сеноманской Западной Сибири, и провели ряд экспериментов по определению параметров процесса десорбции. По итогам лабораторных опытов получены следующие результаты:

– производительность товарного йода – 50 т/год;

- концентрация йода в воде – 15 г/м³ (меньше чем по факту – в среднем 18 г/м³);
- расход исходной воды – 10 630,7 м³/сут;
- температура воды – 50 °С;
- расход воздуха – 50 000 м³/час;
- степень окисления – 0,990;
- выход на стадии десорбции – 98,542%;
- высота десорбера – 10 м;
- технология извлечения йода – воздушная десорбция.

Создание производства йода на нефтяных месторождениях Сургутского района может осуществляться двумя вариантами: путем строительства малогабаритных установок производительностью 20 т/год и крупных установок (заводов) мощностью порядка 100–200 т йода в год. Сырьевая база позволяет это делать – например, только на Федоровском месторождении нефти годовая добыча апт-сеноманской воды превышает 60 млн м³, запасы йода в ней – порядка 1000 т.

Анализ организации производства йода малогабаритными и крупными по мощности установками (заводами) показывает, что на первых этапах реализации проекта предпочтительным является 1 вариант, как по срокам ввода в эксплуатацию, так и по затратам. Кроме того, малогабаритные установки (мини-заводы) можно тиражировать, наращивая таким образом производство, или использовать модульный вариант с получением йодного концентрата и последующей транспортировкой его на стационарный завод.


На нефтяных месторождениях водозаборные скважины располагаются кустами на площадках кустовых насосных станций, где вода собирается в большие емкости и затем поступает на установку извлечения йода. После этого обесйоденная вода насосами высокого давления

нагнетается в систему поддержания пластового давления.

Учитывая стратегическую важность йода и сложившуюся экономическую ситуацию в стране, своевременность и актуальность обеспечения импортнезависимости промышленности, здравоохранения и оборонной отрасли страны, необходимо обратиться к правительству РФ с предложением в сжатые сроки построить 2–3 завода по производству йода в различных районах России из гидроминерального сырья и, в первую очередь, – использовать попутное извлечение йода в Западной Сибири, что и рекомендуется в Резолюции III международной научно-практической конференции «Восстановление и развитие йодобромной отрасли химической промышленности РФ», состоявшаяся в сентябре 2016 г. в г. Саки Республики Крым.

На территории России разведаны месторождения йодных вод с большими промышленными запасами йода – и оставаться при этом без собственного производства ценнейшего полезного ископаемого ни с экономических, ни с государственных, ни с гражданских позиций недопустимо.

В заключение следует отметить, что на мировом рынке постоянно наблюдается дефицит йода и йодной продукции в связи с ростом потребности. Поэтому мировые цены на эту продукцию постоянно растут. На кристаллический йод за последние 10 лет они увеличились примерно в два раза – с 18 до 38 тыс. долларов за тонну, а на наукоемкую продукцию – еще больше.

Нет сомнений, что добыча йода из подземных вод является достаточно эффективным, с большими перспективами, прибыльным производством, что безусловно будет привлекать инвесторов. 

UDC 553.725

V.P. Dyakonov, PhD, General Director of Scientific and Technical Production Center “Senoman”¹, senoman@inbox.ru

¹10 Dmitrovsky proezd, Moscow, 127422, Russia.

Prospects for the Recovery and Development of the Iodine Industry in the Russian Federation

Abstract. Given the strategic importance of iodine and the current economic situation in the country, the author emphasizes the timeliness and relevance of ensuring the import-dependence of industry, health and the defense industry of the country and suggests that the government of the Russian Federation should be asked to build 2–3 plants for iodine production in various regions of Russia from hydromineral raw materials and, first of all, – to use the associated extraction of iodine in Western Siberia

Keywords: iodine containing water; North–Sivash deposit of iodine waters; industrial production of iodine; associated iodine production; Surgut Oil and Gas Region.



**XXIX
IMPC 2018**
15-21 Сентября 2018
Москва, Россия



www.impc2018.com
+7 (499) 705-79-25
info@impc2018.com

XXIX Международный конгресс по обогащению полезных ископаемых IMPC–EXPO2018.

Основные темы

- Технологическая минералогия.
- Измельчение и классификация.
- Физические методы обогащения – гравитационное обогащение, магнитная и электрическая сепарация.
- Химия поверхности. Фундаментальные основы флотации. Флотационные реагенты. Технология флотации.
- Переработка тонкодисперсных продуктов и шламов.
- Гидрометаллургия и технологии бактериального выщелачивания.
- Экологические проблемы и утилизация минеральных отходов.
- Моделирование технологических процессов.
- Окомкование, агломерация и спекание.
- Обезвоживание.
- Средства инструментального контроля и передовые модели интеллектуального управления.



Москва 15 – 21 сентября 2018. Центр Международной Торговли

Международная выставка IMPC–EXPO2018 добыча и переработка минерального сырья.

**Эффективные технологии – ключ к успешному обогащению
полезных ископаемых**

Тематические направления выставки:

- Предприятия горнодобывающей и металлургической промышленности.
- Предприятия нефтяной и газовой отрасли и золотодобывающие компании.
- Производители и поставщики машин и оборудования для горной промышленности, шахт, горно-обогатительных комбинатов.
- Технологии, оборудование и приборы для обработки и обогащения полезных ископаемых.
- Геология и геофизика: оборудование, научные исследования, информационные системы.
- Научно-производственные центры, исследовательские и проектные институты.
- Экология. Охрана окружающей среды, экологический мониторинг полезных ископаемых.



Москва 16 – 18 сентября 2018. ЦВК «Экспоцентр», павильон 7, зал №1

Организаторы:



Российская Академия Наук



Спонсоры:



TOMC



ALROSA



RIVS



Официальный конгресс-организатор Международное Агентство Конгрессного Обслуживания МАКО

MAKO

<http://www.makongress.ru> / +7 499 705 79 25 / info@makongress.ru



А.Н. Ярин
ООО «Проектное бюро ТЭРМ»¹
генеральный директор
эксперт ЕСОЗН
Term@term-pb.ru



С.А. Черевко
ООО «Газпромнефть-Хантос»²
заместитель генерального
директора по строительству
скважин



М.К. Рогачев
д-р техн. наук
профессор
Санкт-Петербургский горный
университет
заведующий кафедрой
разработки и эксплуатации
нефтяных и газовых
месторождений³
kafrngm@spmi.ru

О нецелесообразности закачки пресной воды в ультранизкопроницаемые коллектора Западной Сибири

¹Россия, 625000, Тюмень, ул. Дзержинского 15

²Россия, 628011, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Ханты-Мансийск, ул. Ленина 56.

³Россия, 199026, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия 2.

Цель исследования авторов – установить степень (отрицательного) влияния закачки пресной воды на ее фазовую проницаемость в ультранизкопроницаемых ($K_{пр} < 2-3$ мД) и слабопроницаемых пластах – в сравнении с минерализованной (сеноманской), а также слабоминерализованной водой. Объект исследования – ультранизкопроницаемые и низкопроницаемые продуктивные пласты АС10-АС12 Приобского месторождения (южная часть). Диапазон изменения абсолютной проницаемости по образцам керна в указанных экспериментах – от 0,3 до 71 мД, в среднем – 6,4 мД. Метод исследования – обобщение результатов 90 лабораторных опытов по нефтевытеснению, проведенных на кернях Приобского месторождения, путем закачки в них различных типов вод – пресной, слабоминерализованной и минерализованной. Получены достоверные аналитические зависимости, позволяющие оценить степень падения фазовой проницаемости плохих коллекторов (по сравнению с абсолютной проницаемостью) при закачке воды с различной минерализацией

Ключевые слова: ультранизкопроницаемые коллектора; Приобское месторождение; горизонт АС10-12; поддержание пластового давления; лабораторные опыты по вытеснению; минерализация воды; пресная вода; сеноманская вода; фазовая проницаемость; коэффициент вытеснения; изменение нефтеотдачи

Изыскание подходящего источника водоснабжения при поддержании пластового давления (особенно на начальном этапе) в Западной Сибири в течение более чем полувекового периода являлось одной из важнейших основ рациональной разработки нефтяных месторождений. Научно-обоснованный выбор типа закачиваемой воды (с учетом ФЕС коллекторов, минералогического состава пород и цемента) позволил многим нефтяным компаниям сэкономить значительные средства и увеличить (на несколько первых процентных пунктов) коэффициент извлечения нефти.

Проблеме выбора источника водоснабжения посвящено большое количество научных работ. В ряде регионов проведены практические промысловые эксперименты по закачке в продуктивные пласты вод различного состава. В большинстве статей [1, 2, 3, 4, 5, 9] признается, что наилучшим вытесняющим агентом для любого пласта является его собственная пластовая или подтоварная (сточная) вода. Однако количество этой воды на начальной стадии разработки (особенно в литологических залежах) ограничено, и, как правило, не может «закрыть» на 100% потребности системы ППД в водообеспечении. Возникает вопрос об альтернативных (дополнительных) источниках водоснабжения, который на практике нефтяными компаниями решается по-разному.

Общепризнано, что на втором месте (после сточной воды) по эффективности нефтевытеснения находится подземная минерализованная (в Западной Сибири – сеноманская) вода. Закачка же пресной воды на начальных стадиях разработки учеными, как правило, никогда не рекомендовалась [1, 2, 3, 4], даже для наилучших высоко- (более 500 мД) и среднепроницаемых (100–300 мД) пластов, не говоря уже о низкопроницаемых (менее 50 мД), а тем более – об ультранизкопроницаемых коллекторах (УНПК) – с $K_{пр} < 2-3$ мД.

В обширной практике нефтедобычи на промыслах Западной Сибири наиболее рациональным признан подход, предусматривающий создание на первом этапе разработки залежи нефти оторочки («буфера») из минерализованной (сеноманской) воды. В последующем осуществлялся переход на закачку смесей сеноманской воды с подтоварной (а иногда и с пресной – в хороших коллекторах).

В принципе, закачку пресных вод отечественные и зарубежные ученые и специалисты-нефтяники из различных регионов не исключают, но только на более поздних или завершающих стадиях разработки. Этот метод рассматрива-

ется как целенаправленное мероприятие, направленное на улучшение характеристики вытеснения нефти по залежи путем регулирования фильтрационных потоков в пласте вследствие смены минерализации воды.

Отметим, что в основном нефтедобывающем регионе России – ХМАО-Югре – структура добычи из различных (разнопроницаемых) типов пород (ВПК – высокопроницаемые коллектора; СПК – среднепроницаемые; НПК – низкопроницаемые) за последние 15 лет существенно изменилась (ухудшилась). В частности, например, если по старейшему Юганскому региону в 2000 г. на долю НПК приходилось ~35% от общей добычи нефти, то спустя 15 лет эта доля (включая УНПК) достигла почти 80%. В этих новых, кардинально изменившихся условиях, важность правильного решения проблемы выбора дополнительного источника водообеспечения существенно повысилась.

В последние годы в условиях дефицита воды, в целях экономии средств, некоторые нефтяные компании [6] вместо бурения традиционных глубоких сеноманских скважин начали использовать для целей ППД (даже в УНПК) пресную воду из неглубокозалегающих подземных водоносных горизонтов. Можно предположить, что достигаемое при этом формальное удешевление процесса водоснабжения систем ППД в значительной степени является иллюзорным, в особенности для залежей нефти, содержащихся в коллекторах с проницаемостью менее 2–3 мД. Даже смешивание пресных вод и подтоварных в условиях реальных УНПК, на наш взгляд, не способно решить проблему формирования эффективной системы поддержания пластового давления. Некоторые из нефтяных компаний уже столкнулись с подобными проблемами и вернулись к закачке сеноманской воды.

Наряду с дешевизной добычи пресной воды из неглубокозалегающих подземных горизонтов, в процессе ее закачки в УНПК, возможно проявление ряда отрицательных последствий, таких как:

- падение приемистости нагнетательных скважин при закачке пресных вод в УНПК (вплоть до нуля) вследствие многократного снижения фазовой проницаемости плохих пластов. Причина – набухание глинистых компонентов цемента в коллекторах, сопровождающееся резким (до десятков раз [4]) нарастанием градиентов давления;

- необходимость создания более высоких давлений на устьях скважин при нагнетании пресной воды в УНПК (даже в условиях проведения гидроразрыва пласта) для обеспечения

«равнозначной» приемистости с вариантом закачки сеноманской воды;

– невозможность восстановить первоначальную приемистость скважин (или даже приблизится к ней) после попадания в УНПК незначительных объемов пресной воды;

– более интенсивное проявление солеотложений в системах добычи нефти. Для непрерывной борьбы с отложениями солей приходится тратить значительные дополнительные средства (закачка ингибиторов солеотложений и т.п.). В «ПТД-2016 г.» (ООО «Газпромнефть НТЦ») сообщается, что за 2015 г. по ЮЛТ Приобского месторождения из общего количества отказов насосного оборудования (УЭЦН) на долю «солеотложения + отложения мех. примесей» приходится примерно четвертая часть. И далее отмечено (с. 186), что «*комплексные разборы вышедших из строя установок выявили большое содержание мех. примесей и солей в рабочих органах насосов*»;

– снижение межремонтного периода эксплуатации смонтированного насосного оборудования в связи с необходимостью поддерживать, по сути дела, «закритические» режимы их работы для обеспечения «нормативной» поглотительной способности нагнетательных скважин (по пресной воде);

– многие исследователи [1, 5, 6], проводившие опыты на керне, отмечают значимое (в среднем – на 3–4%_{отн}) снижение коэффициента вытеснения ($K_{\text{выт}}$) нефти по пресной воде – по сравнению с сеноманской. Неучет указанного обстоятельства на практике способен привести, по сути дела, к «безвозвратным» потерям запасов нефти в недрах.

Например, применительно к условиям сверхгигантского Приобского месторождения (вкуче с сопредельными лицензионными участками) указанные «потери» извлекаемых запасов в случае 100-процентной закачки пресных вод оцениваются в 60–80 млн т. При годовом темпе отбора запасов 3,5% от НИЗ нефти это равнозначно потерям в текущей добычи нефти – по 2,1–2,8 млн т/год. (По всей видимости, масштабы возможных потерь запасов УВС от закачки пресной воды в УНПК в отдельных нефтяных компаниях в полной мере пока не осознают).

Особого внимания заслуживает факт ухудшения эффективности нефтевытеснения в слабopоницаемых пластах на участках с пониженной начальной нефтенасыщенностью [5, 8]. Известным экспериментатором А.Г. Телининым и др. [5] для условий Приобского месторождения (СЛТ) установлено, что для образцов керна с $K_{\text{абс}} = 47$ мД уменьшение начальной нефтенасыщенности с 69,5 до 52% снижает $K_{\text{выт}}$ нефти

даже по сеноманской воде в 1,31 раза – с 0,585 до 0,446. А по пресной?

Отметим, что в «настоящих» ($K_{\text{пр}} < 2\text{--}3$ мД) ультранизкопроницаемых коллекторах изучению процессов нефтевытеснения (в том числе при закачке различных типов вод) в отечественной науке и практике пока уделено недостаточное внимание [9]. Это выражается в том, что подавляющее большинство публикаций на эту тему касается группы традиционных низкопроницаемых коллекторов (с $K_{\text{пр}} \sim 10\text{--}50$ мД). Например, в работе [4] на предмет вытеснения нефти водой разного типа изучено 5 образцов керна с абсолютной проницаемостью – 8, 10, 12, 30 и 185 мД, которые «полноправно» никак нельзя отнести к классу УНПК. В статье [5] все проведенные лабораторные эксперименты по вытеснению нефти на образцах керна различными водами и их смесями получены для проницаемости 23–47 мД (в среднем – 35 мД), которые фактически не имеют отношения к «реальным» УНПК (т.к. проницаемость последних – «на порядок» ниже).

Тем не менее, наряду с приведенными выше, недавно появилась и другая (альтернативная) точка зрения [6] на возможность закачки пресных вод в плохие коллектора. Основной вывод из указанной статьи [6] следующий (с. 31): «Для объекта АС₁₀₋₁₂ Приобского месторождения обоснован выбор источника водоснабжения для систем ППД – **пресная вода**. Ее применение выгодно с экономической точки зрения и не оказывает значительного влияния на изменения свойств коллектора и степени вытеснения нефти».

С указанным утверждением никак нельзя согласиться. Проведенный нами анализ цифр из статьи [6] показывает, что обоснованность приведенных в ней данных об эффективности вытеснения нефти водой различного состава из пластов Приобского месторождения вызывает сомнение по следующим причинам.

Во-первых, в ТСП-2016 г. (ООО «Газпромнефть НТЦ») для объекта АС₁₀₋₁₂ научно обоснованы и утверждены ЦКР следующие (*кардинально отличающиеся от данных работы [6]*) параметры процесса нефтевытеснения:

$$K_{\text{выт}} = 0,503; K_{\text{он}} = 0,317; K_{\text{нн}} = 0,637.$$

В публикации [6] приведены резко отличающиеся от указанных величин характеристик нефтевытеснения:

$$K_{\text{выт}} = 0,621\text{--}0,653; K_{\text{он}} = 0,228\text{--}0,248; K_{\text{нн}} = 0,655.$$

Видно, что последний $K_{\text{выт}}$ [6] выше утвержденного ЦКР на 23–30%_{отн}, а $K_{\text{он}}$ – ниже в 1,28–1,39 раза. Такое расхождение при установлении $K_{\text{выт}}$ на стадии проектирования процессов завод-

нения является недопустимым, особенно в случае выбора именно пресной воды, как агента для закачки в УНПК.

Более того, специалистам-нефтяникам хорошо известно, что очень высокие значения $K_{\text{выт}}$ – на уровне 0,621–0,653, реально недостижимы в УНПК, они могут быть обеспечены только по группам хороших (т.е. средне- и высокопроницаемых) коллекторов нефтяных месторождений Западной Сибири. Таким образом, приведенные в работе [6] данные о $K_{\text{выт}}$, по сути дела, не имеют реального отношения к характеристикам процесса вытеснения нефти водой в пластах Приобского месторождения.

Во-вторых, автор работы [6] привел результаты опытов по нефтевытеснению на кернах с повышенной проницаемостью (на уровне – 10мД) пластов Приобского месторождения (ЮЛТ), не соответствующей их реальной абсолютной проницаемости [7].

В-третьих, вызывает сомнение и созданная в опытах скорость вытеснения нефти водой на кернах Приобского месторождения – 229 м/год, приведенная в работе [6]. Такая скорость реально может быть достигнута только в хороших коллекторах (т.е. СПК и ВПК) месторождений Западной Сибири.

В-четвертых, объем лабораторных данных, использованных в работе [6], мал и недостаточно представительен для выдачи рекомендаций о целесообразности закачки пресной воды в УНПК Приобского месторождения.

Добавим также, что в техсхеме разработки указанного месторождения 2013 г. (ООО «Газпромнефть НТЦ») указано (с. 460), что «использование сеноманских вод, по сравнению с пресными, повышает нефтеотдачу на 3,5–4,5%, вследствие более низкой величины поверхностного натяжения».

Таким образом, аргументы, приведенные в статье [6] об «эффективности» закачки пресной воды в пласты объекта АС₁₀₋₁₂ Приобского месторождения, представляются неубедительными.

Далее отметим, что одна из серьезных проблем в разработке ЮЛТ Приобского месторождения состоит в том, что основные продуктивные горизонты АС₁₂ и АС_{10'}, объединенные для совместной разработки в общий эксплуатационный объект, различаются по проницаемости (по ГИС) в три раза [7]: по АС₁₂ (ГИС) – 2,8 мД, АС₁₀ (ГИС) – 8,3 мД. При этом УНПК горизонта АС₁₂ содержат примерно половину от геологических запасов нефти объекта. Как будет показано далее, совместная закачка пресной воды, в первую очередь, выражается в отставании выработки (или «консервации» запасов) именно наиболее сложного объекта – горизонта АС₁₂.

Напомним, что из общего пробуренного на 2012 г. [7] фонда (1962 скважины) проблемный горизонт АС₁₂ был вскрыт в 1390 скважинах (или 71%). Из числа последних проницаемость по горизонту АС₁₂ (по ГИС) – менее 5 мД имели 1211 скважин (87%), в том числе менее 4 мД – 1147 скважин (83%), менее 3 мД – 1041 скважина (75%), менее 2 мД – 787 скважин (57%), менее 1 мД – 296 скважин (21%).

Таким образом, структура запасов по пробуренному фонду скважин на объекте АС₁₀₋₁₂ ЮЛТ весьма неблагоприятна, и, в первую очередь – по проницаемости. Закачка пресной воды особенно пагубно сказывается на темпах разработки и величине КИН сверхнизкопроницаемого горизонта АС₁₂. При сложившейся системе совместной разработки разнопроницаемых пластов объекта АС₁₀₋₁₂ темпы отбора ТИЗ нефти из горизонта АС₁₂ (2,2%) оказались в 2,3 раза ниже, чем по горизонту АС₁₀ (5%). Расходомерия разреза объекта АС₁₀₋₁₂, проведенная в нагнетательных скважинах, показала преимущественное поглощение воды верхним горизонтом АС₁₀ и низкие коэффициенты работающей толщины по горизонту АС₁₂. Представляется, что не последнюю роль в отставании скорости выработки запасов из пласта АС₁₂ сыграла именно массивная закачка пресной подземной воды (из неглубоких горизонтов).

Таблица 1.
Характеристика групп образцов керна и типов прокачиваемой воды

Номер группы образцов	Характеристика коллектора	Абсолютная проницаемость образцов керна, мД			Количество опытов	Минерализация воды, г/л		
		min	max	Средняя		0,7	7,0	20
1	УНПК-1	0,3	1,0	0,70	24	+	+	+
2	УНПК-2	1,0	5,0	2,6	45	+	+	+
3	НПК-1	5,2	15,0	10,6	14	+	+	+
4	НПК-2	24,0	71,0	41,4	7	+	+	+
Всего опытов – 90. Количество единичных замеров $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ – 270								

Таблица 2.

Результаты исследований по оценке влияния минерализации закачиваемой воды на фазовую проницаемость (для воды) на керне из пластов АС10-АС12

№ п/п	Номер скважины	K _{абс} ² мД	Фазовая проницаемость по воде K _{фаз} ^в (мД) при концентрации солей в воде		
			Пресная	Слабоминерализованная	Минерализованная
			0,7 г/л	7 г/л	18 г/л
1) Образцы керна с абс. проницаемостью 0,3–1 мД					
1	16485	0,3	0,02	0,03	0,04№
2	16485	0,3	0,04	0,05	0,06
3	16485	0,4	0,05	0,07	0,08
4	30916	0,5	0,04	0,05	0,07
5	30635	0,5	0,04	0,05	0,06
6	19460	0,5	0,06	0,08	0,11
7	16486	0,5	0,07	0,10	0,13
8	26495	0,6	0,05	0,07	0,10
9	24133	0,6	0,05	0,06	0,08
10	30916	0,6	0,05	0,07	0,09
11	30956	0,6	0,09	0,11	0,13
12	27696	0,7	0,07	0,08	0,10
13	16485	0,7	0,09	0,13	0,16
14	15466	0,7	0,08	0,12	0,16
15	16608	0,8	0,15	0,18	0,24
16	30956	0,8	0,13	0,17	0,20
17	610р	0,9	0,06	0,08	0,12
18	20440	0,9	0,09	0,14	0,22
19	15466	0,9	0,12	0,17	0,24
20	20658	0,9	0,14	0,18	0,24
21	18188	1,0	0,09	0,10	0,16
22	36352	1,0	0,12	0,16	0,22
23	16452	1,0	0,20	0,28	0,38
24	17629	1,0	0,16	0,34	0,49
Среднее		0,696	0,0858	0,1196	0,1617
Снижение K _{фаз} ^в от K _{абс}			в 8,11 раза	в 5,82 раза	в 4,3 раза
2) Образцы керна с абс. проницаемостью 1-5 мД					
1	19992	1,1	0,06	0,14	0,26
2	611р	1,2	0,15	0,25	0,33
3	617	1,2	0,18	0,23	0,33
4	19460	1,2	0,22	0,28	0,35
5	15466	1,2	0,19	0,27	0,35
6	17629	1,2	0,17	0,22	0,29
7	26495	1,3	0,16	0,19	0,28
8	30550sti	1,3	0,13	0,22	0,28
9	19992	1,3	0,08	0,17	0,34
10	35024	1,4	0,19	0,22	0,31
11	30550sti	1,5	0,15	0,25	0,31
12	20658	1,5	0,30	0,41	0,47
13	17629	1,5	0,23	0,32	0,41
14	30550sti	1,6	0,16	0,29	0,38
15	15466	1,6	0,28	0,38	0,5
16	20658	1,6	0,37	0,50	0,61
17	35024	1,7	0,19	0,24	0,36
18	36352	1,8	0,28	0,36	0,48
19	16452	1,9	0,32	0,44	0,57
20	17629	1,9	0,22	0,34	0,49
21	17629	2,1	0,30	0,40	0,52
22	23313	2,1	0,32	0,39	0,56

№ п/п	Номер скважины	K _{абс} ^в , мД	Фазовая проницаемость по воде K _{фаз} ^в (мД) при концентрации солей в воде		
			Пресная	Слабоминерализованная	Минерализованная
			0,7 г/л	7 г/л	18 г/л
23	20440	2,4	0,34	0,52	0,71
24	610p	2,5	0,31	0,4	0,57
25	17627	2,8	0,40	0,52	0,75
26	16486	2,8	0,39	0,58	0,73
27	17629	2,8	0,36	0,50	0,66
28	19992	2,9	0,36	0,60	0,87
29	30550sti	3	0,33	0,61	0,79
30	36352	3,3	0,46	0,62	0,83
31	16452	3,3	0,75	1,02	1,31
32	35984	3,5	0,49	0,60	0,76
33	20658	3,5	0,87	1,19	1,45
34	23313	3,5	0,46	0,57	0,87
35	19460	3,7	0,53	0,79	1,02
36	19460	3,8	1,16	1,46	1,74
37	18230	3,9	0,60	0,90	1,26
38	11221	4,0	0,72	1,12	1,59
39	611p	4,2	0,80	1,11	1,34
40	23313	4,3	0,53	0,73	1,27
41	19992	4,5	0,81	1,22	1,63
42	17592	4,5	0,42	0,65	1,22
43	17928	4,7	0,64	0,93	1,57
44	17627	4,8	0,69	1,02	1,42
45	16486	5,1	0,76	1,09	1,44
Среднее		2,60	0,396	0,561	0,768
Снижение K _{фаз} ^в от K _{абс}			в 6,56 раза	в 4,63 раза	в 3,38 раза
3) Образцы керн с абс. проницаемостью 5-15 мД					
1	13946	5,2	1,21	1,54	1,87
2	30635	8,2	2,35	3,04	4,00
3	16486	9,3	1,80	2,46	3,04
4	23313	9,5	1,65	1,97	3,19
5	11221	9,6	1,64	2,68	3,80
6	617	10,1	2,92	3,58	4,79
7	11221	10,4	1,79	2,78	4,09
8	17928	10,7	2,18	3,20	4,43
9	18188	11,0	2,13	2,46	3,01
10	13055	11,5	1,48	1,92	3,95
11	16452	11,7	2,48	3,51	4,24
12	19992	12,7	2,81	3,77	4,84
13	23444	14,0	2,28	2,87	4,46
14	17592	15,1	2,12	2,80	4,09
Среднее		10,64	2,06	2,76	3,84
Снижение K _{фаз} ^в от K _{абс}			в 5,17 раза	в 3,86 раза	в 2,77 раза
4) Образцы керн с абс. проницаемостью 16-71 мД					
1	11221	24	7,19	9,45	12,04
2	611p	29	10,24	13,15	15,75
3	26179	31	10,03	12,45	14,26
4	13946	35	10,28	13,17	15,50
5	611p	43	13,15	17,17	20,93
6	36352	57	16,3	19,8	23,43
7	16608	71	21,98	25,74	32,78
Среднее		41,43	12,74	15,85	19,24
Снижение K _{фаз} ^в от K _{абс}			в 3,25 раза	в 2,61 раза	в 2,15 раза

Приведем далее сведения о глинистости продуктивных пластов АС¹⁰⁻¹² Приобского месторождения. К.Е. Яниным (ООО «ПБ «ТЭРМ») при изучении по ГИС коллекторов пластов АС¹⁰⁻¹² установлены следующие величины глинистости и связанных с ней параметров. Всего изучено 56 тысяч пропластков. Диапазон изменения глинистости – 8,87–17,42% (в среднем – 11,26%), пористости – 11–20,5% (в среднем – 16,85%). При небольшой глинистости (8–9%) пористость коллекторов по ГИС составляет ориентировочно 17–20%, а проницаемость – 5–20 мД. При увеличении глинистости до 13–14% пористость коллекторов по ГИС снижается примерно до 15–17%, а проницаемость – до 0,5–5 мД. Именно эта, последняя группа коллекторов из-за отрицательного влияния высокой глинистости является фактически ультранизкопроницаемой.

Остановимся далее на изучении лишь некоторых из вышеуказанных проблем, возникающих при закачке пресных вод в «плохие» коллектора на нефтяных месторождениях Западной Сибири, в том числе на Приобском месторождении.

По заданию ООО «Газпромнефть-Хантос» значительный объем разнообразных лабораторных исследований по изучению образцов керн из продуктивных пластов АС₁₀-АС₁₂ Приобского (ЮЛТ) месторождения выполнен ООО «Нефтеком» – в период с 2008 по 2013 гг. Проведение указанных экспериментов и подготовку соответствующих отчетов осуществляли ведущие специалисты ООО «Нефтеком»: В.В. Семенов, И.Б. Ратников, В.С. Корытов и др. В результате обширных исследований были получены важные исходные материалы, послужившие основой для их научного обобщения в настоящей статье.

Для анализа результатов лабораторных экспериментов по нефтевытеснению нами выделе-

но четыре группы разнопроницаемых коллекторов – с «очень плохой» (две группы) и «плохой» (две группы) проницаемостью (**табл. 1**).

– УНПК-1 – со средней абсолютной проницаемостью 0,7 мД (24 опыта);

– УНПК-2 – средняя абсолютная проницаемость 2,6 мД (45 опытов);

– НПК-1 – средняя абсолютная проницаемость 10,6 мД (14 опытов);

– НПК-2 – средняя абсолютная проницаемость 41,4 мД (7 опытов).

В лабораторных опытах через эти разнопроницаемые образцы керн прокачивали воду с различной минерализацией.

Из **табл. 1** следует, что в ходе проведенных лабораторных исследований на керне, именно две первые группы «ультранизкопроницаемых» коллекторов Приобского месторождения были изучены в наибольшей степени. А именно, на интервал с $K_{абс.} < 1$ мД приходится 27% всех опытов, на интервал с $K_{абс.} = 1–5$ мД – 50% опытов, а в сумме для набора образцов керн с $K_{абс.} \leq 5$ мД – 77% опытов. Следовательно, представительность выполненных экспериментов для УНПК (с $K_{абс.} < 5$ мД) – достаточная. Это позволило получить надежные и достоверные результаты по исследуемой теме.

Таким образом, общее количество изученных образцов керн – 90, на них было выполнено 270 замеров фазовой проницаемости (в мД) – для вод с различной минерализацией – 0,7 г/л (пресная вода), 7 г/л (слабоминерализованная) и 15,9–20 г/л (в среднем – 18 г/л) – минерализованная (типа воды из подземного сеноманского водоносного комплекса Западной Сибири) (**табл. 2**).

Итоговая сводка, содержащая усредненные данные, позволяющие установить на керне количественную степень отрицательного влияния уменьшения минерализации прокачиваемой во-

Таблица 3.

Усредненные результаты определения $K_{фаз}^в$ для различных типов закачиваемой воды в сравнении с абсолютной проницаемостью керн

Номер группы	Тип коллектора	Средняя абсолютная проницаемость $K_{абс.}$ мД/%	$K_{фаз}^в$ (мД) при минерализации воды		
			0,7 г/л	7,0 г/л	18 г/л
1	УНПК-1	0,7 мД 100%	0,086 мД 12,3%	0,120 мД 17,1%	0,162 мД 23,1%
2	УНПК-2	2,6 мД 100%	0,396 мД 15,2%	0,561 мД 21,6%	0,768 мД 29,5%
3	НПК-1	10,6 мД 100%	2,06 мД 19,4%	2,76 мД 26,0%	3,84 мД 36,2%
4	НПК-2	41,4 мД 100%	12,74 мД 30,8%	15,85 мД 38,3%	19,24 мД 46,4%

ды – на ее фазовую проницаемость ($K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$), приведена в **табл. 3**.

Из информации, приведенной в **табл. 3**, можно сделать три принципиальных вывода, которые необходимо учитывать при выборе источника водоснабжения на этапе проектирования систем ППД на объектах с ультранизкопроницаемыми коллекторами:

- минерализация закачиваемой воды оказывает существенное влияние на ее фазовую проницаемость, а следовательно, на приемистость нагнетательных скважин (даже после проведения в них гидроразрыва пласта);

- пресная вода характеризуется наименьшей $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ – во всех рассмотренных интервалах абсолютной проницаемости коллекторов Приобского месторождения;

- в условиях группы УНПК-1 ($K_{\text{абс.ср.}} = 0,7$ мД) влияние закачки пресной воды наиболее губительно для пластов типа АС₁₂ Приобского и аналогичных месторождений, из-за возрастания их глинистости и набухания компонентов глин.

В количественном виде получены следующие результаты определения величины $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ для различных типов вод.

Для пресной воды, по сравнению с абсолютной газопроницаемостью ($K_{\text{абс.}}$) образцов керна, $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ снижается – очень сильно. Причем, чем ниже абсолютная проницаемость, тем сильнее падает фазовая проницаемость пласта – для пресной воды:

- УНПК-1 ($K_{\text{абс.ср.}} = 0,7$ мД) – в 8,11 раза;
- УНПК-2 ($K_{\text{абс.ср.}} = 2,6$ мД) – в 6,56 раза;
- НПК-1 ($K_{\text{абс.ср.}} = 10,6$ мД) – в 5,17 раза;
- НПК-2 ($K_{\text{абс.ср.}} = 41,4$ мД) – в 3,25 раза.

Для слабоминерализованной воды $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ по сравнению с $K_{\text{абс.}}$ снижается:

- УНПК-1 ($K_{\text{абс.ср.}} = 0,7$ мД) – в 5,82 раза;
- УНПК-2 ($K_{\text{абс.ср.}} = 2,6$ мД) – в 4,63 раза;
- НПК-1 ($K_{\text{абс.ср.}} = 10,6$ мД) – в 3,86 раза;
- НПК-2 ($K_{\text{абс.ср.}} = 41,4$ мД) – в 2,61 раза.

Для минерализованной (типа сеноманской) воды снижение $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ по сравнению с абсолютной ($K_{\text{абс.}}$) менее существенно, чем по пресной (или слабоминерализованной) воде. Причем, тенденция падения $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ при уменьшении $K_{\text{абс.}}$ здесь менее заметна (чем по пресной воде):

- УНПК-1 ($K_{\text{абс.ср.}} = 0,7$ мД) – в 4,3 раза;
- УНПК-2 ($K_{\text{абс.ср.}} = 2,6$ мД) – в 3,38 раза;
- НПК-1 ($K_{\text{абс.ср.}} = 10,6$ мД) – в 2,77 раза;
- НПК-2 ($K_{\text{абс.ср.}} = 41,4$ мД) – в 2,15 раза.

Из **табл. 3** также следует, что фазовая проницаемость $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ при закачке сеноманской воды на кернах всегда существенно (в 1,5–2 раза) выше, чем $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ для пресной воды, особенно для условий ультранизкопроницаемых пластов:

- для УНПК-1 – в 2 раза;

- для УНПК-2 – в 1,94 раза;
- для НПК-1 – в 1,86 раза;
- для НПК-2 – в 1,51 раза.

Видно, что с ухудшением абсолютной проницаемости исследуемая разница увеличивается. Это свидетельствует о том, что в ультранизкопроницаемых коллекторах (типа горизонта АС₁₂) закачивать пресную воду нежелательно. Полученные нами результаты не подтверждают весьма «оптимистических» данных из публикации [6, с.29] о том, что разница в фазовых проницаемостях пресной ($K_{\text{фаз}}^{\text{в}} = 3,03$ мД) и сеноманской ($K_{\text{фаз}}^{\text{в}} = 3,72$ мД) воды в пластах АС₁₀₋₁₂ Приобского месторождения составляет всего лишь 23%. Последняя величина представляется нам явно заниженной.

Далее сравним разницу в $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ для «сеноманской» ($C = 18$ г/л) и «слабоминерализованной» ($C = 7$ г/л) воды. Последняя, по сути, является «смесью» пресной и минерализованной воды. Из **табл. 3** видна разница в $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ для двух указанных типов вод равна:

- в УНПК-1 – 1,45 раза;
- в УНПК-2 – 1,37 раза;
- в НПК-1 – 1,39 раза;
- в НПК-2 – 1,21 раза.

Таким образом, смешивание пресной воды и сеноманской не способно полностью урегулировать проблему падения фазовой проницаемости смеси вод – по сравнению с закачкой только минерализованной сеноманской воды.

Наиболее наглядно влияние величины минерализации прокачиваемой через керн воды на степень снижения (в разы) фазовой проницаемости ($K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$) – по сравнению с абсолютной ($K_{\text{абс.}}$) газопроницаемостью (назовем этот параметр $\alpha = K_{\text{абс.}}/K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$) – проиллюстрировано нами на двух ключевых графиках: **рис. 1** (масштаб $K_{\text{абс.}}$ – линейный) и **рис. 2** (масштаб $K_{\text{абс.}}$ – логарифмический).

В аналитическом виде зависимость степени снижения (в разы) фазовой проницаемости по воде (а) по сравнению с абсолютной проницаемостью образцов керна – для различных типов прокачиваемой воды, выглядит следующим образом:

– пресная вода:

$$\alpha = 8,0855 \times K_{\text{абс.}}^{-0,23} \quad (R^2 = 0,8483);$$

– слабоминерализованная:

$$\alpha = 5,9048 \times K_{\text{абс.}}^{-0,21} \quad (R^2 = 0,8468);$$

– минерализованная:

$$\alpha = 4,4411 \times K_{\text{абс.}}^{-0,202} \quad (R^2 = 0,8613).$$

Из графика (**рис. 1**) можно также сделать и другие весьма важные выводы.

Например, заметное нарастание отрицательного влияния закачки пресной воды на $K_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ в низкопроницаемых коллекторах начинается

при уменьшении $K_{абс.}$ – ниже 10 мД. Причем, наиболее интенсивно это влияние начинает проявляться при $K_{абс.} < 5$ мД.

При закачке же минерализованной воды заметное ухудшение $K_{фаз.}$ начинается в коллекторах – при вдвое меньшей проницаемости, а именно при $K_{абс.} < 5$ мД.

Таким образом, из приведенных данных, а также впервые установленных авторами аналитических зависимостей следует однозначный вывод о нежелательности закачки пресной воды с целью поддержания пластового давления в залежах с ультранизкопроницаемыми ($K_{абс.} < 2-3$ мД) коллекторами на нефтяных месторождениях Западной Сибири (по меньшей мере, на начальном этапе их разработки).

Выводы

1. В статье проведено обобщение первичных результатов 90 специальных лабораторных экспериментов на керне (ООО «Нефтеком», 2008–2013 гг.) по оценке влияния минерализации

прокачиваемой воды – на фазовую (для воды) проницаемость керна уникального Приобского месторождения (южная часть) – по четырем группам коллекторов с ультранизкой и низкой проницаемостью.

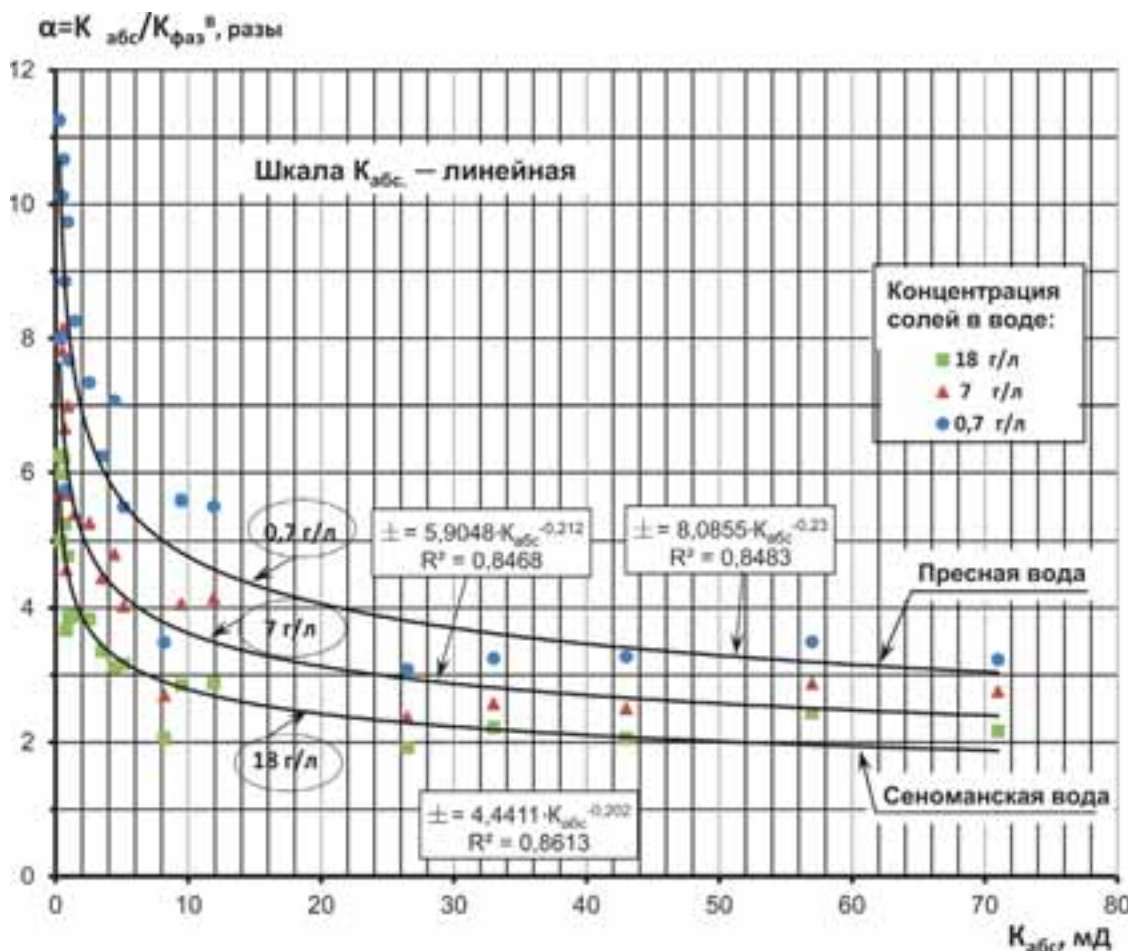
2. Получены достоверные аналитические зависимости, позволяющие оценить степень падения фазовой проницаемости плохих коллекторов (по сравнению с абсолютной проницаемостью), при закачке воды с различной минерализацией.

3. По всем изученным образцам керна прокачка пресной воды снижает $K_{фаз.}$ существенно сильнее, нежели сеноманской воды. Чем ниже газопроницаемость образцов керна, тем сильнее (в худшую сторону) они реагируют на закачку пресной воды.

4. Для «особо плохих» УНПК ($K_{абс.ср.} = 0,7$ мД) закачка пресной воды снижает ее фазовую проницаемость $K_{фаз.}$ – в 8,1 раза по сравнению с абсолютной проницаемостью, а при закачке минерализованной – всего в 4,3 раза. Для «пло-

Рис. 1.

Зависимости степени снижения $K_{фаз.}$ (разы) на керне от абсолютной проницаемости образцов $K_{абс.}$ (в линейном масштабе) и минерализации прокачиваемой воды



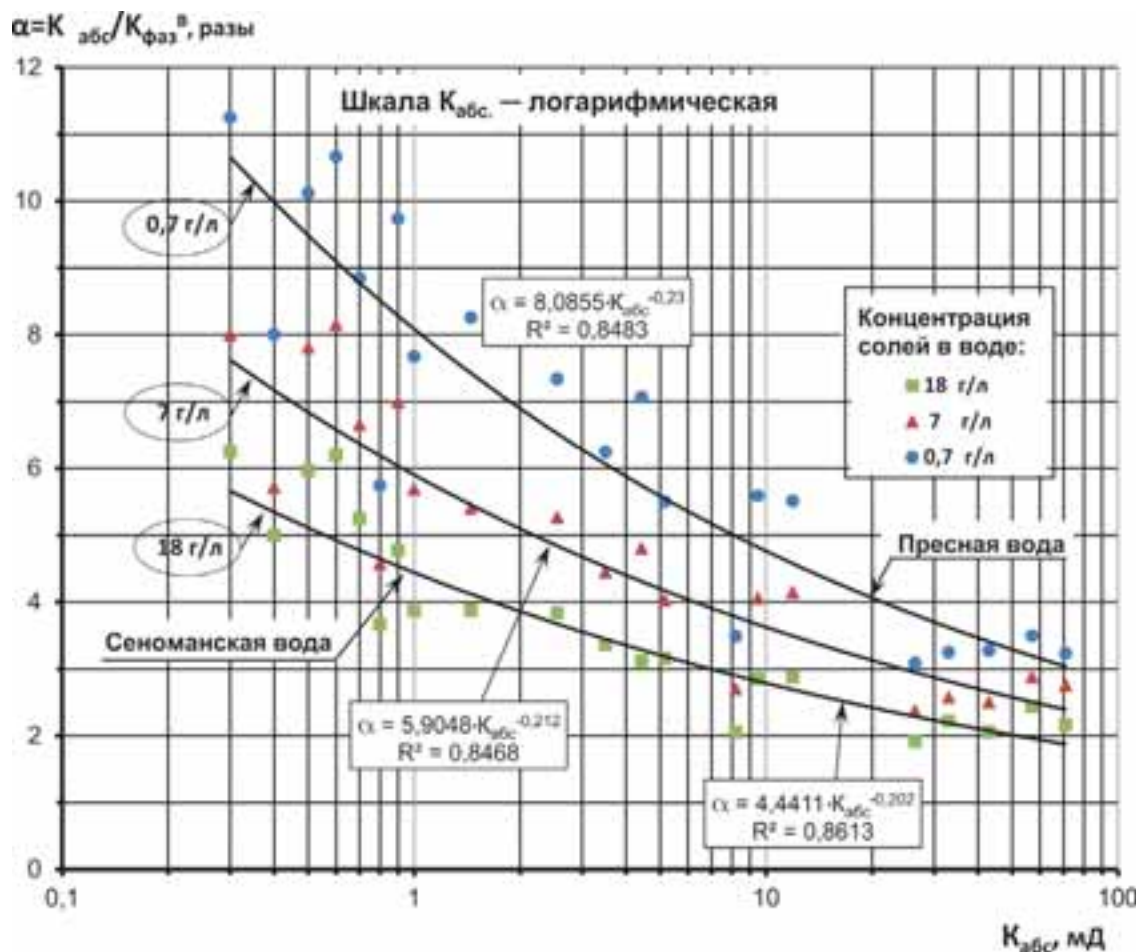


Рис. 2. Зависимости степени снижения $K_{\text{фаз}}^0$ (разы) на керне от абсолютной проницаемости $K_{\text{абс.}}$ образцов (в логарифмическом масштабе) и минерализации прокачиваемой воды

хих» УНПК ($K_{\text{абс.ср.}} = 2,6$ мД) указанное снижение $K_{\text{фаз}}^0$ составляет, соответственно, – 6,6 и 3,4 раза.

5. С ростом абсолютной проницаемости (до $K_{\text{абс.ср.}} = 41$ мД) разница во влиянии на $K_{\text{фаз}}^0$ от закачки пресной (12,7 мД) и сенноманской (19,2 мД) воды – несколько нивелируется, но все же остается весьма значительной (~ 1,5 раза).

6. Полученные результаты следует учитывать при выборе источника водоснабжения залежей, содержащихся в УНПК. Закачка пресных

вод на первых этапах разработки продуктивных пластов с особо низкой проницаемостью (первые единицы миллиардarcy) – не рекомендуется, в силу как геологической неприемлемости, так и технологической неэффективности.

7. Нефтедобывающим предприятиям рекомендуется также обратить внимание на необходимость тонкой очистки воды (или смеси вод), закачиваемой в пласты с ультранизкой проницаемостью. **III**

Литература

1. Касов А.С., Вашуркин А.И., Свищев М.Ф. Обобщение результатов исследований нефтewытесняющих свойств различных вод // Сб. трудов СибНИИИП. 1979. Вып.15. С. 99–107.
2. Абдуллин Р.А., Питкевич В.Т., Сонич В.П., Касов А.С. Исследование влияния глинистых минералов на изменение водопроницаемости пород-коллекторов Самотлорского месторождения // Труды Гипротюменнефтегаза. 1973. Вып. 35. С.18–24.
3. Питкевич В.Т., Пешков В.Е., Федорцов В.К., Ягафаров А.К. Влияние минерализации закачиваемой воды на проницаемость глинистых пластов // Нефтяное хозяйство. 1978. № 7. С. 36–40.
4. Дубков И.Б. Влияние закачки пресной воды на продуктивность юрских коллекторов // Бурение и Нефть. 2008. № 2. С. 14–16.
5. Телин А.Г., Хакимов А.М. и др. Влияние типа закачиваемой воды на физико-гидродинамические характеристики вытеснения нефти из низкопроницаемых объектов разработки (Приобское и Приразломное месторождения) // Нефтяное хозяйство. 2002. № 11. С. 77–81.

6. Машорин В.А. Обоснование применения пресных вод для поддержания пластового давления нефтяных месторождений // Нефтепромысловое дело. 2014. № 10. С. 27–31.
7. Барышников А.В., Янин А.Н. Регулирование разработки Приобского месторождения с применением технологии одновременно-раздельной закачки воды. Тюмень-Курган: Зауралье. 2013. 344 с.
8. Янин А.Н., Черевко М.А., Паровинчак К.М. Оценка коэффициентов вытеснения нефти водой для особо низкопроницаемых пластов месторождений Западной Сибири // Известия вузов. Нефть и газ. 2014. № 4. С. 60–65.
9. Янин А.Н. Принципы разработки ультранизкопроницаемых коллекторов // Бурение и Нефть. 2016. № 11. С. 22–24.

UDC 622.276.438

A.N. Yanin, General Director OOO "Design Bureau TERM"¹, expert of the Eurasian Union of Subsoil Use Experts, Term@term-pb.ru

S.A. Cherevko, Deputy General Director for Construction of Wells, OOO Gazpromneft-Khantos²

M.K. Rogachev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Oil and Gas Field Development and Operation³, kafrngm@spmi.ru

¹15 Dzerzhinsky street, Tyumen, 625000, Russia.

²56 Lenin street, Khanty-Mansiysk, Khanty-Mansi Autonomous Area – Yugra, 628011, Russia.

³21 Line 2, Vasilievsky Ostrov, St. Petersburg, 199026, Russia.

On the Inexpediency of Pumping Fresh Water into Ultralow-permeable Reservoirs of Western Siberia

Abstract. The purpose of the author's research is to establish the degree of (negative) effect of fresh water injection on its phase permeability in ultrasonically impermeable and weakly permeable formations – in comparison with mineralized (Cenomanian) and weakly mineralized water. The object of the study is ultra-permeable and low-permeability productive strata AS10–AS12 of the Priobskoye field (southern part). The range of change in absolute permeability from core samples in these experiments is from 0.3 to 71 mD, on average 6.4 mD. The method of investigation is a generalization of the results of 90 laboratory experiments on oil displacement conducted on cores of the Priobskoye field by pumping various types of water in them – fresh, slightly mineralized and mineralized. Substantial analytical dependencies have been obtained that allow one to assess the degree of incidence of the poor permeability of the poor collectors (in comparison with absolute permeability), when injecting water with different mineralization.

Keywords: ultra-impermeable reservoir; Priobskoye field; horizon AC10–12; maintaining reservoir pressure; laboratory experiments on displacement; mineralization of water; fresh water; Cenomanian water; phase permeability; displacement coefficient; change in oil recovery.

References

1. Kasov A.S., Vashurkin A.I., Svishchev M.F. *Obobshchenie rezul'tatov issledovaniy neftevytesniaiushchikh svoystv razlichnykh vod* [Generalization of the results of studies of oil-displacing properties of various waters]. *Sbornik trudov SibNIINP* [Proceedings of SibNIINP], 1979, issue 15, pp. 99–107.
2. Abdullin R.A., Pitkevich V.T., Sonich V.P., Kasov A.S. *Issledovanie vliianiia glinistykh mineralov na izmenenie vodopronitsaemosti porod-kollektorov Samotlorskogo mestorozhdeniia* [Investigation of the influence of clay minerals on the change in water permeability of reservoir rocks of the Samotlor deposit]. *Trudy Giprotiumenneftegaza* [Proceedings of Giprotiumenneftegaz], 1973, issue 35, pp.18–24.
3. Pitkevich V.T., Peshkov V.E., Fedortsov V.K., Iagafarov A.K. *Vliianie mineralizatsii zakachivaemoi vody na pronitsaemost' glinistykh plastov* [Influence of mineralization of injected water on the permeability of clay layers]. *Neftianoe khoziaistvo* [Oil industry], 1978, no. 7, pp. 36–40.
4. Dubkov I.B. *Vliianie zakachki presnoi vody na produktivnost' iurskikh kollektorov* [Influence of fresh water injection on the productivity of Jurassic reservoirs]. *Burenie i Neft'* [Drilling and Oil], 2008, no. 2, pp. 14–16.
5. Telin A.G., Khakimov A.M. i dr. *Vliianie tipa zakachivaemoi vody na fiziko-gidrodinamicheskie kharakteristiki vytesneniia nefiti iz nizkopronitsaemykh ob'ektov razrabotki (Priobskoe i Prirazlomnoe mestorozhdeniia)* [Influence of the type of injected water on the physico-hydrodynamic characteristics of oil displacement from low-permeability development facilities (Priobskoye and Prirazlomnoye deposits)]. *Neftianoe khoziaistvo* [Oil industry], 2002, no. 11, pp. 77–81.
6. Mashorin V.A. *Obosnovanie primeneniia presnykh vod dlia podderzhaniia plastovogo davleniia neftiannykh mestorozhdenii* [Justification of the use of fresh water to maintain the reservoir pressure of oil fields]. *Neftepromyslovoe delo* [Oilfield business], 2014, no. 10, pp. 27–31.
7. Baryshnikov A.V., Ianin A.N. *Regulirovanie razrabotki Priobskogo mestorozhdeniia s primeneniem tekhnologii odnovremenno-razdel'noi zakachki vody* [Regulation of the development of the Priobskoye field with the use of simultaneous-separate water injection technology]. *Tiumen'-Kurgan, Zaural'e Publ.*, 2013, 344 p.
8. Ianin A.N., Cherevko M.A., Parovinchak K.M. *Otsenka koeffitsientov vytesneniia nefiti vodoi dlia osobo nizkopronitsaemykh plastov mestorozhdenii Zapadnoi Sibiri* [Estimation of oil water displacement coefficients for particularly low-permeability reservoirs in Western Siberia]. *Izvestiia vuzov. Neft' i gaz* [Proceedings of high schools. Oil and gas], 2014, no. 4, pp. 60–65.
9. Ianin A.N. *Printsipy razrabotki ul'tranizkopronitsaemykh kollektorov* [Principles for the development of ultra-low-permeability reservoirs]. *Burenie i Neft'* [Drilling and Oil], 2016, no. 11, pp. 22–24.



Едины. Вдохновлены.

ГОТОВЫ К БУДУЩЕМУ.

Узнайте, что «Эпирок» может сделать для Вас!
Компания «Эпирок» - Ваш надёжный партнёр в горном деле, гражданском строительстве и добыче природных ископаемых. Строя свою работу на проверенных решениях «Атлас Копко», Вы можете рассчитывать на нас – мы обеспечиваем Вам высокую производительность сегодня и предоставим технологии для лидерства завтра.

Горное дело | Гражданское строительство | Природные ископаемые



Epiroc

Часть Группы компаний
«Атлас Копко»

Резолюция международной конференции «Подземные воды - 2017»

Международная конференция «Подземные воды – 2017» прошла 29 ноября – 1 декабря 2017 г. в Ессентуках при поддержке Министерства природных ресурсов и экологии РФ, Роснедра, Международной ассоциации гидрогеологов, Геологического центра СПбГУ, Евразийского союза экспертов по недропользованию (ЕСОЭН). В ней приняли участие 186 делегатов из Российской Федерации, Казахстана и Турции. В ходе подготовки и проведения Конференции поступили многочисленные предложения, обобщенные в Резолюции международной Конференции

Конференция «Подземные воды-2017» рекомендует:

Федеральному Собранию и Правительству Российской Федерации

Провести следующую актуализацию нормативно-правовой и методической базы в области разведки и добычи подземных вод, а также обоснования участков недр для строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых:

– внести предложения по корректировке Закона РФ «О недрах» в части урегулирования спорных вопросов, связанных с закачкой подтоварных вод, хозяйственно-бытовых стоков и бу-

ровых отходов в недра, где четко прописать, что всё это относится к виду пользования недрами «строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых»;

– дополнить п. 11 постановления Правительства РФ от 03.03.2010 № 118 «Об утверждении положения о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами» и п. 2.1. приказа Федерального агентства по недропользованию от 20.06.2017 № 274 «Об организации рассмотрения и согла-

сования технических проектов на разработку месторождений подземных вод, строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, комиссией, создаваемой Федеральным агентством по недропользованию» следующим видом проектной документации – «проект опытно-промышленной эксплуатации подземных сооружений для целей, не связанных с добычей подземных вод».

Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Рассмотреть проект СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения» с участием специалистов-гидрогеологов и экспертного сообщества по направлению подземные воды и подземные сооружения. Обеспечить после обсуждения принятие новой редакции этого документа.

Разработать методические рекомендации по отбору проб подземных вод и их подготовке к химическим анализам.

Министерству природных ресурсов и экологии РФ, Федеральному агентству по недропользованию

Разработать новую, единую для всех типов подземных вод Классификацию эксплуатационных запасов подземных вод, вернув, при этом термин «эксплуатационные запасы».

В Классификации отразить:

– условия отнесения запасов к забалансовым, в том числе не востребуемых запасов в нераспределенном фонде недр;

– объединить питьевые и технические подземные воды хозяйственно-питьевого назначения с учетом их фактического единства использования и формирования (пресные и слабосоленоватые воды), т.е. термин «питьевые воды» заменить на «хозяйственно-питьевые», а к техническим отнести высокоминерализованные воды и рассолы;

– при расчете взаимодействия водозаборов не учитывать забалансовые запасы;

– дифференцировать требования к отдельным категориям с учетом реальной оценки условий отнесения к ним эксплуатационных запасов и их целевого назначения;

– уточнить разделение участков недр по степени изученности в соответствии с количеством выделенных категорий.

Разработать инструкцию по применению Классификации эксплуатационных запасов подземных вод.

Разработать новые требования к составу и содержанию отчетных материалов с подсчетом запасов подземных вод, представляемых на государственную экспертизу, с упрощением требований к мелким водозаборам в районах с высоким ресурсным потенциалом подземных вод.

Разработать Положение об учете прогнозных ресурсов и их экспертизе.

Признать, что глубинное захоронение использованных послепроцедурных минеральных вод, избытка добытых минеральных вод, а также подтоварных вод, промышленных и хозяйственных стоков, образующихся при бурении скважин и добыче углеводородного сырья, является априори безопасным для окружающей среды (при условии соблюдения требований к конструкции и оборудованию скважин и водоводов и ведения гидрогеологического мониторинга недр) и относится к виду пользования недрами «строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых».

Разработать льготный порядок недропользования при глубинном захоронении перечисленных отходов:

– получение лицензии на основании решения комиссии органа управления фондом недр при наличии лицензии на добычу полезных ископаемых (с соответствующим сокращением списка документации в заявочном пакете);

– введение нулевого коэффициента платежей за негативное воздействие на окружающую среду.


Провести ревизию всего фонда лицензий на право пользования недрами, применяя единый подход к одному и тому же виду пользования недрами для всех недропользователей.

Федеральной службе по надзору в сфере природопользования

Разработать порядок льготного обращения с буровыми отходами и подтоварными водами как отходами производства при их глубинном захоронении.

ФБУ «Росгеолэкспертиза»

Разработать методические рекомендации по составлению проектной документации на этап геологического изучения недр и разведки месторождений подземных вод, а также методические рекомендации по составлению проектной документации на этап геологического изучения недр для закачки сточных вод в глубокие водоносные горизонты.

Провести очередную конференцию «Подземные воды – 2018» в IV квартале 2018 г. 



Б.В. Боревский
д-р геол.-мин. наук
ЗАО «ГИДЭК»¹
генеральный директор
info@hydec.ru



А.Л. Язвин
д-р геол.-мин. наук
ЗАО «ГИДЭК»¹
руководитель геологической
службы
главный научный сотрудник
alyazvin@hydec.ru

Критический анализ действующей классификации запасов подземных вод в сравнении с предыдущими. Достоинства и недостатки. Рекомендации по переработке

¹Россия, 105203, Москва, 15 Парковая 10А.

По мнению авторов, десятилетний опыт применения действующей Классификации запасов позволяет оценить ее достоинства и выделить основные недостатки, препятствующие эффективному изучению и освоению месторождений подземных вод. На основании проведенного анализа показана необходимость переработки Классификации, затрагивающей такие направления как категоризация запасов, критерии балансовой принадлежности и учет взаимодействия водозаборов, технологическая и геолого-экономическая изученность запасов, подготовленность к промышленному освоению, требования к качеству воды и возможности организации зон санитарной охраны. Авторы статьи предлагают разработать новые редакции ряда нормативных документов – Классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод (единой для всех типов); Методических рекомендаций по применению Классификации; Положения об учете прогнозных ресурсов и их государственной экспертизе и др.

Ключевые слова: подземные воды; запасы и ресурсы; классификация запасов; эксплуатационные запасы; балансовые и забалансовые запасы; категоризация запасов

1 Любая классификация запасов и ресурсов полезных ископаемых, в том числе подземных вод, должна устанавливать критерии и требования к их дифференциации по степени изученности для принятия решений о возможности и целесообразности их дальнейшего изучения и освоения. Основное различие между понятиями «запасы» и «ресурсы» полезных ископаемых заключается в том, что первое является геолого-экономическим, а второе – сугубо геологическим.

Геолого-экономическое содержание понятия «запасы» для подземных вод было заложено еще в первой «Классификации запасов» в 1950 г. в само их определение: «эксплуатационные запасы – расходы подземных вод, которые могут быть получены рациональными в технико-экономическом отношении каптажными сооружениями без ухудшения эксплуатационного режима и качества воды в течение амортизационного срока каптажного сооружения». Сущность этого определения с рядом редакционных новаций не изменилась до настоящего времени.

Подчеркнем, что термин «эксплуатационные запасы» (в отличие от «прогнозных ресурсов») использовался во всех классификациях и был определяющим для обоснования методики их изучения, подсчета и дальнейшего использования. При этом выделение из общей величины подсчитанных запасов их части, подготовленной к промышленному освоению, имело принципиальное значение.

Согласно Классификации 1950 г., запасы каждой категории имели собственное целевое назначение. Кроме того, в Инструкцию по ее применению был заложен следующий экономический критерий: подсчитанные эксплуатационные запасы подлежали государственной экспертизе при стоимости его дальнейшего освоения более 5 млн руб. (в ценах до 1961 г.).

Классификацией 1960 г. введена необходимость достижения требуемого соотношения категорий, при котором подсчитанные эксплуатационные запасы признавались подготовленными для промышленного освоения, т.е. проектирования и строительства. В Классификации 1983 г. требования к соотношению категорий были скорректированы.

В Классификации 1997 г. соотношение категорий эксплуатационных запасов было заменено четким целевым назначением каждой категории, которые получили наименования: А – освоенные, В – разведанные, C_1 – предварительно оцененные; C_2 – выявленные.

Сравнительный анализ действующих в СССР и России классификаций не является предметом настоящей статьи. Отметим, что основные из-

менения дифференциации категорий эксплуатационных запасов для их дальнейшего изучения сводились к повышению роли запасов низких категорий C_1 и C_2 с одновременным повышением требований к их изученности (*рис. 1*).

2. Классификации запасов полезных ископаемых является определяющим нормативным документом для недропользователей, организаций и специалистов, занимающихся геологическим изучением и разведкой недр, органов государственного управления фондом недр и государственной экспертизы.

Действующая «Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод» сразу после ввода в действие в 2007 г. стала предметом ожесточенной критики, прежде всего – со стороны гидрогеологов-разведчиков и экспертов.

Ее рассмотрению и критическому анализу посвящен целый ряд статей [1, 2, 3], решений различных совещаний, в том числе секции подземных вод ГКЗ. Однако неоднократные предложения по ее переработке или хотя бы вводу в действие наиболее актуальных поправок, к сожалению, до конца 2017 г. реализованы не были.

Десятилетний опыт геологического изучения и разведки, освоения изученных участков недр позволяет не только оценить справедливость ее изначальной критики, но и выделить как основные достоинства, так и наиболее актуальные недостатки, влияющие на квалификацию запасов подземных вод, принятие решений по их дальнейшему изучению и освоению.

Из наиболее значимых достоинств следует отметить следующие:

- разделение месторождений (участков недр) по степени изученности на оцененные и разведанные;
- выделение IV группы сложности геолого-гидрогеологических условий для углекислых минеральных вод – уникально сложные;
- разделение прогнозных ресурсов на три категории изученности.

Последние два пункта заимствованы из разработанного ЗАО «ГИДЭК» в 2004 г. по заданию Министерства природных ресурсов РФ проекта Классификации.

Перечисленные положительные новации не нашли должного применения по следующим причинам:

- две категории изученности месторождений не соответствуют разделению изученности запасов на 4 категории. Неясно, как квалифицировать участок недр, если на нем оценены запасы разных категорий (например В и C_1);

Виды геологических работ	1950–1960	1960–1983	1983–1997	1997–2007	Действующая
Эксплуатация	A ₁	A	A	A	A
Разведка	A ₂	B	B	B	B
Оценка	B	B	C ₁	C ₁	C ₁
Поиски	C ₁	C ₁	C ₂	C ₂	C ₂
Региональные работы	C ₂	C ₂	P	P	P ₁ P ₂ P ₃

Примечание: названия видов геологических работ соответствуют современным представлениям

Рис. 1.

Корреляция категорий запасов/ресурсов подземных вод между Классификациями, действовавшими в различные периоды

– единственным следствием выделения IV категории сложности является сокращение срока, на который утверждаются запасы, до 5–10 лет;

– разделение прогнозных ресурсов на 3 категории изученности используется при их оценке, но не имеет продолжения, поскольку отсутствует система их государственной экспертизы и постановки на учет.

3. Гораздо более существенное значение имеют недостатки Классификации, многие из которых рассматривались ее критиками еще в 2008 г. [1] и которые могли бы отсутствовать в действующей Классификации, если бы она была подготовлена на основе проекта, разработанного ГИДЭК в 2004 г. и положенного в основу варианта, доработанного рабочей группой ГКЗ в 2008 г.

Наиболее значимые недостатки, непосредственно влияющие на условия недропользования, следующие:

– 1) отсутствует полный перечень условий отнесения подсчитанных запасов к балансовым и забалансовым;

– 2) при расчете взаимодействия действующих и проектируемых водозаборов учитываются все запасы нераспределенного фонда недр, стоящие на государственном учете, что приводит к существенному завышению расчетных понижений по сравнению с фактическими и невозможности освоения новых востребованных участков недр;

– 3) отсутствуют четкие критерии разделения запасов на категории. Практически одинаковы формулировки для категорий C₁ и C₂;

– 4) утрачено целевое назначение категорий запасов, игнорируется их увязка со стадийностью геологоразведочного процесса, стадиями лицензирования и проектирования;

– 5) отсутствуют четкие требования к подготовленности запасов к промышленному освоению, в том числе – возможности опытно-промышленной эксплуатации (ОПЭ);

– 6) отсутствуют требования к геолого-экономической оценке месторождений;

– 7) разделение подземных вод хозяйственно-питьевого назначения на питьевые и технические устарело и противоречит практике их использования.

Остановимся более подробно на перечисленных выше вопросах.

1) Разделение запасов на балансовые и забалансовые

В ранее действующих классификациях для отнесения запасов к балансовым требовалось установить целесообразность их использования на основе геолого-экономических, технологических и санитарно-гигиенических факторов по данным специальных технико-экономических обоснований (в редакции Классификации 1997 г.).

В классификации 2007 г. используется принципиально новый подход. Для отнесения запасов питьевых вод к забалансовым не учитываются все перечисленные факторы, а используется лишь один критерий – несоответствие качества (химического состава) воды установленным нормативным требованиям.

Для технических вод забалансовые запасы не выделяются, т.е. полностью исключается экономическая целесообразность их освоения.

Таким образом, утрачены комплексные критерии разделения запасов на балансовые и забалансовые (как для технических, так и для питьевых вод).

При выделении балансовых запасов не рассматривается возможность водоподготовки некондиционных подземных вод, несмотря на ее широкое использование на многих действующих водозаборах хозяйственно-питьевого назначения.

Поскольку природные подземные воды, полностью соответствующие установленным требованиям, являются редким исключением, оцененные запасы большинства месторождений (участков недр), согласно требованиям классификации, следует относить к забалансовым, что практически не соблюдается.

Доля забалансовых запасов в их общей величине, состоящей на государственном учете, ничтожна. Необходимо отметить, что выделение забалансовых запасов и ранее являлось редким исключением. Но тогда это компенсировалось достаточно жесткими требованиями к подготовленности запасов к промышленному освоению, даже само понятие о которой в действующей классификации отсутствует.

2) Расчеты взаимодействия действующих и проектируемых водозаборов

В настоящее время все запасы подземных вод, состоящие на государственном учете, подразделяются на запасы в распределенном и нераспределенном фонде недр. Доля последних значительно выше (около 80%).

Даже в Московском регионе, где запасы подземных вод востребованы больше, чем в других регионах России, их доля в распределенном фонде недр составляет не более 30%.

Между тем при оценке запасов на новых участках недр или их приросте на ранее оцененных и разведанных должно учитываться их взаимодействие со всеми действующими и потенциальными участками, запасы которых состоят на государственном учете.

Это приводит к существенному завышению рассчитанных понижений и несоответствию реальных условий эксплуатации прогнозным. Соответственно, возрастают затраты на освоение вновь подсчитанных запасов.

Одновременно снижается или исключается возможность освоения новых участков из-за превышения «фиктивными» расчетными понижениями их допустимых значений. Это требование часто «препятствует предоставлению субъектам хозяйственной деятельности законного права разведки и добычи подземных вод на своих земельных участках» [1] по указанным причинам.

Данное требование классификации за 10 лет ее применения имело наиболее значимый негативный эффект.

3) Критерии разделения запасов на категории

При формулировках требований к изученности для различных категорий запасов подземных вод практически утрачены четкие и комплексные критерии их разделения на категории, сформулированные в классификации 1997 г.

Поэтому формулировки основных требований к категориям запасов мало различимы. Так, требования к категориям C_1 и C_2 различаются только одним словом: «гидрогеологические» и «поисковые» скважины. Поскольку поисковые скважины тоже гидрогеологические, это приводит к полной неразберихе при утверждении запасов (особенно на участках местного значения из-за низкой квалификации экспертизы).

Встречаются случаи и неправомерного отнесения запасов категории В к категории C_1 , а запасов категории C_1 — к C_2 .

4) Изученность запасов и месторождений, целевое назначение категорий

В отличие от периода до 1997 г., в настоящее время запасы и соответствующие им категории изученности квалифицируются не по проектным и пробуренным скважинам, а по участкам недр. Между тем требования к запасам категорий В и C_1 (основные категории запасов, выделяемые в последние 10 лет) сформулированы не для участков, а для скважин.

В результате на одном и том же участке, даже хорошо изученном, во многих случаях необходимо выделять одновременно запасы категорий В и C_1 . Возникает вопрос, является ли этот участок разведанным или оцененным (даже в тех случаях, когда его дальнейшее изучение не требуется, как это часто имеет место на месторождениях первой и второй групп сложности).

5) Подготовленность запасов к промышленному освоению

Отсутствие четких требований к подготовленности запасов к промышленному освоению и ОПЭ приводит к невозможности выделения этапа ОПЭ на месторождениях I, II и III групп сложности без проведения специальных работ по геологическому изучению недр в хорошо изученных районах.

Это особенно актуально для Западно-Сибирского региона при оценке запасов для целей поддержания пластового давления (ППД) при законтурном и внутриконтурном заводнении.

6) Требования к геолого-экономической оценке месторождений

Из понятия «запасы» исчезло важнейшее определение «эксплуатационные». Вместе

с ним исчезло их геолого-экономическое понимание. Между тем очевидно, что в настоящее время при подсчете и квалификации эксплуатационных запасов, помимо геологической изученности, должны учитываться горнотехнические, технологические, экономические и социально-экологические критерии возможности их использования. При этом роль перечисленных дополнительных факторов существенно повысилась.

Заметим, что в соответствии с действующей редакцией Закона РФ «О недрах», категория изученности запасов не является определяющим критерием для принятия решения по их дальнейшему изучению и освоению. Лицензия на добычу подземных вод может быть выдана при наличии запасов любой категории, прошедших государственную экспертизу, независимо от достигнутой изученности.

7) Отдельно следует остановиться на практикуемом при подсчете запасов *разделении подземных вод хозяйственно-питьевого назначения на питьевые и технические*, которое заимствовано из «Классификатора полезных ископаемых и подземных вод».

Такое разделение противоречит практике использования подземных вод практически во всех населенных пунктах России (и других стран), где подземные воды одновременно используются для тех и других целей. Более того, подземные воды, квалифицируемые как технические, после водоподготовки становятся питьевыми. С другой стороны, известны случаи перевода питьевых вод в технические.

Это разделение вызывает многочисленные недоразумения при квалификации назначения некондиционных природных подземных вод.

Таким образом, опыт применения действующей Классификации позволяет выделить положения, наиболее негативно влияющие на геологическое изучение недр и использование подземных вод, и свидетельствует о необходимости ее принципиальной переработки путем подготовки и утверждения новой классификации.

4. Основные направления изменения действующей классификации сводятся к следующему:

4.1. Категоризация запасов

Как отмечено выше, много вопросов вызывает слабая аргументация в действующей Классификации требований к квалификации изученных запасов отдельных категорий и различиям в их целевом назначении.

Последние наиболее четко были сформулированы в Классификации 1997 г. (в скобках приводятся вопросы, на которые должны быть

получены ответы в процессе геологоразведочных работ и эксплуатации месторождения):

- Категория C_2 – выявленные (отвечает на вопрос «где?»);
- Категория C_1 – оцененные («сколько?»);
- Категория В – разведанные («как?» – схема и конструкция водозабора);
- Категория А – освоенные («какая часть запасов, подготовленных к промышленному освоению, отбирается?»).

Категории C_1 и C_2 следует выделять на стадии геологического изучения недр по результатам поисково-оценочных работ.

Категория В должна выделяться на базе проектно-изыскательских работ, а схема и конструкция водозабора определяться проектом. Следовательно, категория В должна выделяться при наличии проекта водозабора – во избежание отклонений фактических параметров водозабора от принятых при оценке и экспертизе запасов.

Таким образом, при сохранении четырех категорий запасов следует вернуться к Классификации 1997 г., предусмотрев требование наличия проекта, при выделении запасов категории В (**вариант 1**).

Однако необходимость выделения 4 категорий запасов не подтверждается практикой геологоразведочных работ: запасы категории А практически не выделяются, а требования к категориям C_2 , C_1 и P_1 почти идентичны.

Приведем основные аргументы в пользу сокращения категорий:

Запасы категории А:

- требования – значительно превышают информативность материалов, которые могут быть получены в процессе эксплуатации;
- назначение – наличие запасов категории А не является условием продолжения разработки месторождений.

Запасы категории C_2 :

- не соответствуют определению понятия «запасы» – отсутствует схема водозабора;
- исторически «балансирует на грани запасов и ресурсов»;
- не вполне ясные обоснованность и назначение;
- ярко выраженная неопределенность территориальной принадлежности (требования к выделению границ месторождений отсутствуют).

Следовательно, без ущерба для использования результатов подсчета запасов и их квалификации категории запасов А и C_2 могут быть исключены при сохранении двух категорий (**вариант 2**):

- C_1 – оцененные запасы;
- В – разведанные запасы.

Поскольку на одном и том же участке могут выделяться запасы обеих категорий, то требования к оценке изученности участков недр (разведанные и оцененные) следует сохранить только при наличии на участке запасов одной категории. Однако при этом целесообразность дублирования изученности (запасов и участков недр) вызывает большие сомнения.

Выбор одного из двух рассмотренных выше вариантов должен приниматься после их широкого обсуждения гидрогеологической общественностью.

В любом случае необходимо четко разграничить назначение запасов разных категорий при проектировании, строительстве и эксплуатации водозабора, а также выдаче лицензии на добычу подземных вод.

4.2. Критерии балансовой принадлежности и методика проведения прогнозных расчетов

Предлагаются следующие изменения:

1) Дополнение понятия «участки нераспределенного фонда недр» понятием «запасы нераспределенного фонда недр» и отнесение последних к забалансовым при их не востребоваемости в течение более 10 лет.

2) Выделение балансовых и забалансовых запасов должно базироваться на оценке двух групп факторов:

– технико-экономических, определяющих экономическую целесообразность освоения (горно-геологические, технические, технологические и др.);

– социально-экологических, определяющих возможность освоения (природоохранные, земельные ограничения и др.).

К забалансовым относятся запасы, освоение которых на момент оценки является нецелесообразным в связи с не востребоваемостью и/или невозможным по перечисленным выше основаниям, но имеется перспектива их последующего вовлечения в эксплуатацию.

3) Периодическая корректировка балансовой принадлежности по фактическим данным о востребованности и освоении запасов.

4) Влияние на оцениваемый участок расчетного водоотбора на месторождениях (участках месторождений) с забалансовыми запасами не учитывается.

4.3. Технологическая и геолого-экономическая изученность запасов

Основные предлагаемые изменения:

1) Отказ от разделения подземных вод на питьевые и технические. Все воды зоны свободного водообмена могут использоваться в питьевых целях. При этом они должны подразделяться на классы, соответствующие их качеству.

2) Различие между классами должно заключаться в наличии компонентов, различающихся необходимыми методами водоподготовки для устранения отклонений от питьевых норм.

3) Неотъемлемой частью оценки эксплуатационных запасов является обоснование технологии обработки воды с целью доведения ее качества до требуемого. Гидрогеологические исследования должны обеспечить также обоснование утилизации отходов водоподготовки.

4) Месторождения подземных вод подлежат также геолого-экономической оценке, определяющей целесообразность их использования. Оценка включает сопоставление затрат на водоподготовку и транспортировку воды.

4.4. Необходимо также остановиться на требованиях к **согласованию результатов** геологического изучения недр в части требований к качеству воды и возможности организации зон санитарной охраны. Такое согласование не предусмотрено действующими нормативными документами Роспотребнадзора и часто вызывает у недропользователей и гидрогеологов – исполнителей работ существенные, а во многих случаях практически непреодолимые трудности.

Например, такие, как требование ГОСТа «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» по сезонному изучению качества подземных вод в течение 3 лет, применяемое для вновь оцениваемых (разведываемых) участков недр.

Согласование качества подземных вод для целей питьевого водоснабжения должно проводиться при вводе построенного водозабора в эксплуатацию, т.к. только на этом этапе возможна оценка соответствия результатов водоподготовки (требуемой на подавляющем большинстве водозаборов) проектным решениям, принятым на стадии их государственной экспертизы.

Проект зон санитарной охраны вообще является составной частью проектной документации. Поэтому на стадии геологического изучения недр обоснованная возможность организации ЗСО должна оцениваться на основании акта санитарно-топографического обслуживания участка недр, составляемого исполнителями работ совместно с представителем местного подразделения Роспотребнадзора.

Необходимо отметить, что в самой Классификации требования наличия рассмотренных согласований отсутствуют. Они содержатся только в «Методических рекомендациях по применению Классификации» и «Требованиях к составу отчетных материалов...».

4.5. Продолжая тему обоснования размеров ЗСО, рассмотрим подробнее вопрос **защищенности подземных вод**. Исследования по оценке защищенности от поверхностного загрязнения, степень которой существенным образом влияет на размеры ЗСО водозаборов, необходимо включать в состав геологоразведочных работ и учитывать при определении группы сложности. Между тем, требования к ее изученности действующей Классификацией не предусмотрены.

Показателем защищенности является время движения возможного загрязнения от поверхности земли к эксплуатационным скважинам, включающее вертикальную и горизонтальную составляющие. Первая характеризует защищенность водоносного горизонта, суммарное время – защищенность водозабора.

Расчеты положения границ 2 и 3 поясов ЗСО должны выполняться не путем оценки времени движения по пласту, а с учетом вертикальной фильтрации. Отказ от учета условий перекрытия, то есть защищенности подземных вод, при определении границ ЗСО означает, что между подземными и поверхностными водами ставится знак равенства.

Рекомендуются следующие основные изменения в нормативные документы:

1) По степени защищенности подземные воды можно разделить на 3 группы:

– надежно защищенные (защищены от химического и микробного загрязнения) – время поступления загрязнений превышает расчетный срок эксплуатации;

– защищенные (защищены от микробного загрязнения) – время поступления загрязнений более 200 суток;

– недостаточно защищенные – время поступления загрязнения в эксплуатируемый водоносный горизонт менее 200 суток.

2) Первый пояс предназначен для предотвращения возможности загрязнения водоносного горизонта через оголовки и устья скважин, поэтому защищенность не влияет на его размеры (в настоящее время площадь I пояса ЗСО для защищенных и незащищенных вод различается почти в 3 раза).

3) Время выживаемости бактерий не зависит от защищенности и климатических условий.

4) Третий пояс ЗСО должен быть разделен на два: 3а (запрещается наличие любых источников загрязнения) и 3б (запрещается только наличие неисправных скважин), границы которых определяются, соответственно, с учетом вертикального движения загрязнения и без его учета.

Бурение поглощающих скважин на площади ЗСО, запрещенное в настоящее время, безуслов-

но, должно быть разрешено. При этом следует предусмотреть конструктивные решения, исключающие возможность загрязнения подземных вод через затрубное пространство.

Проект соответствующего нормативного документа, учитывающий данные предложения, был подготовлен рабочей группой в составе проф. В.Т. Мазаева, проф. В.С. Алексеева и авторов настоящей статьи и передан для рассмотрения в Роспотребнадзор в 2015 г., но результаты его рассмотрения авторам неизвестны.

5. На основании проведенного анализа авторами статьи были подготовлены следующие предложения:

5.1. Разработать новые редакции следующих нормативных документов:

1) Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод (единая для всех типов).

2) Методические рекомендации по применению Классификации.

3) Требования к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов подземных вод с упрощением требований к мелким водозаборам в районах с высоким ресурсным потенциалом подземных вод.

4) Положение об учете прогнозных ресурсов и их государственной экспертизе.

5) Методические рекомендации по отбору проб подземных вод и их подготовке к химическим анализам.

5.2. В Классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов отразить:

– условия отнесения запасов к забалансовым, в том числе не востребуемых запасов в нераспределенном фонде недр;

– объединение питьевых и технических подземных вод с учетом их фактического единства использования и формирования (пресные и слабосоленоватые воды). Термин «питьевые воды» заменяется на «хозяйственно-питьевые», а к техническим относятся высокоминерализованные воды и рассолы;


– при расчете взаимодействия водозаборов не учитываются забалансовые запасы;

– дифференцировать требования к отдельным категориям с учетом реальной оценки условий отнесения к ним эксплуатационных запасов и их целевого назначения;

– уточнить разделение участков недр по степени изученности в соответствии с количеством выделенных категорий.

5.3. Обратиться в Роспотребнадзор с требованием рассмотреть проект СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источ-

ников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения», разработанный под руководством проф. В.Т. Мазаева с учетом реальных

земельных отношений, и обеспечить после обсуждения принятие новой редакции этого документа. 

Литература

1. Алексеев В.С., Грабовников В.А., Клюквин А.Н., Пашковский И.С., Рошаль А.А. О готовности к практическому применению «Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод» // Недропользование XXI век. 2008. № 4. С. 36–41.
2. Боровский Б.В., Боровский Л.В., Язвин Л.С. Основные принципы разработки новой «Классификации эксплуатационных запасов и прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод» // Разведка и охрана недр. 2005. № 11.
3. Боровский Б.В., Язвин А.Л. Основные этапы развития учения об оценке эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод в СССР и современной России. Прошлое, настоящее, будущее // Недропользование XXI век. 2012. № 2. С. 44–54.

UDC 556.3:550.8:553.048

B.V. Borevsky, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, General Director, ZAO GIDEK¹, info@hydec.ru
A.L. Yazvin, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Geological Service, Chief Researcher, ZAO GIDEK¹, alyazvin@hydec.ru

¹10A Parkovaya street, Moscow, 105203, Russia.

Critical Analysis of the Current Classification of Groundwater Reserves in Comparison with Previous Ones. Advantages and Disadvantages. Recommendations for Processing

Abstract. According to the authors, ten years of experience in the application of the current Classification of reserves allows to identify its advantages and identify the main disadvantages that hinder the effective study and development of groundwater deposits. On the basis of the analysis, it was shown that there is a need for processing the Classification, which affects such areas as categorization of reserves, criteria for balance sheet and accounting for water withdrawal interactions, technological and geological–economic study of reserves, preparedness for industrial development, water quality requirements, and the possibility of organizing sanitary protection zones. The authors of the article propose to develop new versions of a number of normative documents – Classification of operational reserves and forecast groundwater resources (common for all types); Methodical recommendations on the application of the Classification; Regulations on the accounting of forecast resources and their state expertise, etc.

Keywords: the groundwater; reserves and resources; classification of reserves; operational reserves; balance and off–balance reserves; categorization of reserves.

References

1. Alekseev V.S., Grabovnikov V.A., Kliukvin A.N., Pashkovskii I.S., Roshal' A.A. *O gotovnosti k prakticheskomu primeneniui «Klassifikatsii zapasov i prognoznykh resursov pit'evykh, tekhnicheskikh i mineral'nykh podzemnykh vod»* [About readiness for practical application "Classification of reserves and prognostic resources of drinking, technical and mineral groundwater"]. *Neдрopol'zovanie XXI vek* [Subsoil use of the XXI century], 2008, no. 4, pp. 36–41.
2. Borevskii B.V., Borevskii L.V., Iazvin L.S. *Osnovnye printsipy razrabotki novoi «Klassifikatsii ekspluatatsionnykh zasposov i prognoznykh ekspluatatsionnykh resursov podzemnykh vod»* [The basic principles for the development of a new "Classification of Exploitation Reserves and Forecast Groundwater Operating Resources"]. *Razvedka i okhrana neдр* [Exploration and protection of mineral resources], 2005, no. 11.
3. Borevskii B.V., Iazvin A.L. *Osnovnye etapy razvitiia ucheniia ob otsenke ekspluatatsionnykh zasposov pit'evykh i tekhnicheskikh podzemnykh vod v SSSR i sovremennoi Rossii. Proshloe, nastoiashchee, budushchee* [The main stages of the development of the doctrine of assessing the operational reserves of drinking and technical groundwater in the USSR and modern Russia. Past present Future]. *Neдрopol'zovanie XXI vek* [Subsoil use of the XXI century], 2012, no. 2, pp. 44–54.



С.В. Спектор
ФГБУ «Гидроспецгеология»
заместитель генерального
директора
info@specgeo.ru



Т.В. Прачкина
ФГБУ «Гидроспецгеология»
начальник отдела мониторинга
подземных вод

Федеральная система мониторинга подземных вод. Информационные ресурсы и информационная продукция

¹Россия, 123060, Москва, ул. Маршала Рыбалко 4.

Система мониторинга подземных вод территории Российской Федерации – часть единой системы ГМСН. Ее функционирование регламентируется рядом нормативно-правовых актов, а также приказами Минприроды России и Роснедра

Ключевые слова: мониторинг состояния недр; подземные воды; региональные центры мониторинга; национальная сеть

Мониторинг подземных вод осуществляется в составе единой системы государственного мониторинга состояния недр (ГМСН). ГМСН представляет собой систему регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки, анализа информации с целью оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием природных и техногенных факторов. Функционирование ГМСН определяется рядом нормативно-правовых актов, в том числе Законом РФ «О недрах» (ст. 36.2).

Система ГМСН (*рис. 1*) создана с целью информационного обеспечения органов управления государственным фондом недр на основе оценки состояния недр и прогноза изменений под влиянием природных и техногенных факторов. В составе ГМСН, кроме подсистемы мониторинга подземных вод, выделяются также подсистемы мониторинга опасных экзогенных геологических процессов и мониторинга опасных эндогенных геологических процессов.

В рамках подсистемы мониторинга подземных вод изучаются состояние подземных вод, в том числе уровень, температурный и гидрохимический режимы; изменение состояния под-

земных вод под влиянием природных и техногенных факторов; состояние ресурсной базы подземных вод (прогнозные ресурсы, запасы, добыча и использование подземных вод); качество и загрязнение питьевых подземных вод.

Осуществление ГМСН, в том числе мониторинга подземных вод, постановлением Правительства РФ от 13.08.2015 № 1551-р поручено ФГБУ «Гидроспецгеология». ГМСН ведется на федеральном (территория РФ в целом), региональном (территория федеральных округов) и территориальном уровнях (территории субъектов федерации). Для решения задач ГМСН федерального уровня в составе ФГБУ «Гидроспецгеология» создан Центр ГМСН, для решения задач регионального уровня в каждом федеральном округе создан соответствующий региональный Центр ГМСН, являющийся филиалом ФГБУ «Гидроспецгеология» (*рис. 2*). В пределах границ субъектов федерации ГМСН осуществляют территориальные центры ГМСН, являющиеся, в основном, подразделениями филиалов ФГБУ «Гидроспецгеология».

Информационные ресурсы мониторинга подземных вод включают первичную информацию и обобщенную информацию (*рис. 3*).

Рис. 1. Система государственного мониторинга состояния недр (ГМСН)





Рис. 2.
Региональные центры ГМСН ФГБУ «Гидрогеология»

Уровни ведения мониторинга подземных вод/ Границы обобщения информации	Федеральный уровень		Региональный уровень			Территориальный уровень		
	РФ, ФО, СРФ	ГТС I, II порядков	ФО, СРФ	ГТС I, II порядков	Объекты ВК, ВГ	СРФ	ГТС II, III порядков	ВК, ВГ
I. Первичная информация								
Регистр ПН	+	+	+	+	+	+	+	+
Уровни ПН на ПН	-	-	-	-	-	+	+	+
Химический состав ПН на ПН	-	-	-	-	-	+	+	+
Результаты гидрогеологического обследования недропользователей, недропользователей ПН	-	-	-	-	-	+	+	+
Водогабарит (добыча, уровень, качество)	-	-	+	+	+	+	+	+
Мониторинг и учеты недропользователей подземных вод	+	+	+	+	+	+	+	+
Объекты недропользования, оказывающие воздействие на состояние ПН	-	-	+	+	+	+	+	+
Участки и ПТУ с повышенным загрязнением ПН	-	-	-	-	-	+	+	+
II. Обобщенные и сводные данные								
Запасы, добыча, использование ПН по состоянию на 1 января текущего года	+	+	+	+	+	-	-	-
Наименование запасов, добычи, использования ПН	+	+	+	+	+	-	-	-
Степень деградации запасов ПН	+	+	+	+	+	-	-	-
Состояние подземных вод в районах автономной интерпретации (региональные и крупные локальные вертикальные депрессии ПН, участки загрязнения ПН)	+	+	+	+	+	-	-	-

Рис. 3.

Информационные ресурсы мониторинга подземных вод (ВГ – водоносный горизонт, ВЗУ – водозаборный узел, ВК – водоносный комплекс, ГТС – гидрогеологическая структура, ПВ – подземные воды, ПН – пункт наблюдений, СРФ – субъект РФ, ФО – федеральный округ)

Первичная информация содержит сведения об уровнях и химическом составе подземных вод в наблюдательных скважинах и отдельных водозаборах и др. данные, которые получены путем непосредственных замеров на пунктах наблюдения, из материалов гидрогеологических обследований, материалов лицензирования и отчетности недропользователей. Обобщенная информация содержит сведения о запасах, добыче и использовании подземных вод, о состоянии подземных вод в районах их интенсивной эксплуатации и др. данные, которые получены путем обобщения первичной информации в границах субъектов РФ, федеральных округов, Российской Федерации в целом (в зависимости от уровня ведения ГМСН), границах гидрогеологических структур, водоносных горизонтов и комплексов. Все данные мониторинга подземных вод организованы в виде баз данных.

Информационные ресурсы ГМСН формируются как за счет собственных источников информации, получаемой при ведении ГМСН, так и за счет внешних источников информации – данных сторонних организаций. Причем, данные из внешних источников информации по своему объему и значению преобладают в общем объеме информационных ресурсов ГМСН. Собственные источники информации обеспечены данными наблюдений на государственной опорной наблюдательной сети (ГОНС) и материалами специализированных гидрогео-

логических и инженерно-геологических обследований и формируют сведения о преимущественно ненарушенном или регионально нарушенном состоянии недр. Данные сторонних организаций – в том числе, фондовые материалы (результаты геологоразведочных, тематических, региональных работ гидрогеологической направленности, данные учета и баланса запасов, результаты объектового мониторинга недропользователей), сводная статистическая отчетность недропользователей о добыче и использовании подземных вод, гидрометеоданные и др. – формируют сведения о геологической изученности территории, о локальном воздействии на недра хозяйственной деятельности и природной среды, о наиболее значительных нарушениях состояния недр.

Наблюдательная сеть мониторинга подземных вод представлена примерно 6500 наблюдательными скважинами (рис. 4) и включает как скважины ГОНС, так и отдельные наблюдательные скважины недропользователей. Пункты наблюдательной сети расположены наиболее плотно там, где отмечается наибольшая интенсивность техногенного воздействия на подземные воды. Часть пунктов наблюдательной сети входит в состав автоматизированной системы измерения, сбора и накопления параметров подземных вод (рис. 5) и оборудована автоматическими измерительными комплексами с телеметрической передачей данных.

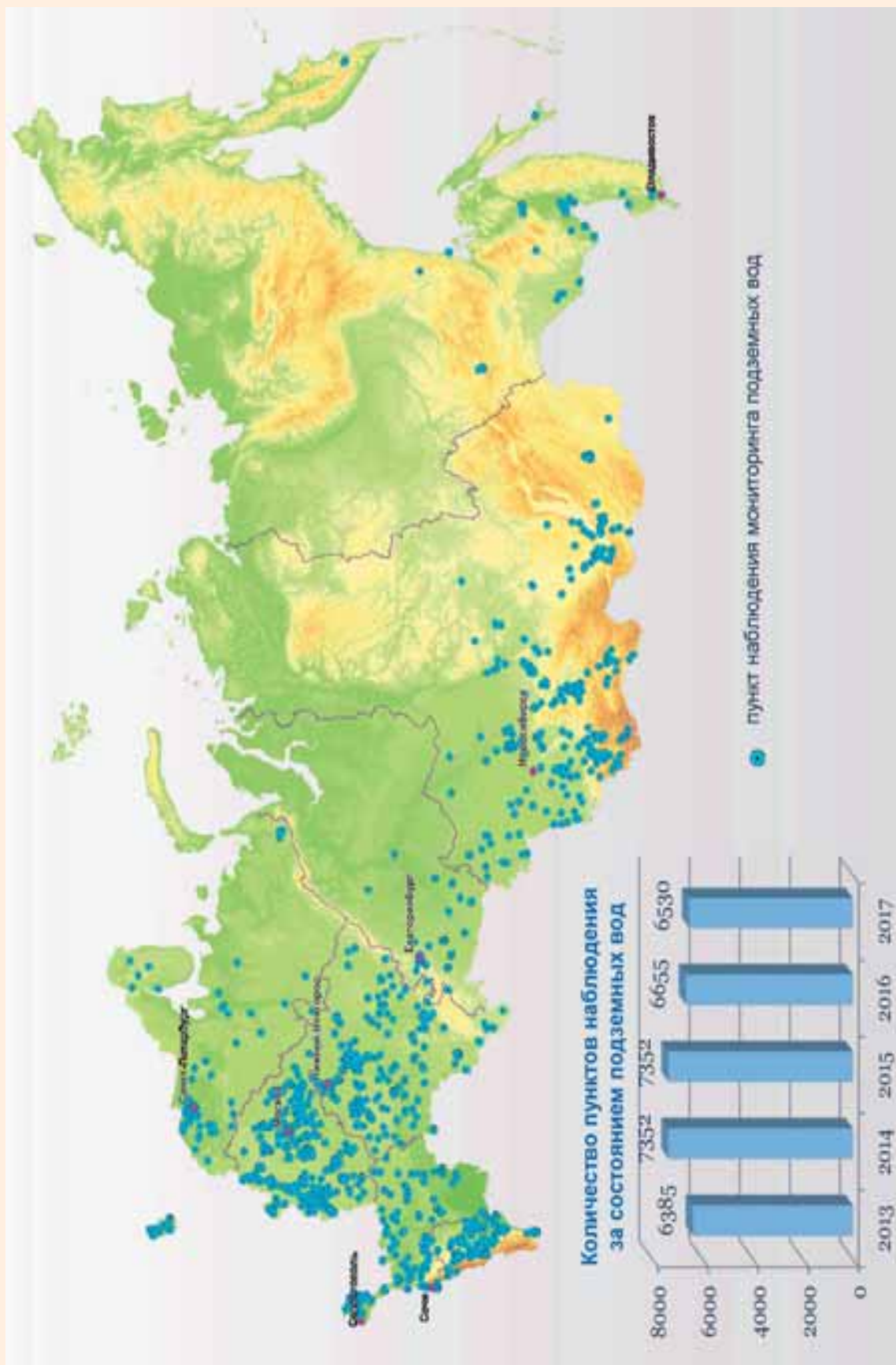


Рис. 4.
Наблюдательная сеть мониторинга подземных вод



Рис. 5.
Автоматизированная система измерения, сбора и накопления параметров подземных вод

Информационная продукция ГМСН и мониторинга подземных вод в частности, которая содержит все данные, полученные при ведении ГМСН, создается, выпускается и рассылается в соответствии с регламентом, установленным Роснедра. Ежегодно выпускаются бюллетени о состоянии недр территорий федеральных округов и Российской Федерации в целом. Геологические отчеты с базами первичных данных передаются в Росгеолфонд и его территориальные подразделения. Текущая информация, прогнозы и информационные бюллетени о состоянии недр размещаются на сайте www.geomonitoring.ru.

Выводы

Система мониторинга подземных вод территории Российской Федерации – часть единой системы ГМСН. Ее функционирование регламенти-

руется рядом нормативно-правовых актов, а также приказами Минприроды России и Роснедра.

Информационные ресурсы мониторинга подземных вод формируются за счет данных собственных наблюдений на опорной наблюдательной сети и регулярных гидрогеологических обследований, фондовых материалов геологоразведочных работ, данных лицензирования и отчетности недропользователей.

Результаты мониторинга накапливаются и хранятся в виде единой базы данных и распространяются в виде информационной продукции ГМСН. Сроки и периодичность выпуска и рассылки информационной продукции определяется регламентом, установленным Роснедра, а также размещаются на сайте www.geomonitoring.ru. Геологические отчеты о результатах мониторинга с базами данных передаются в Росгеолфонд и его территориальные подразделения. ☺

UDC 556.3

S.V. Spector, Deputy General Director, FGBU "Hydrospetsgeology"¹, info@specgeo.ru.
T.V. Prachkina, Head of Groundwater Monitoring Department, FGBU "Hydrospetsgeology"¹.

¹4 Marshal Ryibalko street, Moscow, 123060, Russia.

Federal System of Groundwater Monitoring. Information Resources and Information Products

Abstract. The monitoring system for groundwaters of the territory of the Russian Federation is part of a unified system of the GMSN. Its functioning is regulated by a number of normative and legal acts, as well as orders of the Ministry of Natural Resources of Russia and Rosnedra.

Keywords: monitoring the state of the subsoil; The groundwater; regional monitoring centers; National Network.



Г. Е. Ершов,
канд. геол.-мин. наук
ЗАО «ГИДЭК»¹
заместитель генерального
директора
главный научный сотрудник
info@hydec.ru

Вопросы изменений методики подсчета и экспертизы запасов подземных вод для обеспечения систем ППД нефтяных месторождений

¹Россия, 105203, Москва, ул. 15 Парковая 10А.

Гидродинамические расчеты при оценке эксплуатационных запасов на отдельных участках, основанные на упрощенной расчетной схеме, приводят к резкому завышению срезов уровней по сравнению с реальными и неверными, в конечном счете, представлениям и об условиях эксплуатации рассматриваемого водоносного комплекса в региональном плане. Наиболее оптимальным и, практически, единственным методом, позволяющим учесть все факторы при оценке запасов подземных вод ААС ВК на территории Западной Сибири, является метод численного моделирования

Ключевые слова: поддержание пластового давления; запасы подземных вод; апт-альб-сеноманский водоносный комплекс; метод численного моделирования

1. Апт-альб-сеноманский водоносный комплекс (ААС ВК) на территории Западно-Сибирского артезианского бассейна является основным водным объектом, содержащим минерализованные подземные воды, ресурсы которых имеют промышленное значение для их использования в нефтедобыче для поддержания пластового давления (ППД), а также в бальнеологии. На территории Западно-Сибирского артезианского бассейна расположено более 300 нефтяных месторождений. Использование ресурсов ААС ВК для обеспечения систем ППД ведется на территории округа уже длительное время (с конца 1960-х гг.) и к настоящему времени достигло размеров более 350 тыс. м³/сут. Использование ААС ВК для нужд нефтедобывающего комплекса не ограничивается добычей минерализованных подземных вод. В связи с переобводнением нефтяных месторождений, добывающими компаниями все шире его емкостные возможности используются для сброса избытков подтоварных вод.

В гидрогеологическом отношении комплекс представляет собой мощную (от 600 до 1200 м) сложнослоистую толщу переслаивания песчаников, глин и алевролитов, в которой глинистые разности составляют от 50% до 80% мощности (рис. 1).

2. Подсчет эксплуатационных запасов минерализованных вод апт-альб-сеноманского водоносного комплекса до настоящего времени выполняется преимущественно с использованием гидродинамического метода со схематизацией продуктивного пласта в качестве изолированного, однородного и неограниченного. Расходы действующих и проектных водозаборов принимались постоянными по их максимальной производительности на весь срок эксплуатации. Как правило, при расчете учитываются утвержденные запасы всех оцененных водозаборных участков и полигонов утилизации подтоварных вод, расположенных в радиусе от 50 до 100 км от участка оценки запасов. При этом в расчетах учитываются все ранее оцененные и разведанные участки недр, в том числе выведенные

из эксплуатации, запасы по которым подлежат списанию.

Фильтрационные параметры водоносной толщи ААС ВК рассчитываются преимущественно по данным интерпретации кривых ПС, на основании выделения зон коллекторов с суммированием их расчетных водопроницаемостей в соответствии с суммарной эффективной мощностью выделенных слоев. К коллекторам относятся породы с коэффициентом фильтрации не менее 0,01 м/сут, в ряде случаев – до 0,005–0,001 м/сут и менее, что обосновывается нефтеразведочными критериями. При возможности делается сопоставление данных ГИС с данными определений по результатам кратковременных ОФР, либо с пересчетом расчетной водопроницаемости на всю мощность комплекса, либо без. Расчетная пьезопроводность также принимается постоянной и рассчитывается по данным ГИС и, в исключительно редких случаях, по данным ОФР с привлечением наблюдательных скважин, составляя $2-5 \cdot 10^5$ м²/сут и более, что соответствует коэффициенту упругоэластичности, характерной для скелета песчаных пород порядка $1 \cdot 10^{-6}$ 1/м и менее. Водозаборные скважины оборудуются перфорацией в нескольких десятках интервалах коллекторов по всей вскрытой мощности водоносного комплекса, при этом подразумевается, что приток при водоотборе происходит по всем интервалам перфорации.

3. Фактически, минерализованные воды апт-сеномана постепенно вовлекаются в процесс ППД на начальных стадиях разработки место-

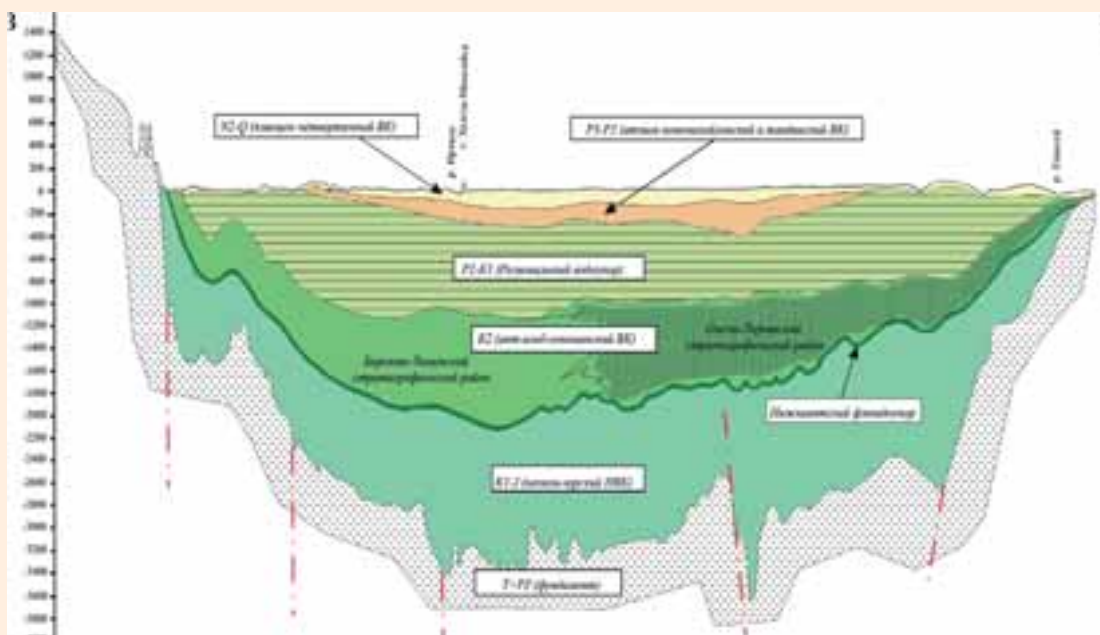
рождений с медленным ростом и последующим постепенным снижением их отбора за счет компенсации подтоварными водами вплоть до полной остановки водоотбора (рис. 2). Максимальная, учитываемая при прогнозах, потребность нефтепромыслов в технической воде обычно требуется только в течение 3–4 лет. При росте обводненности продукции, как правило, процесс отбора сменяется процессом возврата подтоварных вод в недра, зачастую и отбор, и возврат осуществляются одновременно на разных кустах внутри одного и того же участка.

В связи с этим взаимодействие депрессий отдельных водозаборных участков постоянно изменяется во времени и пространстве. Множество водозаборных участков, для которых были подсчитаны и учтены в балансе эксплуатационные запасы минерализованных вод апт-сеномана, уже выведены из эксплуатации, но при этом не сняты с баланса, в то же время постоянно вводятся в эксплуатацию новые участки.

Таким образом, величина подсчитанных и утвержденных по конкретным объектам и районам сосредоточения оцениваемых запасов не учитывали реальный, переменный во времени, режим водоотбора подземных вод на эксплуатируемых участках и прекращение добычи на других.

4. В сложнослоистой водоносной толще большой мощности, какой является апт-сеноманский водоносный комплекс, гидродинамическое возбуждение всей ее эффективной мощности, как это предполагается в расчетной схеме изо-

Рис. 1. Схематический региональный геологический разрез Западно-Сибирской плиты



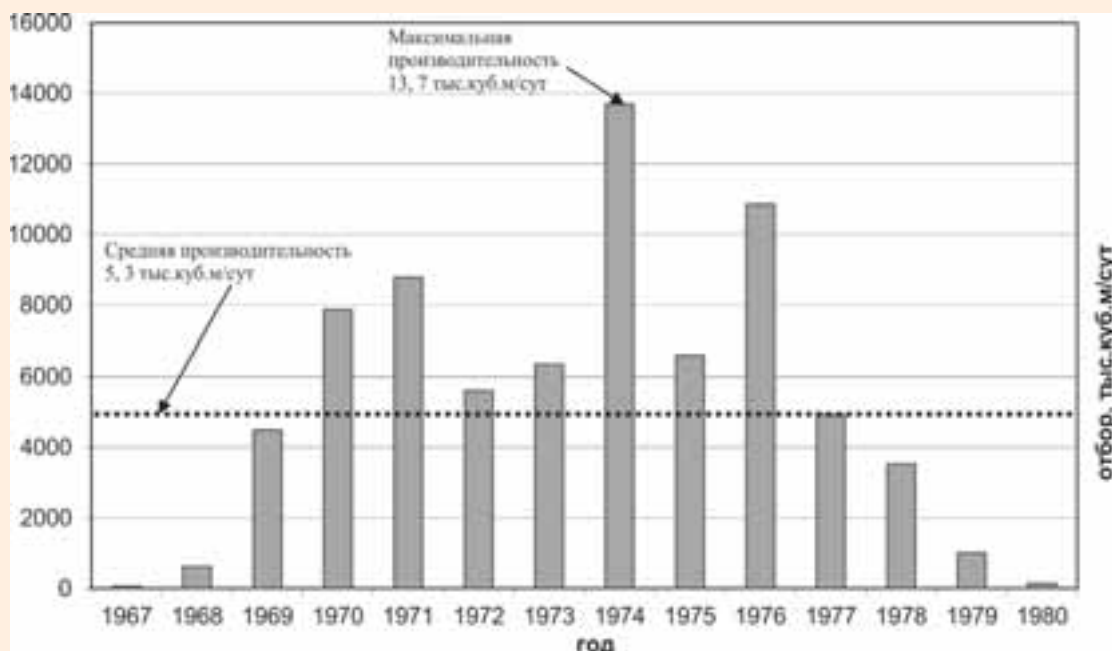
лированного однородного пласта, практически невозможно. Реально эта толща работает как многопластовая система с внутренним перетеканием, емкость которой (с учетом емкости внутрипластовых и перекрывающих глинистых толщ) значительно больше расчетной, полученной по данным кратковременных ОФР и ГИС. В соответствии с решением Хантуша для слоистых пластов в пределе к упругой емкости пластов-коллекторов необходимо суммировать 1/3 емкости глинистых слоев и прилегающих толщ, которая на 1–2 порядка выше упругоэластичности песчаников. Таким образом, эффективная пьезопроводность при взаимодействии удаленных водозаборов может быть на порядок меньше обычно принимаемой для прогнозов.

Так, например, для условий Спорышевского лицензионного участка (Ноябрьскнефтегаз) расчетная срезка от влияния смежных водозаборов, полученная при расчетах по формуле Тэйса для однородного изолированного пласта на 25-летний срок, имеет значение порядка 45 м, что составляет 40% прогнозного понижения, а при моделировании, основанном на решении обратных задач, составила всего 3,5 м.

Приведем данные по участкам ХМАО, расположенным вблизи работающих участков. На Ново-Покурском участке прогнозные срезки от работы окружающих водозаборов, оцененные методом моделирования, составили до 15 м, на Покамасовском правобережном – до 34 м, на Черногорском – до 4,5 м. Расчетные срезки для тех же участков, оцененные аналитическим рас-

Рис. 2.

График отбора подземных вод из ААС ВК на Мегионском водозаборном участке



четом по принятой обычно схеме, составляют от 100 до 200 м, то есть значительно превышают срезки от работы самих водозаборов при принятых гидрогеологических параметрах.

5. Кроме того, в пластах большой мощности (а здесь, в основном, это 700–900 м) практически никогда не происходит возбуждение всех интервалов перфорации в скважинах. Согласно данным расходомерии, при нагнетаниях работают преимущественно нижние интервалы перфорации, а при откачках – только интервалы с наибольшими фильтрационными свойствами, обеспечивающие заданный расход насоса. Таким образом, скважины работают как несовершенные не только по характеру, но и по степени вскрытия.

6. На рис. 3 представлена профильная картина распределения понижений уровня в пласте, полученная при тестовом моделировании для профильно-анизотропного пласта с коэффициентом фильтрации 0,3 м/сут и вертикальным коэффициентом фильтрации 0,003 м/сут. Данные значения типичны для исследуемого комплекса. Расчет выполнен для двух взаимодействующих скважин, расположенных на расстоянии 125 м друг от друга, с дебитом каждой по 800 м³/сут. Распределение снижения давлений приведено на конец периода эксплуатации 10000 суток. Приток в фильтры (на модели) осуществляется в интервалах 320–480 м и 160–250 м от подошвы пласта, то есть значительно в более мощных пластах, чем обычные мощности пластов-коллекторов. Даже в данном тестовом примере

видно, что снижение пластовых давлений осуществляется далеко не на всю мощность пласта, а разница давлений за счет откачки по вертикали достигает 11 м даже через 27 эксплуатации. При 10–20-метровых интервалах притоков эта разница достигает 20–40 м.

В результате действия этих факторов, как правило, реальная доля собственных понижений уровней в скважинах от их работы больше, а суммарная величина взаимодействия с удаленными водозаборами и кустами – значительно меньше принимаемых при расчетах. То же самое относится и к взаимодействию с полигонами закачки излишков подтоварных вод.

Вместе с этим в районах сосредоточения крупных нефтяных участков прогнозные понижения уровней порой достигают предельных величин (300–500 м), что может ограничивать использование вод ААС ВК для целей ППД.

Так, например, на Федоровском месторождении (ОАО Сургутнефтегаз) с учетом работы 314 проектируемых водозаборных скважин с суммарным водоотбором 290 тыс. м³/сут, прогнозная глубина уровней ААС ВК составила 485,3 м, из которых 100 м составляет расчетная срезка от влияния окружающих участков эксплуатации. В результате допустимая глубина уровней была принята величиной 500 м, что требует специального учета при проектировании их оборудования. Фактически же при суммарном максимальном водоотборе на участке 171 тыс. м³/сут глубина динамических уровней в скважинах составляла от 21 м до 150 м, т.е. собственные

прогнозные понижения не должны превышать 255 м.

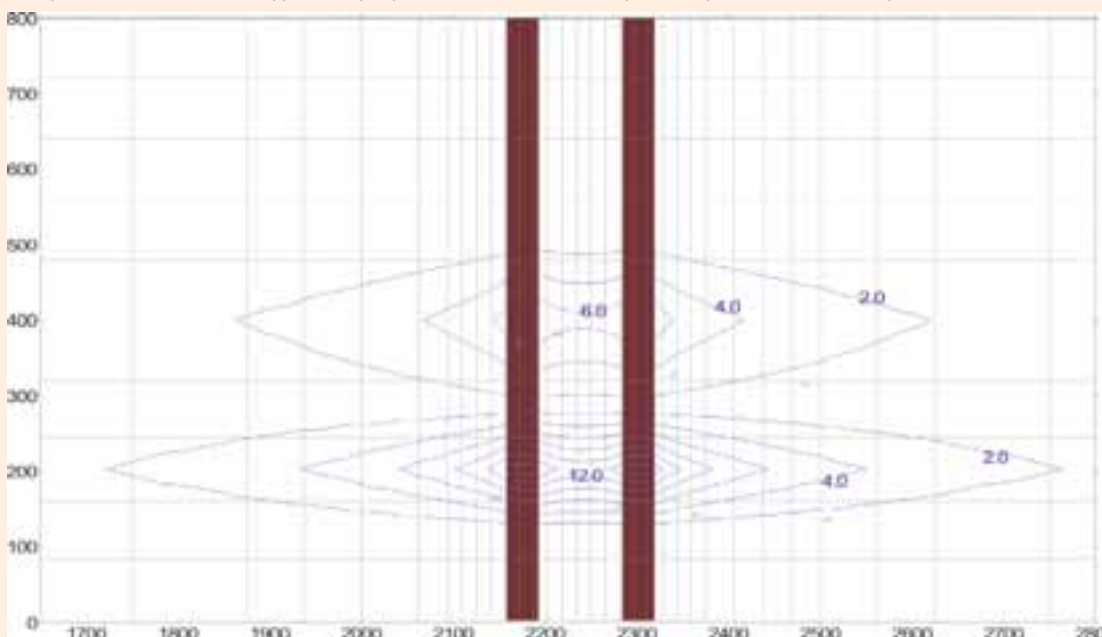
Одновременно с этим в районах сосредоточения участков интенсивного возврата подтоварных вод в недра происходит переоценка влияния репрессии уровней на соседние. Несответствие реальных схем эксплуатации водозаборов, учитываемых в балансе запасов подземных вод и результатов прогнозных расчетов приводит к тому, что расчетные показатели положения прогнозных уровней как при оценке их запасов, так и при обосновании полигонов закачки подтоварных вод, не позволяют получить адекватные данные для их проектирования. А, поскольку данные оценки запасов подземных вод различных категорий используются при технико-экономических расчетах, технико-экономических обоснованиях и непосредственно при проектировании водозаборов, подобного рода несоответствия существенно увеличивают экономические риски от принятия решений с завышенным инженерным запасом.

7. Таким образом, гидродинамические расчеты при оценке эксплуатационных запасов на отдельных участках, основанные на упрощенной расчетной схеме, приводят к резкому завышению срезов уровней по сравнению с реальными и неверными, в конечном счете, представлениям и об условиях эксплуатации рассматриваемого водоносного комплекса в региональном плане.

Результаты ведущегося гидрогеологического мониторинга по ААС ВК ни в отношении режима

Рис. 3.

Распределение понижений уровня в разрезе мощного пласта при эксплуатации водозабора



водоотбор ни в отношении его уровня при оценке и переоценке запасов никак не используются (за исключением достигнутых показателей уплотненных дебитов эксплуатационных скважин). При обосновании расчетных параметров для прогнозов никакие обратные задачи по воспроизведению фактической гидрогеологической ситуации и результатов эксплуатации, как правило, не ставятся и не рассматриваются, даже при применении упрощенных аналитических расчетов.

8. Наиболее оптимальным (и, практически, единственным) методом, позволяющим учесть все названные факторы при оценке запасов подземных вод ААС ВК на территории Западной Сибири, является метод численного моделирования. Этот метод с успехом применяется для оценки запасов пресных вод в сложнослоистых толщах неогена и палеогена как на территории Азово-Кубанского и Восточно-Предкавказского бассейна, так и отложений верхнего гидрогеологического этажа непосредственно на территории Западной Сибири. С учетом возможностей учета данных ведущегося гидрогеологического мониторинга, этот метод позволяет оценить условия формирования запасов (определяющиеся, прежде всего, емкостными свойствами водовмещающих отложений), воспроизвести ретроспективную картину освоения апт-альб-сеноманского водоносного комплекса, а также учесть реальные перспективы дальнейшего их освоения при оценке ЭЗПВ. При этом реализация таких моделей может быть осуществлена как для отдельных территорий интенсивного освоения запасов ААС ВК отдельными крупными нефтедобывающими компаниями, так и для бассейна в целом.

9. Примером такого применения и основой для дальнейшего развития, в частности, может служить численная модель ААС ВК территории ХМАО, разработанная ЗАО ГИДЭК в 2002–2003 гг. при региональной оценке эксплуатационных запасов подземных вод апт-альб-сеноманского водоносного комплекса для целей ППД. При выполнении этой работы были учтены как реальный режим водоотбора по участкам эксплуатации, так и реальное строение мощной многослойной толщи водоносного комплекса.

Метод численного моделирования с успехом применялся при оценке запасов Спорышевского, Приобского, Вынгапуровского участков, Покамассовского и Ново-Покурского лицензионных участков. Однако, и в этих случаях прогнозный водоотбор по смежным участкам эксплуатации принимался постоянным в размере утвержденных запасов по максимальному проектному водоотбору, т.е. со значительным превышением реальных величин.

10. Важным и необходимым приложением к постоянно действующей модели является информационно-аналитическая система, включающая взаимосвязанные фактологическую и картографическую базы данных, которая предназначена для хранения, анализа и подготовки к моделированию текущей и ретроспективной гидрогеологической информации. При выполнении работ по региональной оценке база данных гидрогеологической информации и данных об эксплуатации подземных вод ААС ВК на территории ХМАО была заполнена по состоянию на 2002 г. В ней была учтена информация разной степени насыщенности по 283 участкам использования недр ХМАО, ЯНАО и Томской области, информация об определениях фильтрационных параметров водовмещающих пород по 109 участкам недропользования в целом, и по 54 отдельным разведочным скважинам. Информация о режиме реального среднегодового водоотбора до 2002 г. была введена по 121 участку недропользования. В настоящее время существует острая потребность в создании подобной ИАС на уровне 2017 г. для осуществления возможностей реальной оценки как гидродинамического взаимодействия участков эксплуатации ААС ВК, так и его эффективных геофильтрационных параметров.

11. В связи с изложенными выше особенностями оценки запасов подземных вод для целей ППД на территории Западной Сибири на экспертном геологическом совете в 2015 г. были приняты следующие рекомендации:

– используемая для подсчета запасов и обоснования полигонов закачки схема изолированного однородного пласта с постоянной максимальной величиной водоотбора и существенно завышенной величиной пьезопроводности водоносных комплексов в районах их интенсивной эксплуатации приводит к значительным погрешностям в прогнозных оценках взаимовлияния взаимодействующих водозаборов и полигонов закачки подтоварных вод;

– существующая практика подсчета запасов приводит к искаженным представлениям о гидрогеологических условиях эксплуатации в связи с существенным упрощением методики прогнозирования, а также несоответствием объемов подземных вод, стоящих на балансе, реальным потребностям;

– запасы подземных вод по водозаборам, выведенным из эксплуатации полностью или на неопределенный период, подлежат списанию по предложению недропользователя. В случаях их последующего повторного ввода в эксплуатацию необходимо учитывать периоды их простоя и новые потребности в воде для ППД в соответствии с проектами разработки месторождений;


– начиная с 01.01.2016, рекомендуется выполнять прогнозные расчеты с учетом проектных изменений суммарного дебита водозаборов (как оцениваемых, так и, по возможности, взаимодействующих), а не по максимальной годовой потребности, а в качестве величины запасов учитывать среднесрочный объем проектируемого отбора с указанием величины максимального дебита в период наибольшей потребности в воде;

– повышение достоверности прогнозных расчетов при эксплуатации для целей ППД обуславливает целесообразность преимущественного использования методов математического моделирования;

– при проектировании геологического изучения недр с целью добычи подземных вод для ППД и обосновании полигонов закачки рекомендуется включать в состав работ выполнение прогнозных расчетов методом моделирования и подготовку исходных данных для их обоснования;

– обратить внимание Росгеолэкспертизы на целесообразность применения численного моделирования для прогнозных расчетов.

12. Практически, начиная с 2016 г., работы по оценке запасов для целей ППД и обоснованию полигонов закачки, можно пересчитать по пальцам. Это связано как с отсутствием в организациях, выполняющих работы, соответствующего программного обеспечения и владеющих им специалистов, так и со стойким убеждением, что численное моделирование требует значительно более высоких затрат и значительно сложнее при обосновании данных для моделирования. Необходимо отметить при этом, что гидродинамические методы по сути все являются методами моделирования, которые в можно разделить на модели аналитические, численно-аналитические и численные исключительно по используемому аппарату решения уравнений

фильтрации. Таким образом, при правильно выбранных граничных условиях, численные модели не могут быть менее обоснованными, чем аналитические зависимости. Кроме упомянутых, И.К. Гавич выделялись модели картографические, физические (к которым относится использование гидравлического метода) и статистические (регрессионные), которые в данном случае при прогнозировании крупных взаимодействующих водозаборов мало применимы или требуют анализа гораздо более обширного фактического материала многолетних наблюдений. В то же время, при использовании более упрощенных моделей, к которым относятся аналитические зависимости, требования к их обоснованию должны быть не меньше, если не больше, чем при использовании численных. В связи с этим, на настоящем этапе изучения опыта эксплуатации водоносных толщ на площадях активного и вновь растущего использования подземных вод для целей ППД доказательство соответствия и применимости любых моделей (в том числе и аналитических) к реальным гидрогеологическим условиям на основе сопоставления расчетных и фактических понижений в скважинах и, отдельно, срезов уровней подземных вод от влияния окружающих водозаборов и полигонов, должно быть обязательным условием. Помимо этого, для обоснованного прогнозирования взаимодействия близрасположенных скважин, особенно на полигонах закачки подтоварных вод, существенно важным является изучение и характеристика профиля поглощения в стволе эксплуатационных скважин, то есть активного интервала фильтрации. Последовательный учет и выполнение этих требований позволяет существенно увеличить достоверность прогнозов и уменьшает возможные экономические риски при проектировании водозаборных и закачных сооружений. 

UDC 622.323:622.276.43

G.E. Ershov, PhD, Deputy General Director, Chief Researcher, ZAO "GIDEK"¹, info@hydec.ru

Issues of Changes in the Methodology for Calculating and Assessing Groundwater Resources for the Provision of Systems for the Development of oOlfields

Abstract. Hydrodynamic calculations for the estimation of operational reserves in some areas, based on a simplified design scheme, lead to a sharp overestimation of the cutoff levels in comparison with the real and incorrect, ultimately, notions and the operating conditions of the aquifer in question at the regional level. The most optimal and practically the only method that allows to take into account all the factors in the estimation of groundwater resources of AAS VC in the territory of Western Siberia is the numerical simulation method

Keywords: maintaining reservoir pressure; groundwater reserves; Apt–Alb–Cenomanian aquifer complex; numerical simulation method



А.А. Логинов
канд. геол.-мин. наук
ООО НТПЦ «Сеноман»¹
ведущий специалист
Login1951@mail.ru

Недостатки отчетных материалов, посвященных гидрогеологическому обоснованию подземного размещения жидких отходов, по опыту их экспертизы в ГКЗ

¹Научно-технический производственный центр «Сеноман». Россия, 127422, Москва, Дмитровский проезд 10.

Рассмотрены недостатки изучения участков недр, предназначенных для захоронения промстоков, и способы исключения этих недостатков

Ключевые слова: подземное захоронение промстоков; полигоны подземного захоронения; геологические отчеты; недостатки обоснования

В связи с тем, что подземное захоронение промстоков уже стало почти такой же актуальной задачей, как водоснабжение потребителей подземными водами, на экспертизу в ГКЗ в настоящее время представляется множество отчетов, посвященных решению этой задачи. К сожалению, значительная часть отчетов не соответствует требованиям ГКЗ и поэтому характеризуется многочисленными недостатками.

Прежде чем перейти к их рассмотрению, следует отметить, что эта тема поднимается нами далеко не в первый раз. Ей посвящены статьи, опубликованные в журнале «Недропользование XXI век» в 2007, 2011 и 2013 гг. [4, 5, 6]. Тем не менее, многие недостатки исследований, выполняемых с целью обоснования подземного

районах сосредоточено подавляющее большинство действующих полигонов подземного захоронения (ППЗ) жидких отходов (в основном подтоварных вод) нефте- и газопромислов. Здесь же проектируется и большинство новых полигонов. Поэтому основная масса представляемых в ГКЗ геологических отчетов по проблематике подземного захоронения составлена по результатам изучения участков действующих и проектных полигонов в нефтегазоносных районах. Соответственно, недостаткам исследований, выполняемых с целью обоснования захоронения промстоков именно на таких участках и отчетов, составляемых по результатам изучения последних, и посвящается наша статья.

При этом необходимо отметить, что многих недостатков можно было бы избежать, если бы авторы отчетов более внимательно знакомились с методическим руководством ГКЗ по выбору участков недр для захоронения промстоков и требованиями к отчетным материалам по обоснованию этого захоронения. Кстати, одно из основных требований, предъявляемых к материалам по проблематике подземного захоронения, заключается в том, что эти материалы должны представляться на экспертизу в виде геологического отчета, выполненного по соответствующему ГОСТ(у), независимо от стадии изученности участка полигона. Тем не менее, известны случаи, когда авторы отчетов не желают соблюдать эти требования, обосновывая это совершенно абсурдными аргументами типа того, что представляемые материалы якобы не являются геологическими, они просто направлены на обоснование продления рабочего уже длительного времени полигона. Естественно, что в связи с этим возникает закономерный вопрос: если материалы не геологические и их не следует оформлять, согласно требованиям ГКЗ в виде геологического отчета, то зачем они представляются в учреждение, в котором ничего другого кроме геологических отчетов определенного целевого назначения не рассматривается? Конечно, этот недостаток не является характерным, но, как ни странно, все же иногда встречается.

Помимо этого экзотического недостатка, есть и вполне характерные недостатки, встречающиеся довольно часто, о которых собственно и пойдет далее речь.

Необоснованность выбора участков захоронения промстоков

Совершенно естественно, что любой недропользователь заинтересован в получении отчетных материалов высокого качества (обеспечивающих по результатам их рассмотрения положительное решение ГКЗ и, соответственно, воз-

Многих недостатков можно было бы избежать, если бы авторы отчетов более внимательно знакомились с методическим руководством ГКЗ по выбору участков недр для захоронения

захоронения жидких отходов производства и, соответственно, отчетных материалов с результатами этих исследований до сих пор имеют место быть. С целью их искоренения и надеясь на то, что, как говорится «вода камень точит», представляется целесообразным в очередной раз обратиться к рассмотрению этой проблемы в номере журнала «Недропользование XXI век», посвященном проблемам гидрогеологии. Такая специализация номера журнала, наверное, должна способствовать увеличению числа познакомившихся с ним (и соответственно, с нашей статьей) специалистов-гидрогеологов и помочь им в практической деятельности. Немаловажно и то, что настоящая статья составлена по итогам прошедшей совсем недавно, в конце 2017 года в г. Ессентуки, международной конференции, весьма представительной по количеству участников и рассмотренных на ней разнообразных вопросов. Донесение в печатном виде одного из них, а именно вопроса обоснования захоронения промстоков до специалистов, занимающихся его решением, но не присутствовавших на этой конференции, на наш взгляд является необходимым.

Максимальная востребованность в подземном захоронении промышленных стоков имеется в нефтегазоносных районах России. В этих

возможность получения лицензии на захоронение жидких отходов производства) при минимальных финансовых затратах. Однако нередко стремление к сокращению расходов настолько доминирует, что это приводит к неправомерным требованиям недропользователя по выбору участков полигонов. Эти требования затем отражаются в технических (геологических) заданиях. В частности, известны случаи, когда недропользователь (заказчик работ) обязывает исполнителя этих работ (авторов отчетных материалов) обосновать полигон в пределах водозаборного участка, обслуживающего систему ППД. В этом случае возникают сразу две проблемы. Первая заключается в том, что невозможно обосновать необходимость использования одного и того же водоносного горизонта (комплекса) на одном и том же участке недр для добычи подземных вод с целью водоснабжения системы ППД и одновременно для захоронения излишков попутных вод. Ясно, что захоранивать попутные воды (подтоварные воды) вполне пригодные для ППД на водозаборном участке, где добываются подземные воды тоже для ППД, бессмысленно. Вторая проблема еще более значимая и состоит в том, что законодательством в сфере недропользования не предусмотрено указанное двойное использование одних и тех же участков недр и тем более одних и тех же эксплуатационных объектов (водоносных горизонтов, комплексов) и для захоронения промстоков, и для добычи подземных вод.

Слабая обоснованность выбора целевых поглощающих пластов-коллекторов

Это обусловлено тем, что на участках нефтяных месторождений недропользователи практически никогда не проводят специальных гидрогеологических исследований по обоснованию выбора поглощающих пластов, ориентируясь на более или менее изученную часть разреза вблизи продуктивных на нефть пластов.

В результате выбираются целевые поглощающие пласты-коллекторы в изученной части разреза, рядом с продуктивными на нефть пластами (часто между нефтяных пластов). Особенно это характерно для нефтегазоносных районов Европейской части РФ, в пределах которых широко развиты карбонатные пористо-трещиноватые породы (Удмуртия, Пермская область, Республика Коми). При этом надежность изоляции выбранных целевых поглощающих пластов-коллекторов от нефтяных залежей, как правило, весьма проблематична из-за недостаточной мощности (обычно не более первых метров, в лучшем случае, первых десятков метров) пере-

крывающих и подстилающих целевые пласты толщ, отнесенных по геофизическим данным к неколлекторам. Заметим, что доказательства экранирующей способности этих неколлекторов, основанные на данных лабораторных исследований керн и тем более специальных натурных гидрогеологических исследований, практически всегда отсутствуют. В результате по представляемым отчетным материалам невозможно оценить, насколько соответствуют выбранные интервалы закачки фактическому распространению закачиваемых промстоков по вертикали, как это влияет на заводненность нефтяных залежей и какие последствия оказывает закачка на горизонты пресных вод.

Кроме этого, недропользователи в стремлении к сокращению финансовых затрат нередко переводят в разряд поглощающих ставшие ненужными в связи с выработкой нефтяной залежи нагнетательные скважины или выполнившие свои задачи поисково-разведочные и даже эксплуатационные на нефть скважины. Причем не переоборудуют их на пласты-коллекторы с высокими ФЕС, а оставляют без изменения ориентированными на нефтесодержащие пласты, которые обычно характеризуются довольно невысокими фильтрационно-емкостными свойствами. Такие случаи известны по отчетам, в которых представлялись на экспертизу результаты обоснования захоронения подтоварных вод на некоторых полигонах в нефтеносных районах Западной Сибири. На этих полигонах в качестве поглощающих пластов-коллекторов выбраны продуктивные на нефть неокомские пласты (на участках, где они не вмещают нефть). Между тем, по всем критериям оптимальным для захоронения в указанном регионе является апт-альб-сеноманский водоносный комплекс (что доказано многочисленными и многолетними результатами его изучения), который на большинстве полигонов захоронений и используется в этом качестве. Закачка подтоварных вод в неокомские пласты обуславливает необходимость поддержания высоких давлений на устьях скважин, зачастую превышающих допустимые, что чревато нарушением целостности обсадных труб (тем более, что техническое состояние переведенных в поглощающие скважин далеко не всегда удовлетворительное из-за их, как правило, солидного возраста и интенсивной эксплуатации по первоначальному назначению использования), не предусмотренным гидроразрывом поглощающих пластов, а также перекрывающих их водупорных толщ и в итоге негативными экологическими последствиями для недр и природной среды.

Недостатки, обусловленные невыполнением мониторинга эксплуатации полигонов захоронений

Нередко ППЗ, особенно в нефтегазоносных районах Европейской части РФ, эксплуатируются без соответствующего контроля процесса захоронения, т.е. гидрогеологического мониторинга. В результате в представляемых на государственную экспертизу отчетах по обоснованию ПЗ отсутствуют сведения о величинах рабочих давлений на устьях скважин, дебитах закачки отходов, реальных интервалах их поглощения и даже о конструкциях поглощающих скважин и их технико-гидрогеологических параметрах (интервалах перфорации, профилях приемистости, коэффициентах приемистости, степени несовершенства).

Одним из наиболее серьезных недостатков является неизученность технического состояния скважин. Последние не изучаются геофизическими методами (акустическая цементометрия, термометрия, резистивиметрия, расходомерия), что не позволяет получить сведения о том, насколько техническое состояние эксплуатируемых или предлагаемых к эксплуатации поглощающих скважин соответствует требованиям для таких скважин.

Известны случаи, когда техническое состояние скважин нельзя определить с помощью ГИС в связи с тем, что на действующих продолжительное время полигонах, особенно в регионах, где поглощающие коллекторы представлены, по мнению недропользователей, устойчивыми породами (обычно закарстованными известняками), поглощающие скважины не оборудованы фильтрами, и закачка отходов ведется в интервалы открытых стволов скважин, которые оказываются недоступными для изучения с помощью геофизической аппаратуры из-за неровностей, необсаженных стенок скважин и вывалов пород в стволы скважин. В результате по этим скважинам невозможно определить реальные интервалы поглощения отходов и эффективные мощности поглощающих горизонтов, что, безусловно, затрудняет возможность обоснования захоронения промстоков на таких полигонах. Поэтому следует иметь в виду, что при проектировании конструкций скважин на участках, планируемых к использованию для захоронения промстоков, установка фильтровых колон даже в устойчивых породах является необходимой и обязательной. На это, кстати, неоднократно обращалось внимание в методической литературе.

Как правило, из-за отсутствия наблюдательных скважин на полигонах нефтяных месторождений нет данных контроля состояния недр при эксплуатационной закачке промстоков, со-

ответственно, нет возможности оценить гидродинамические изменения в поглощающих пластах-коллекторах, их взаимосвязь со смежными водоносными горизонтами, фактические размеры области распространения промстоков в этих пластах.

Учитывая, что гидрогеологическая изученность участков недр давно эксплуатирующихся полигонов обычно очень низкая, отсутствие или недостаточность материалов мониторинга процесса захоронения промстоков может оказаться непреодолимым препятствием при прохождении отчетов с обоснованием этого захоронения через ГКЗ.

Недостатки, обусловленные нарушениями технологии и методики исследований, выполняемых с целью обоснования подземного захоронения промстоков, а также ошибками, допускаемыми при обработке результатов этих исследований

Заметим, что таких недостатков при выполнении обоснований захоронения промстоков допускается особенно много. Именно поэтому только их рассмотрению было уделено внимание в предыдущих наших статьях [5, 6]. Формат настоящей статьи не позволяет снова проанализировать эти недостатки с такой же детальностью. Тем не менее, вкратце остановимся на основных из них.

Не секрет, что неперенным условием обоснования захоронения промстоков в глубокие подземные горизонты является количественный прогноз ожидаемых изменений гидродинамической обстановки при эксплуатации полигонов подземного захоронения (ППЗ), основанный на использовании технико-гидрогеологических параметров поглощающих скважин и гидрогеологических параметров целевых поглощающих пластов-коллекторов. Косвенным методом определения последних являются методы геофизических исследований скважин, с помощью которых можно довольно уверенно расчлнить разрез на коллекторы – неколекторы и получить предварительную характеристику ФЕС проницаемых пластов. Следует отметить, что раньше, когда только началось представление отчетных материалов, посвященных обоснованию захоронения промстоков, на государственную экспертизу, было довольно много недостатков, обусловленных некачественной интерпретацией данных ГИС. В частности, не всегда результаты ГИС характеризовались полноценной петрофизической обоснованностью, часто представлялись только итоговые результаты обработки данных ГИС, без подтверждения их исходным фактическим материалом. Бывали случаи попы-

ток обоснования промышленного захоронения промстоков только по результатам ГИС. В настоящее время отчетные материалы в части результатов ГИС в подавляющем большинстве случаев вызывают значительно меньше нареканий, а получаемые по данным ГИС фильтрационные параметры более или менее объективны, особенно если они установлены для гранулярных пластов. Возможно, сдвиги в лучшую сторону в части представления на экспертизу материалов ГИС обусловлены просветительской работой ГКЗ, не исключено, что и наши статьи тоже положительно на это повлияли (по крайней мере, хотелось бы на это надеяться). Во всяком случае, сегодня авторы отчетов, обогащенные опытом их представления на экспертизу, в большинстве случаев отчетливо представляют себе, что, например, если обоснование захоронения основывается только на результатах интерпретации данных ГИС или на этих данных и опыте эксплуатации соседних полигонов, то рассчитывать ни на что другое, кроме как на рекомендации ГКЗ о необходимости продолжения геологического изучения оцениваемых участков полигонов, нельзя.

Как известно, прямыми методами определения технико-гидрогеологических параметров скважин и фильтрационных параметров пластов-коллекторов являются опытно-фильтрационные работы (закачки и откачки). Только их результаты могут обеспечить получение достоверных параметров (при соблюдении необходимых способов и технологий их определения) и, соответственно, выполнение достоверных прогнозов захоронения.

Как правило, установление реальных технико-гидрогеологических параметров поглощающих скважин не вызывает затруднений, если осуществляется соответствующий полноценный мониторинг опытных работ. Иная ситуация с определением основных гидрогеологических параметров, таких как коэффициенты водопроводимости и пьезопроводности поглощающих пластов-коллекторов. К сожалению, в ряде случаев даже прямые методы исследований этих пластов не позволяют определить достоверные значения их фильтрационных параметров. Причем, в этом нет «вины» самих методов, все дело в том, что методика их выполнения нарушается. Самым существенным нарушением является то, что зачастую параметры определяются по результатам возмущений поглощающих пластов одиночными закачками, при том, что они не способны (как уже на доказано на 100% весьма большим опытом их проведения на участках полигонов в нефтегазоносных районах Западной Сибири и севера Европейской части РФ) обеспечить получение достоверных значений этих

параметров. Несмотря на это, «сплошь и рядом» продолжается обоснование захоронения промстоков с помощью параметров, полученных по результатам одиночных закачек.

Вероятнее всего, это обусловлено автоматическим переносом возможностей одиночных **откачек** на одиночные **закачки**. Как известно, при изучении месторождений подземных вод (при подсчете запасов этих вод) в случаях, когда отсутствует возможность проведения кустовых опытов, довольно часто, по крайней мере, водопроводимость, рассчитывается по результатам одиночных **откачек**, которые обеспечивают получение более или менее объективного значения этого параметра. Однако этого нельзя достичь с помощью одиночных закачек.

Причину этого еще в прошлом столетии объяснил В.А. Мироненко [7]. По его мнению, сжимаемость пород при снижении напора в ходе откачки подземных вод существенно больше упругого расширения этих пород при повышении напора в ходе закачки жидкости в пласт. То есть, для того, чтобы закачать определенный объем жидкости в пласт, необходимо приложить больше усилий (так называемых эффективных напряжений), чем при откачке этого же объема жидкости из пласта. Соответственно, при одинаковых дебитах закачиваемой и откачиваемой жидкости даже без учета скин-эффекта скважин абсолютная величина изменения уровня при закачке должна быть больше таковой при откачке. Очевидно, что в максимальной степени это проявляется в точках возмущения пласта. При кустовых исследованиях, учитывая снижение масштаба возмущения с увеличением расстояния от возмущающей скважины, разница между величинами репрессий и депрессий, а также закономерностями изменения уровня в наблюдательных скважинах становится малозначимой (во всяком случае, не превышающей погрешностей гидрогеологических расчетов), и поэтому установленные по результатам прослеживания этих изменений коэффициенты водопроводимости, независимо от знака возмущения, оказываются практически одинаковыми. Это подтверждено нашими довольно многочисленными исследованиями участков полигонов в пределах Тимано-Печорской и Западно-Сибирской нефтегазоносных провинций [4, 5]. В то же время коэффициенты пьезопроводности, рассчитанные по результатам кустовых возмущений противоположных знаков, обязательно будут отличаться. Это обусловлено тем, что пьезопроводность, помимо зависимости от водопроводимости, при откачках отражает влияние упругой водоотдачи пласта, а при закачках – упругой емкости, которые заметно различаются по величине. На это

обстоятельство обращено внимание в работе В.А. Грабовникова [2] и рекомендовано использовать для прогнозных расчетов захоронения промстоков величину пьезопроводности, установленную по результатам кустовых закачек, с чем нельзя не согласиться.

В связи с вышеизложенным очевидно, что для получения достоверных результатов прогнозов захоронения следует использовать фильтрационные параметры, полученные по материалам кустовых исследований. Однако, если по объективным причинам нельзя провести кустовые откачки или закачки, то в прогнозных расчетах следует использовать водопроницаемость, определенную по результатам одиночных **откачек**. Что касается пьезопроводности, то ни одиночные откачки, ни тем более, одиночные закачки не могут обеспечить получение даже ориентировочного значения пьезопроводности. Поэтому допустимо, на наш взгляд, в случае невозможности проведения кустовых возмущений использовать пьезопроводность, установленную по данным ГИС. Как правило, эти данные, согласно очень большому опыту их использования для определения фильтрационных параметров проницаемых пластов в нефтегазоносных районах Западной Сибири, обеспечивают получение довольно объективного значения пьезопроводности этих пластов (особенно – гранулярных), что обуславливает приемлемые погрешности в результатах прогнозов захоронения, тем более, что величина пьезопроводности влияет на достоверность последних не слишком сильно, поскольку в расчетных формулах находится под знаком логарифма.

При этом, помимо несомненной необходимости получения достоверных фильтрационных параметров поглощающих пластов-коллекторов, для выполнения надежных прогнозов роста пластовой репрессии, с практической точки зрения, еще более важно сделать достоверный прогноз устьевых давлений скважин при закачке в них промстоков в течение расчетного срока эксплуатации полигонов, поскольку именно эти давления лимитируются и должны контролироваться в ходе этой эксплуатации.

Выполнение такого прогноза при наличии расчетной (основанной на достоверных фильтрационных параметрах целевого пласта) величины пластовой репрессии на конец расчетного срока эксплуатации и опытных данных об устьевых давлениях, обеспечивающих заданный дебит закачки, легко выполнить простым суммированием значения указанной репрессии и достигнутого в опыте устьевого давления. Несмотря на это, зачастую в отчетах качество прогнозов устьевых давлений не отличается высо-

кой надежностью, что обусловлено либо тем, что не установлены достоверные фильтрационные параметры, либо тем, что в опытах не всегда достигаются проектные дебиты закачек.

Последнее приводит к тому, что устьевые давления без учета роста репрессии во времени за счет неустановившегося режима фильтрации определяются не опытным путем, а экстраполяцией давлений, обеспечивающих небольшие фактические дебиты опытных закачек на более высокие проектные дебиты. Между тем такой прием вряд ли правомерен, поскольку зависимость между устьевым давлением и дебитом (в силу нарушения линейности закона фильтрации, несовершенства скважин, нарушения естественной проницаемости пород при бурении скважин и/или выполнении закачек, гидравлических потерь напора при движении промстоков по стволу скважин, незапланированных гидроразрывов пород и т.п.), как правило, не прямолинейная, и поэтому предугадать угол, на который изменит направление прямая линия графика зависимости давления от дебита и вектор этого направления при увеличении дебита до проектного, невозможно. Следовательно, нельзя достоверно спрогнозировать и устьевое давление при этом дебите. Единственным во всех отношениях безукоризненным способом такого прогноза является опытное обоснование, т.е. результаты представительных по продолжительности опытных закачек, выполненных с дебитами, соответствующими проектным.

Как бы то ни было, одиночные закачки почти всегда на углеводородных месторождениях выполняются на разных режимах по дебиту. Причем нередко количество этих режимов достигает 5–10 и не только на разведываемых участках ППЗ, но и на эксплуатируемых, на которых уже установлена приемистость скважин, и, следовательно, дополнительные их исследования на приемистость не нужны. Между тем, такие разнорежимные закачки, при том, что, по существу, бесполезны, значительно усложняют технологию их проведения и обработку получаемых в ходе закачек результатов. Это в итоге может приводить к большим погрешностям последних.

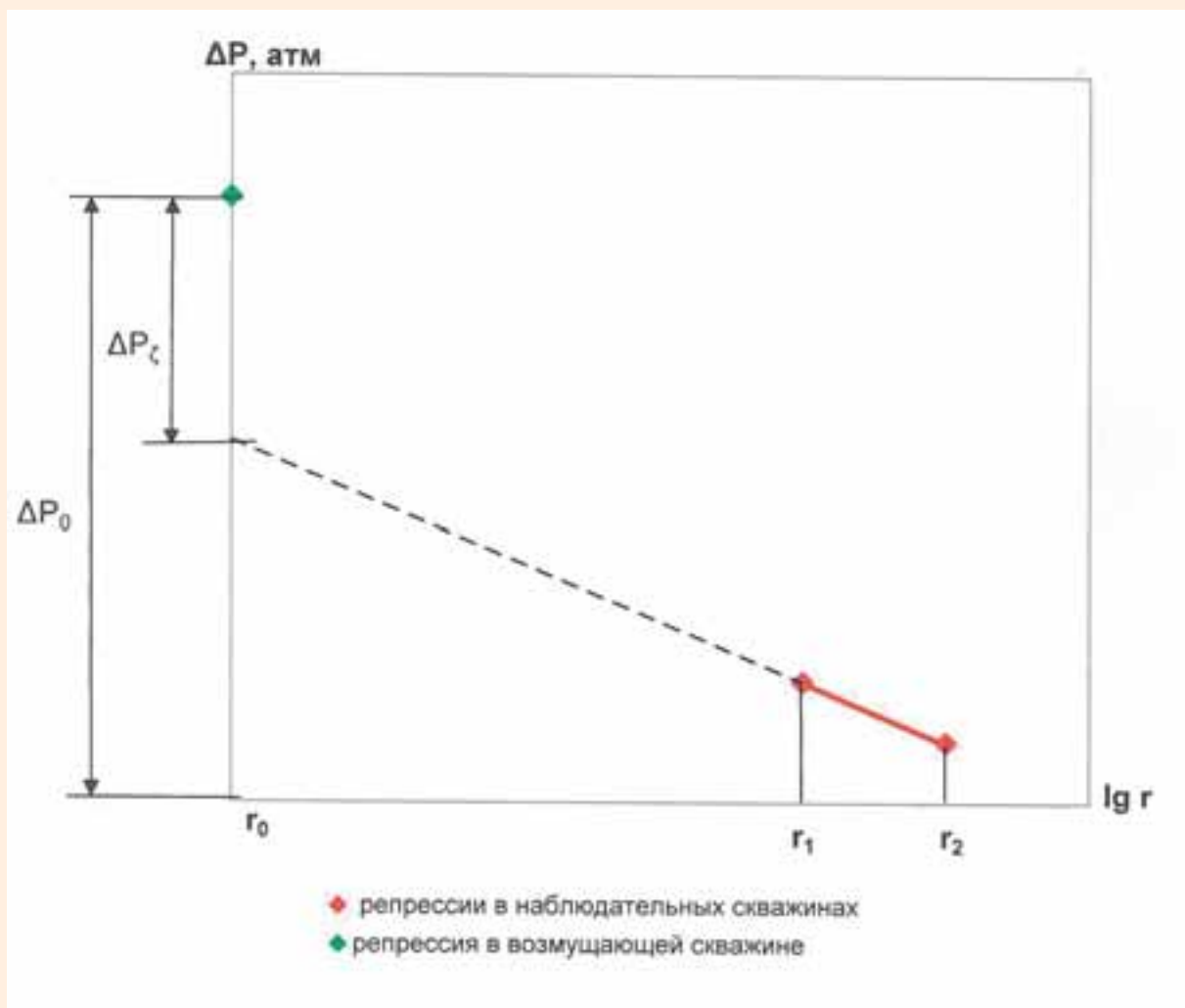
Тем не менее, такие опыты весьма распространены при выполнении работ с целью обоснования захоронения промстоков на полигонах нефтепромыслов. По их результатам обычно строятся так называемые индикаторные диаграммы, по которым некоторые авторы отчетов определяют, например, дополнительные сопротивления поглощающих скважин, которые якобы обусловлены их несовершенством или скин-эффектом. Технология определений состоит в следующем: диаграммы разбиваются на

несколько участков, которые аппроксимируются в виде прямых линий. Пересечение этих линий с осью давлений закачки, по мнению авторов диаграмм, характеризует величины дополнительных давлений, обусловленных скин-эффектом скважин при закачке в них промстоков с тем или иным расходом. Однако доказать правомерность этого авторы, конечно, не могут, потому что отрезки на оси давлений на самом деле характеризуют не дополнительные давления, а начальные ординаты прямых линий, проведенных на индикаторных диаграммах далеко не всегда обоснованно, т.к. выбираются участки диаграмм для последующей их линеаризации довольно произвольно. Кстати, отрезки, отсекаемые на оси давлений такими прямыми линиями, в некоторых геологических отчетах называются «кажущимися» дополнительными сопротивлениями. Заметим, что в традиционной гидрогеологии «кажущимися» принято на-

зывать **ложноквалифицируемые** параметры, что отвечает сути указанных дополнительных сопротивлений, поскольку они ничего общего с реальными дополнительными давлениями, обусловленными гидравлическими сопротивлениями скважин, не имеют. Это следует хотя бы из того, что согласно диаграммам, указанные отрезки номинально характеризуют давление закачки при нулевом дебите, т.е. при отсутствии закачки? Но откуда взяться давлению закачки, если самой закачки нет?

Между тем многочисленными аналитическими способами определения дополнительных сопротивлений за счет несовершенства скважин предложены еще в прошлом столетии весьма авторитетными исследователями (Маскет, Н.Н. Веригин, А.Л. Хейн, Хантуш, Ф.М. Бочеввер и др.). Благодаря их работам стало очевидным, что единственным надежным способом определения суммарного «скачка» уровня (давле-

Рис. 1.
График $\Delta P - \lg r$



ния), являются кустовые опыты. Все остальные способы, как правило, приводят к получению ориентировочных значений этого параметра. Методика оценки этого «скачка» по результатам кустовых исследований с помощью расчетов или графоаналитическим способом давно известна и изложена в ряде публикаций. Применительно к закачным исследованиям графоаналитический способ (являющийся наиболее удобным и простым) изложен, например, в работе [2, стр. 242]. На наш взгляд, не будет лишним привести здесь позаимствованный из указанной работы типовой график, построенный в координатах $\Delta P - \lg r$ для того чтобы с его помощью наглядно показать возможность графоаналитического метода оценки дополнительного «скачка» давления в возмущающей скважине при производстве кустовой закачки (рис. 1).

На оси абсцисс этого графика показаны логарифмы расстояний от первой (r_1) и второй (r_2) наблюдательных скважин до возмущающей скважины с радиусом r_0 . Разница между фактической величиной повышения давления в возмущающей скважине ΔP_0 и отрезком на оси ординат, полученным в результате продления прямолинейного тренда повышения давления в наблюдательных скважинах до пересечения с этой осью, характеризует суммарный скачок давления (ΔP_c), обусловленный скин-эффектом.

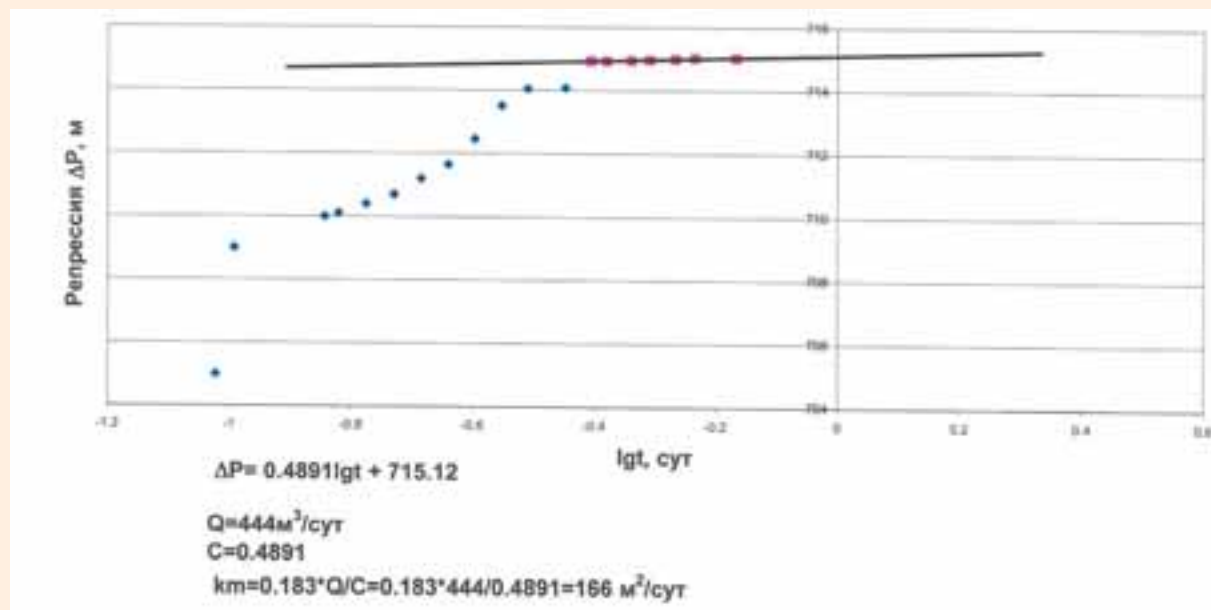
Учитывая изложенное, нет сомнений в том, что охарактеризованное выше «ноу-хау» в части определения дополнительных сопротивлений

скважин за счет их несовершенства по данным одиночных закачек однозначно не может привести к достоверным результатам. Кстати, в основном те же авторы, которые определяют по одиночным закачкам дополнительные сопротивления скважин, рассчитывают и коэффициент приемистости по отношению разницы между предыдущим и последующим дебитами к разнице между давлениями, обеспечивающими эти дебиты, т.е. $(Q_2 - Q_1)/(P_2 - P_1)$. Заметим, что получаемый таким способом параметр не отвечает сути (физическому смыслу) коэффициента приемистости, и не лучшим образом сказывается на прогнозах захоронения, поскольку на самом деле, коэффициент приемистости скважины соответствует отношению достигнутого дебита закачки к репрессии, вызванной этим дебитом, т.е. $Q/\Delta P$.

При том, что довольно часто у экспертов ГКЗ имеются претензии к достоверности представляемых в отчетах всем известным параметрам, вызывают недоумение, очевидно, известные только авторам этих отчетов параметры типа: («коэффициенты ствола скважины», «подвижности», «радиуса исследования», «радиуса дренирования») и другие не менее экзотические параметры, которые в ходе исследований участков полигонов тоже нередко определяются и представляются в отчетах. Причем эти эксклюзивные параметры в прогнозных расчетах захоронения не используются. В связи с этим возникает закономерный вопрос – зачем они вообще опре-

Рис. 2.

График, построенный по данным, полученным в конце прослеживания снижения уровня после прекращения опытной закачки



деляются и приводятся в отчетах, засоряя их ненужной информацией сомнительного качества?

Следует отметить, что кроме ошибок в определении фильтрационных параметров, обусловленных несоблюдением методики и технологии ОФР, нередко ошибки допускаются при интерпретации результатов опытов, выполненных вполне адекватно.

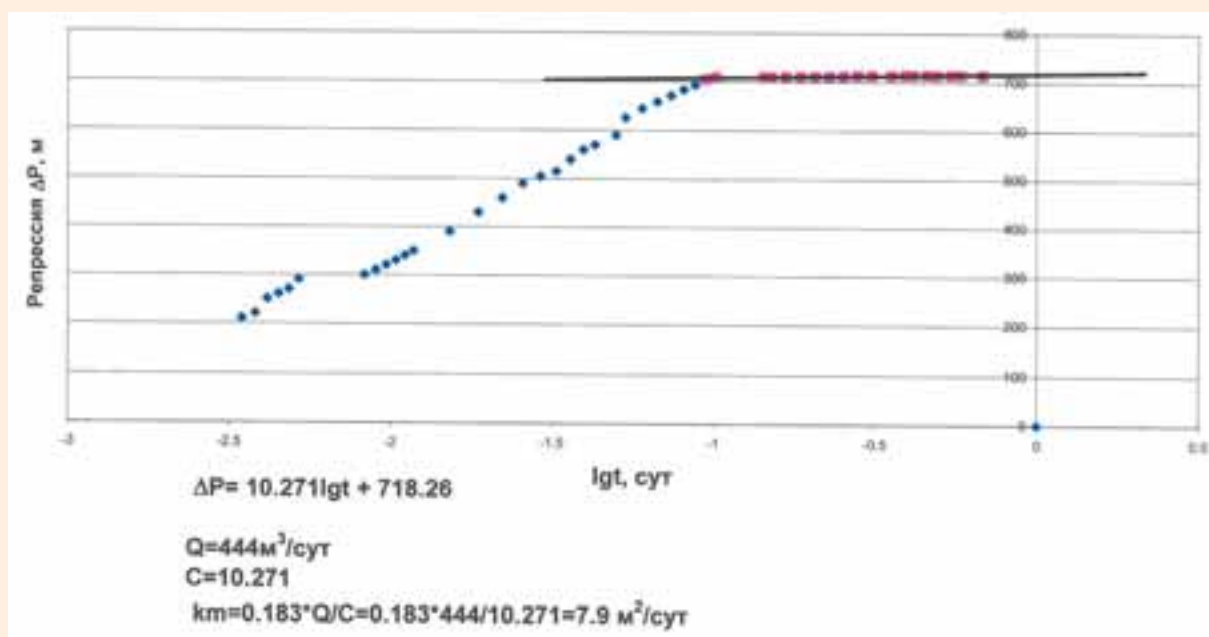
В частности, одной из распространенных ошибок является неправильная обработка полученных по результатам ОФР опытных данных, несмотря на то, что для этого используется, казалось бы, досконально разработанный и в общем легко реализуемый на практике графоаналитический метод. В частности, известны случаи, когда для определения фильтрационных параметров строятся временные графики с использованием не всей полученной в ходе ОФР информации, а только той, которая характеризует изменение уровня (давления) в последний период наблюдений, когда уклон графиков минимальный, если не сказать – мизерный. В результате такой обработки опытных данных получаются даже по результатам одиночных закачек коэффициенты водопроницаемости, сопоставимые с таковыми, установленными по результатам кустовых закачек, чего достичь на самом деле невозможно по изложенным выше причинам. В качестве примера можно привести временной график, позаимствованный из реального отчета, представлявшего совсем недавно на экспертизу в ГКЗ. График построен по результатам прослеживания снижения уровня после

прекращения опытной закачки (**рис. 2**) только в конце наблюдений. Согласно графику, целевой поглощающий пласт-коллектор характеризуется довольно высоким коэффициентом водопроницаемости. Однако, если использовать всю информацию об изменении давления в ходе закачки, то график должен быть таким, каким он показан на **рис. 3**. В соответствии с этим, несомненно, более правомерный коэффициент водопроницаемости должен быть практически на порядок меньше такового, полученного авторами отчета. При этом нет сомнений в том, что именно низкое значение указанного параметра соответствует тому, которое и должно быть получено, если непредвзято обрабатывать опытные данные одиночной закачки.

Довольно часто при обработке опытных данных допускаются ошибки, обусловленные тем, что при построении графиков прослеживания изменения уровня (давления) в ходе закачек ось ординат таких графиков строится не в метрах, как это должно быть на самом деле, а в атмосферах, которые фиксируются обычно используемыми в опытах глубинными манометрами. Это приводит к тому, что в итоге коэффициент водопроницаемости, установленный по графику с осью ординат в атмосферах, оказывается в 10 раз больше такового, полученного по графику, на котором ось ординат построена в метрах. При этом очевидно, что последний позволяет определить правильное значение km , т.к. угловой коэффициент этого графика (Ct), тоже будет измеряться в метрах и, следовательно, при де-

Рис. 3.

График, построенный с учетом всей информации, полученной в ходе прослеживания снижения уровня



бите закачки (Q) в $m^3/сут$ водопроницаемость по известной зависимости $km = 0.183Q/C$ получится в $m^2/сут$, т.е. в той размерности, в которой этот параметр и должен измеряться, в отличие от непонятной его размерности в том случае, если он будет определен по графику с осью ординат в атмосферах.

Можно указать еще на один довольно распространенный недостаток, который допускается при обработке результатов кустовых закачек. Этим недостатком является неучет наследства закачки при обработке результатов восстановления (снижения) уровня (давления) после прекращения опытных кустовых закачек с более или менее постоянным дебитом. На необходимость учета наследства закачки (откачки) при реализации указанного способа обращается внимание практически во всех работах, посвященных методике определения фильтрационных параметров целевых пластов-коллекторов по данным ОФР. Тем не менее, при определении параметров поглощающих пластов-коллекторов на полигонах захоронения промышленных стоков об этом часто забывают. Как известно, влиянием наследства возмущения пласта можно пренебречь при условии, если $t \leq 0,1T$, где t – продолжительность восстановления уровня, T – продолжительность закачки (откачки). Между тем, в силу разных причин (часть из них указана в работе [5]) после прекращения закачек на восстановление уровня требуется гораздо больше времени, чем после откачек, поэтому указанный временной критерий при возмущении пласта закачками почти всегда превышает, т.е. $t > 0,1T$ и, следовательно, если параметры определяются по временным графикам, то они должны строиться в координатах $\Delta P - \lg(t/(t+T))$, а не $\Delta P - \lg t$. Игнорирование этого может, согласно [1], привести к существенной погрешности определения коэффициента водопроницаемости.

Недостатки, обусловленные необоснованностью количества промстоков, подлежащих захоронению, проектных нагрузок на поглощающие скважины и допустимых давлений закачки этих промстоков

Обычной практикой является то, что недропользователи в технических заданиях завышают количество промстоков, которые нужно якобы захоронивать. Делается это как бы «про запас», на тот случай, если объем промстоков вдруг значительно увеличится. При этом в стремлении сэкономить на организации и последующей эксплуатации полигонов недропользователи ограничивают количество поглощающих скважин, что приводит к необходимости увеличения нагрузок

на эти скважины по расходу закачиваемых в них промстоков. Это, в свою очередь, обуславливает высокие устьевые давления, которые могут превышать давления опрессовки скважин, что чревато нарушением целостности последних и несоблюдением экологической безопасности при эксплуатации ППЗ, т.к. не гарантирует исключение фильтрации промстоков (нередко токсичных) в нецелевые водоносные горизонты, в том числе горизонты питьевых вод.

Очень часто в отчетах не приводятся фактические данные по давлениям опрессовки поглощающих скважин, которые зачастую являются основным показателем, позволяющим обосновать величину допустимых давлений на устьях скважин при закачке в них стоков. Между тем с опрессовкой скважин нередко возникают проблемы. Дело в том, что на полигонах нефтепромыслов в подавляющем большинстве случаев для закачки промстоков используются не специально пробуренные поглощающие скважины, а переведенные из нефтяного фонда. Обычно они довольно солидного возраста и поэтому не всегда характеризуются хорошим техническим состоянием. При переводе их на целевой пласт-коллектор выполняется установка цементных мостов, изолирующих продуктивные на углеводороды горизонты (как правило, они залегают ниже целевых пластов), и последующая перфорация интервалов для закачки подтоварных вод. Все эти операции, естественно, не способствуют улучшению технического состояния бывших нефтяных скважин, и потому выполнить их опрессовку на нужное давление не всегда удается. Очевидно, что в таких случаях следует ориентироваться на фактически достигнутые давления опрессовки поглощающих скважин и учитывать их при обосновании необходимого для обеспечения проектной производительности полигонов количества этих скважин. Кстати, нередко недропользователи в своих технических заданиях указывают величину допустимого давления закачки, которая ничем, кроме мнения недропользователей, не обоснована. При всем уважении к недропользователям, одного только их мнения для обоснования допустимого давления закачки явно недостаточно.

Известны прецеденты, когда, несмотря на то, что, согласно опытным исследованиям, приемистость поглощающих скважин не может обеспечить без превышения допустимого давления необходимый дебит закачки (и в итоге – суммарную производительность ППЗ), авторы отчетных материалов пытаются обосновывать такую возможность расчетами, согласно которым приемистость скважин увеличивается за счет дополни-

тельной перфорации поглощающих скважин. Не отрицая такой возможности, заметим, что доказывать это следует не расчетами, а результатами опытов, тем более, что, согласно приведенным в работе [2, стр. 145–147] данным, не всегда увеличение длины фильтров поглощающих скважин обеспечивает повышение их приемистости. В частности, согласно указанной работе, на ППЗ Игналинской АЭС первоначально планировалось использовать для размещения промстоков два горизонта – кембрийский и вендский. Это «мотивировалось тем, что при закачке стоков в оба горизонта через соответствующим образом оборудованную скважину проводимость этих пластов суммируется, приемистость увеличивается, и для закачки всего проектного количества стоков достаточно будет одной скважины» [2, стр. 145]. Однако по результатам разведки участка ППЗ выяснилось, что при оборудовании скважины на два горизонта все равно рабочим служит практически только один из них – кембрийский, поскольку в него через поглощающую скважину поступает 90% закачиваемых промстоков. Таким образом, стало очевидным, что увеличение длины фильтровой части скважины и вовлечение в эксплуатацию дополнительно к кембрийскому вендского горизонта не приведет к заметному повышению приемистости скважины. Авторы работы [2] объясняют это тем, что имеются значительные различия в физических свойствах промстоков и пластовых вод. Более легкие, чем пластовые воды, промстоки распространяются только в верхнем кембрийском горизонте, а в нижний вендский горизонт в силу своей «легкости» не могут проникнуть. На наш взгляд, указанный результат может быть обусловлен еще и тем, что верхний горизонт характеризуется более высокими, чем нижний фильтрационными параметрами, за счет чего закачиваемые в скважину промстоки в первую очередь фильтруются в наиболее проницаемые пласты, а до менее проницаемых – просто не доходят. В этой связи нет гарантий и того, что дополнительная перфорация поглощающих скважин, ориентированных, например, на широко используемый в качестве поглощающего в Западной Сибири апт-альб-сеноманский водоносный комплекс, в обязательном порядке приведет к увеличению приемистости этих скважин.


Необоснованное применение методов моделирования геофильтрационных и миграционных процессов

В особую категорию недостатков, на наш взгляд, следует выделить далеко не всегда обоснованное применение методов моделирования геофильтрационных и миграционных

процессов при обосновании подземного захоронения промстоков. Согласно справедливому утверждению, высказанному в работе [3], «в эпоху всеобъемлющей компьютеризации численное моделирование превратилось в своего рода символ передового научного подхода, в важнейший показатель качества проведенного исследования». Между тем, на участках ППЗ моделирование зачастую применяется для обоснования захоронения промстоков даже тогда, когда его эффективность несколько не выше, а иногда даже ниже элементарных аналитических расчетов. Дело в том, что обычно полигоны располагаются на участках с очень несложными геолого-гидрогеологическими условиями (во всяком случае, это присуще участкам полигонов на нефте- и газопромыслах, особенно в Западной Сибири) и часто представляют собой простейшую схему, состоящую из 1–2 поглощающих скважин. Моделирование захоронения в таких условиях, согласно работе [2, стр. 134], «абсолютно лишено каких-либо преимуществ перед аналитическими расчетами и выполняет, таким образом, чисто **бутафорскую функцию**». Несмотря на это, некоторые исследователи используют моделирование даже тогда, когда разрез участка захоронения изучен только по данным ГИС и экспертным оценкам. При этом строятся многослойные модели с разными ФЕС пластов, гидравлически связанных или наоборот не связанных, с разнообразными граничными условиями и другими параметрами, при нулевой изученности исследуемых участков прямыми методами, т.е. опытно-фильтрационными работами, что, конечно, не может обеспечить достоверность прогноза захоронения. Неуместность и неадекватность применения математического моделирования в подобных случаях, на наш взгляд, совершенно очевидна.

Весьма показательным примером явно неоправданной приверженности некоторых специалистов к методу моделирования является следующий. На одном из рабочих заседаний, прошедших в ФБУ ГКЗ по результатам рассмотрения отчета, выполненного с целью обоснования захоронения подтоварных вод, автор отчета заявил, что он всегда при выполнении любых гидрогеологических прогнозов использует метод моделирования. То есть для автора указанного отчета совершенно не имеет значение, есть ли для применения моделирования необходимые данные в достаточном количестве и нужно ли вообще его применять в тех случаях, когда оно заведомо, кроме красивых картинок, не может дать ничего полезного. Вряд ли такой подход к делу можно одобрить.

В заключение следует отметить: автор не теряет надежды на то, что его усилия, направленные на искоренение недостатков исследований, выполняемых с целью обоснования подземного захоронения промстоков,

и, соответственно, недостатков отчетных материалов, составляемых по результатам такого обоснования, увенчаются успехом, чему, вероятно, может способствовать и настоящая статья. 

Литература

1. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М.: Недра. 1979. С. 13, 33.
2. Гидрогеологические исследования для обоснования подземного захоронения промышленных стоков / Под редакцией В.А. Грабовникова. М.: Недра. 1993. С. 134, 145–147, 242.
3. Ломакин В.А., В.А. Мироненко, В.М. Шестаков. Численное моделирование геофильтрации. М.: Недра. 1988. С. 3.
4. Логинов А.А., Зильберштейн Б.М., Ловчева Е.С., Сорокин А.Ю. Проблемы гидрогеологического обоснования подземного захоронения нефтепромысловых стоков на полигонах нефтяных месторождений (по опыту экспертиз отчетных материалов в отделе подземных вод ГКЗ) //Недропользование XXI век. 2007. № 3. С. 13–20.
5. Логинов А.А. Некоторые аспекты проведения опытно-фильтрационных работ и обработки их результатов с целью обоснования подземного захоронения промстоков //Недропользование XXI век. 2011. № 4. С. 18–23.
6. Логинов А.А. В очередной раз о недостатках обработки результатов ОФР //Недропользование XXI век. 2013. № 5. С. 84–87.
7. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. М.: МГГУ. 2001. С. 55, 69.

UDC 553.462.43:556.144/148

A.A. Loginov, PhD, Leading Specialist of Scientific and Technical Production Center “Senoman”¹, Login1951@mail.ru
¹10 Dmitrovsky proezd, Moscow, 127422, Russia.

The Shortcomings of Reporting Materials on Hydrogeological Substantiation of Underground Placement of Liquid Wastes in the Experience of their Expertise to the State Reserves Committee

Abstract. The shortcomings of the study of subsoil plots for burial of industrial wastes and methods of eliminating these disadvantages.

Keywords: underground disposal of industrial wastes; polygons of underground burial; geological reports; lack of justification

References

1. Borevskii B.V., Samsonov B.G., Iazvin L.S. *Metodika opredeleniia parametrov vodonosnykh gorizontov po dannym otkachek* [Method for determining the parameters of aquifers by pumping data]. Moscow, Nedra Publ., 1979, pp. 13, 33.
2. *Gidrogeologicheskie issledovaniia dlia obosnovaniia podzemnogo zakhroneniia promyshlennykh stokov* [Hydrogeological studies to substantiate underground disposal of industrial wastewater]. Edited by V.A. Grabovnikov. Moscow, Nedra Publ., 1993, pp. 134, 145–147, 242.
3. Lomakin V.A., V.A. Mironenko, V.M. Shestakov. *Chislennoe modelirovanie geofil'tratsii* [Numerical modeling of geofiltration]. Moscow, Nedra Publ., 1988, pp. 3.
4. Loginov A.A., Zil'bershtein B.M., Lovcheva E.S., Sorokin A.Iu. *Problemy gidrogeologicheskogo obosnovaniia podzemnogo zakhroneniia neftepromyslovykh stokov na poligonakh neftyanykh mestorozhdenii (po opytu ekspertiz otchetnykh materialov v otdele podzemnykh vod GKZ)* [Problems of hydrogeological substantiation of underground disposal of oilfield effluents at oilfields (based on experience of examination of reporting materials in the department of underground waters of the State Reserves Committee)]. *Nedropol'zovanie XXI vek* [Subsoil use of the XXI century], 2007, no. 3, pp. 13–20.
5. Loginov A.A. *Nekotorye aspekty provedeniia opytно-fil'tracionnykh rabot i obrabotki ikh rezul'tatov s tsel'iu obosnovaniia podzemnogo zakhroneniia promstokov* [Some aspects of carrying out experimental filtration works and processing their results with a view to justifying the underground disposal of industrial waste]. *Nedropol'zovanie XXI vek* [Subsoil use of the XXI century], 2011, no. 4, pp. 18–23.
6. Loginov A.A. *V ocherednoi raz o nedostatках obrabotki rezul'tatov OFR* [Once again, the drawbacks of processing results are testing for underground waters inflow]. *Nedropol'zovanie XXI vek* [Subsoil use of the XXI century], 2013, no. 5, pp. 84–87.
7. Mironenko V.A. *Dinamika podzemnykh vod* [The dynamics of groundwater]. Moscow, MGGU Publ., 2001, pp. 55, 69.



Я.Г. Грибик
канд. геол.-мин. наук
Институт природопользования НАН Беларуси¹
заведующий лабораторией геотектоники и геофизики
yaroslavgribik@tut.by

Оценка взаимосвязи в системе порода-вода-нефть в условиях Припятского прогиба

¹Республика Беларусь, 220114, Минск, ул. Ф. Скорины 10.

В статье приводятся результаты лабораторных исследований соотношения опытных образцов Припятского прогиба в системе «порода – вода – нефть». Установлена прямая зависимость ряда химических микро- и макроэлементов от периода контакта, минерализации флюидов и участия в процессе углеводородной составляющей

Ключевые слова: порода; доломит; пластовая вода; рассол; нефть; микро- и макроэлементы

Ряд вопросов геохимии подземных вод нефтегазоносных бассейнов, и в особенности – обогащения компонентного состава, могут быть решены методом экспериментальных исследований.

Особенно важна информация, получаемая при изучении взаимодействия системы «порода – вода». С этой целью нами проведены экспериментальные исследования с использованием горных пород межсолевого и подсолевого комплексов верхнедевонского возраста Припятского прогиба.

В настоящее время в Беларуси выявлено 83 месторождения нефти, и все они связаны с Припятским нефтегазоносным бассейном, являющимся западным замыканием Донецко-Днепровско-Припятской палеорифтовой системы. Припятский прогиб представляет собой крупную отрицательную структуру, выполненную мощным (до 6,5 км) комплексом осадочных докембрийских, палеозойских и мезо-кайнозойских образований. Большую часть разреза осадочного чехла (до 80%) занимают отложения среднего и верхнего девона общей мощностью до 5 км. Нижняя и верхняя соленосные толщи

подразделяют девонский разрез Припятского прогиба на подсолевой, межсолевой и надсолевой комплексы. Основные залежи приурочены к подсолевому карбонатному, межсолевому комплексам и установлены в последний период залежи в верхнесоленосном комплексе. Распространение в разрезе двух солеродных толщ определило гидрогеологические условия осадочного бассейна. Воды подсолевого комплекса относятся к рассолам хлоркальциевого типа с минерализацией 110–440 г/дм³.

По составу хлоридные кальциевые, натриевые с невысоким содержанием сульфатов (0–800, реже 2000 мг/дм³), воды межсолевого комплекса относятся к рассолам хлоркальциевого типа с минерализацией 150–380 г/дм³. По составу хлоридные кальциевые, натриевые. Воды подсолевого и межсолевого комплексов содержат микрокомпоненты в количестве: йода – до 50 мг/дм³, брома – 900–3500 мг/дм³, аммония – до 900 мг/дм³.

Высокая минерализация подземных вод и широкий комплекс компонентного состава определяют специфические особенности использования гидрогеологических показателей

в качестве нефтепоисковых. В процессе выполнения геологоразведочных работ возникают вопросы по решению следующих задач:

- определение временной и количественной динамики засоления пресных вод в процессе их контакта с засоленными пластами-коллекторами;
- особенности засоления пластовых вод различной минерализации от пресных до рассолов в зависимости от литологии, продолжительности контакта, микрокомпонентного состава контактного флюида;
- особенности изменения геохимического состава пластовых вод в зоне водо-нефтяного контакта нефтяных залежей;
- характер распределения радиоактивных элементов в пластовых подошвенных водах нефтяных залежей.

Для решения части поставленных вопросов выполнены экспериментальные исследования горных пород, пластовых вод и нефти межсолевого, подсолевого и верхнесоленосного комплексов Припятского прогиба. Использовались образцы карбонатных пород, в основном доломит из отложений воронежского горизонта скв. 15 Северо-Домановичской площади и задонско-елецкого горизонта скв. 16. 17 Березинского месторождения (**рис. 1**). Анализируемый керн представлен кавернозным доломитом, пустотное пространство которого заполнено кристаллами галита. Засоление пластов-коллекторов межсолевого комплекса широко развито в северной части Припятского прогиба, особенно в Северной прибортовой зоне, где расположено Березинское нефтяное месторождение.

Эти образцы пород использовались при выполнении опытов 1, 1а, 2, 3, 3а (**табл. 1**). Для оценки результатов взаимодействия с терригенными породами использованы образцы глинисто-мергельных пород межсолевого комплекса Южной части Припятского прогиба скв. 1 Западно-Валавская (**рис. 1**). С указанными образцами выполнялись исследования по опытам 4, 4а, 5, 5а, 6, 6а и 7.

В качестве контактного раствора применялся рассол, приготовленный методом растворения галита лебедянской соленосной толщи (скв. Полесская-5, интервал 2618–2632 м). Исходный раствор оказался хлоридно-натриевого состава с минерализацией 314,9 г/дм³ (**табл. 1**, опыт 8), близок по составу к подземным водам Припятского прогиба (опыт 9). Раствор, разбавленный в 2 раза и пресная дистиллированная вода послужили в качестве контактных растворов для опытов с разной минерализацией.

Анализируя образец пластовой воды из скв. 5 (образец 9) по сравнению с исходным при-

готовленным контактным рассолом (образец 8) отмечается несколько большая минерализация – 341 г/дм³ против 314,9 г/дм³, присутствие в составе йода, брома, более высокая обогащенность радием, а также хлоридный кальциево-натриевый состав по сравнению с хлоридным натриевым образца 8. Приготовленный контактный исходный рассол минерализацией 314,9 г/дм³, химического состава, приведенного в таблице по опыту 8 использованы в эксперименте по опытам 1, 1а, 6, 6а, 7.

Для оценки реальной картины взаимодействия с горными породами контактных флюидов разной минерализации кроме рассолов с минерализацией 314,9 г/дм³ использовалась пресная дистиллированная вода (опыты 2, 3, 3а, 4, 4а), а также разбавленный в 2 раза исходный рассол, минерализацией 157 г/дм³ в опытах 5, 5а.

Использованная порода представлена плотная, кристаллическими доломитами (опыты 1–3а) и плотными аргиллитами и мергелями (опыты 4–7). В сосуд объемом 3 дм³ помещалась измельченная порода (фракция не более 0,2–0,3 см) массой 3–3,5 кг и заливался контактный раствор объемом 1,7 дм³.

Содержимое выдерживалось в лабораторных условиях с периодическим встряхиванием при комнатной температуре продолжительностью 50–60 суток (опыты 1, 2, 3, 4, 5, 6) и параллельно с теми же исходными данными продолжительностью в 2 раза большей – 97–120 суток (опыты 1а, 3а, 5а, 6а, 7). Это позволяет более детально проследить отдельные вопросы изменения химического состава контактного раствора.

Во всех опытах определялся общий химический состав раствора, минерализация, плотность, жесткость, содержание радиоактивных элементов. В опыте 7 для изучения воздействия нефти на систему «порода – вода» при таких же исходных данных, как в опытах 6, 6а, добавлялась нефть из скв. 8 Мармовичского месторождения (**рис. 1**). Нефть отобрана из межсолевой залежи из интервала 2684–2636 м. Характеризуется плотностью 0,846 г/см³ с содержанием серы – 0,19%, парафина – 4,82%, смол силикагелевых – 11,14%, вязкостью – 11,27 сСт при 20 °С. Экспериментальный объем в опытных образцах состоял из 3–3,5 кг породы, 1,7 дм³ контактного водного флюида, а в опыте 7 в дополнение добавлено 1,5 дм³ нефти.

Обобщая полученный результат, можно сделать некоторые выводы и отметить закономерности взаимодействия системы «порода – вода». При контактировании кавернозно-порового доломита, засоленного галитом, из воронежского горизонта скв. 15 Северо-Домановичской площади с рассолом минерализацией

314,9 г/дм³ на протяжении 50 и 120 суток (опыты 1, 1а) существенных отличий в их химическом составе не установлено. Незначительное увеличение минерализации на 3,3–3,5 г/дм³ по сравнению с исходным рассолом (опыт 8) связано с увеличением концентрации сульфатов (на 1,6–1,8 г/дм³), хлора (на 0,47 г/дм³), натрия + калия (на 0,3–0,63 г/дм³), кальция (на 0,6 г/дм³). Отмечено некоторое снижение концентрации аммония и магния при увеличении продолжительности контактирования (опыт 1а). Содержание радиоактивных элементов в рассолах увеличилось по сравнению с первоначальной концентрацией, особенно радия, превысившего в 10 раз исходную его концентрацию, а урана – в 2 раза. Следует отметить, что в опытах 1, 1а концентрация радиоактивных элементов, в частности радия, существенно выше по сравнению с остальными опытами, даже в случае контактирования с терригенными породами, характеризующимися большей концентрацией радиоактивных элементов. Это можно объяснить тем, что вторичные образования, выполняющие каверны доломита, по-видимому, содержат радиоактивные элементы в более высоких концентрациях, поскольку в целом карбонатные породы Припятского прогиба характеризуются весьма низкими концентрациями урана и радия [1].

По результатам опыта по определению особенностей взаимодействия пресных вод при

Рис. 1.

Припятский прогиб. Схема распределения участков исследования



контактировании с засоленным доломитом задонско-елецких отложений верхнего девона скв. 16,17 Березинской площади установлено, что пресная вода обогащается солями до минерализации 110–154,7 г/дм³ (продолжительность 54 сут) и 266,4 г/дм³ (98 сут). Полученный рассол в процессе выдержки первого периода (54 сут) характеризуется хлоридно-натриевым составом с содержанием натрия + калия (41–59,6 г/дм³), хлора (63–92,4 г/дм³), сульфатов (1,5–5,3 г/дм³), кальция (0,4–1 г/дм³). Содержание радия в растворах повысилось незначительно и не превышает $1,46 \cdot 10^{-11}$ г/дм³.

При более продолжительной выдержке (98 сут, опыт 3а) контактный раствор засолился в большей мере и минерализация его составила 266 г/дм³. Обогащение происходит пропорционально почти по всем элементам, за исключением радия, концентрация которого незначительно уменьшилась.

Вторая часть опытов выполнена с использованием глинисто-мергельных пород задонско-елецкого горизонта верхнего девона из скв. Западно-Валавская 1 (интервал 3520–3536 м).

Для пресного раствора (опыты 4, 4а) отмечено некоторое уменьшение взаимодействия минерализации раствора с 13,08 г/дм³ (53 сут) до 10,8 г/дм³ (97 сут). Это уменьшение произошло преимущественно за счет таких элементов как натрий + калий и хлор, и в меньшей мере – по остальным элементам, а по радиоактивным элементам отмечается увеличение концентрации, особенно существенно для урана (опыт 4а).

Для раствора средней минерализации (5, 5а) отмечена тенденция ее роста во времени

№ опыта	Площадь	Скважина, горизонт, интервал, порода	Контакты флюид. минерализация	Период взаимодействия, сут	d, г/см ³	M, г/дм ³	Ж, мг-экв дм ³	Содержание, мг/дм ³									Радиоактивные элементы, г/дм ³			
								HCO ₃	SO ₄	Cl	Br	J	Na+K	Ca	Mg	NH ₄	UЧ10 ⁻⁷	Ra Ч10 ⁻¹²		
1		Скв. 15, D ₃ vr 2377 – 2399 м Доломит	рассол 314,9	50	1,198	318,4	64	191430	сл.	отс.	123719	801,6	291,8	21,6	21	23,2				
1a		Скв. 15, D ₃ vr 15,2377 – 2399 м Доломит	рассол 314,9	120	1,200	318,2	40	191430	отс.	отс.	124135	801,6	отс.	7,3	62	32,4				
2		Скв. 16, D ₃ zd-el 2065–2088 м Доломит	дистиллированная вода	54	1,073	110,1	110	63101	31,9	отс.	40996	401	отс.	7,2	н.опр.	2,51				
3		Скв. 17 D ₃ zd-el 1663–1707 м Доломит	дистиллированная вода	54	1,10	154,7	50	92453	42,6	отс.	59609	1002	отс.	отс.	н.опр.	14,6				
3a			дистиллированная вода	98	1,17	266,4	40	160234	63,9	отс.	103792	601	121,6	14,4	7,9	9,05				
4			дистиллированная вода	53	1,007	13,08	70	5672	71,9	5,0	3353	1122	170,2	7,2	26	1,88				
4a			дистиллированная вода	97	1,007	10,8	60	4254	61,3	4,0	2656,5	1002	121,6	7,2	36,5	4,02				
5		Скв. 1 D ₃ zd-el 13520–3535 Глинисто-мергельная порода,	рассол 157,7	50	1,005	163,98	170	95715	79,9	5,1	60388	2805	365	14,4	2,3	7,2				
5a			рассол 157,7	120	1,12	169	200	99260	69	2,5	61851	2805	729	28,8	26	8,99				
6			рассол 314,9	50	1,199	312,6	150	187318	101	4,2	119508	2204	486	28,8	1,8	15,1				
6a			рассол 314,9	120	1,203	319,2	160	191430	отс.	отс.	121900	2405	486	28,8	3,9	11,6				
7			рассол 314,9, нефть	120	1,162	251,2	240	150308	101	1,7	93465	3206	973	43	15	12,8				
8		Скв. 5, D ₃ lb, 2618–1632 м Галит	растворение галита	–	1,192	314,9	23,3	190958	отс.	отс.	123448	200	162	отс.	2,9	3,24				
9		Скв. 5, D ₃ zd-el 2734–2799 м	пластовая вода	–	1,243	341	3417 98	213395	29,70	39	59622	56556	7230	912	2	200				

Примечание: d – плотность, г/см³; M – минерализация, г/дм³; Ж – жесткость, мг-экв/дм³

Таблица 1.
Химический состав опытных экспериментальных флюидов, взаимодействовавших с горными породами

от 164 г/дм³ до 169,1 г/дм³ с возрастанием концентрации таких компонентов как сульфаты, хлор, натрий + калий, магний, аммоний, уран и снижением концентрации брома и йода. Для рассолов максимальной концентрации (опыты 6, 6а) отмечается увеличение минерализации во времени до 319,2 г/дм³ за счет таких компонентов как натрий + калий, хлор, кальций. Отмечается тенденция к уменьшению концентрации таких элементов как йод и бром.

В целом по результатам опытов по взаимодействию терригенной породы с водами различной минерализации можно отметить, что с увеличением периода взаимодействия системы горные «породы – вода» минерализация контактного раствора увеличивается на 4–13 г/дм³ с сохранением тенденции уменьшения интенсивности соленасыщенности при возрастании минерализации. Установлено, что контактные растворы обогащаются такими микрокомпонентами как йод, бром, аммоний. Особенно интересное поведение радиоактивных элементов в процессе опыта. На **рис. 2а** изображено изменение концентрации урана в контактном растворе в зависимости от продолжительности взаимодействия. С увеличением минерализации контактного раствора, обогащенность его ураном уменьшается, как для периода контактирования 50 сут, так и для 90–120 сут. Минерализация вод не способствует процессу обогащенности их ура-

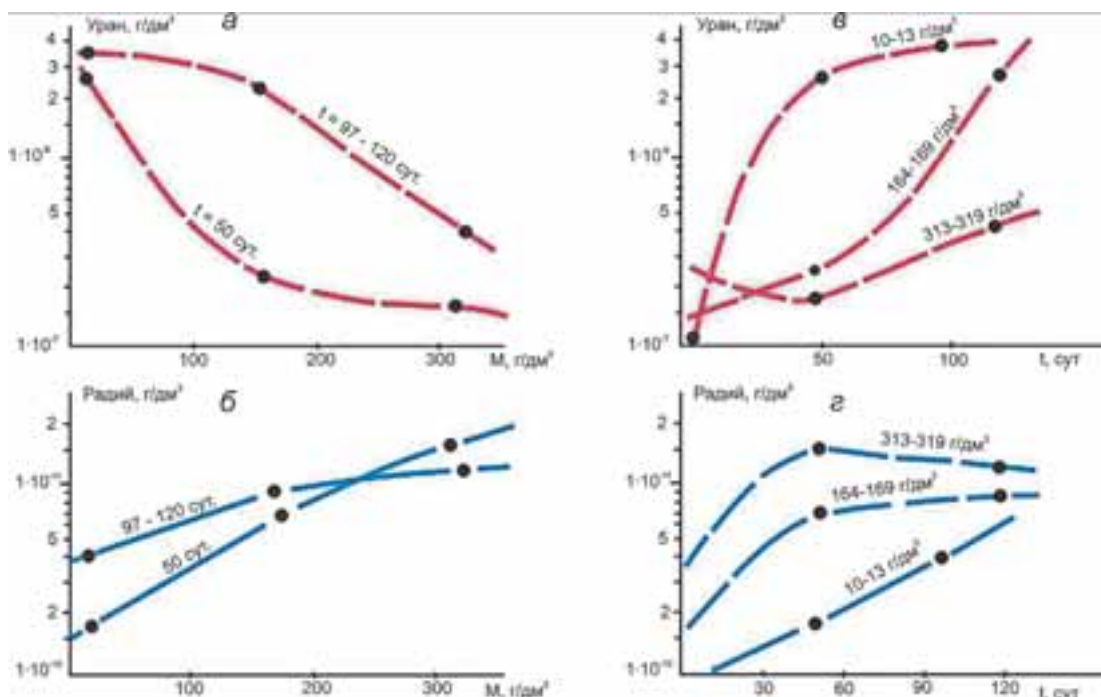
ном, что отмечается также и для пластовых вод Припятского прогиба [1]. Совершенно противоположные закономерности обогащенности контактных растворов радием (**рис. 2б**). С увеличением минерализации растворов концентрация радия возрастает от значений $1,88 \cdot 10^{-12}$ г/дм³ до $15,1 \cdot 10^{-12}$ г/дм³. Следует отметить, что во всех случаях образцы горных пород характеризуются одинаковой фоновой концентрацией радиоактивных элементов, составляющей по данным рентгеноспектрального анализа 2–11·10⁻⁴% урана и 12–13·10⁻⁴% тория.

При анализе обогащенности контактных растворов в зависимости от продолжительности взаимодействия тенденция более интенсивного обогащения ураном менее минерализованных и пресных вод сохраняется. Для пресных вод обогащение ураном происходит наиболее интенсивно в первые 50 суток, а в последующий период интенсивность обогащения существенно снижается. Для рассолов с минерализацией 169 и 312 г/дм³ рост концентрации урана в первые 50 суток происходит весьма слабо, а основной рост концентрации происходит в последующие 50 суток (**рис. 2в**).

Интенсивность накопления радия в контактных растворах характеризуется другими особенностями. Для минерализованных растворов основной рост концентрации радия наблюдается в первые 50 суток (**рис. 2**). В последующий пери-

Рис. 2.

Зависимость концентрации урана и радия в экспериментальных растворах от их минерализации и продолжительности взаимодействия



од интенсивность обогащения стабилизируется. Обогащение пресных вод происходит в основном равномерно, однако за тот же период взаимодействия концентрация радия не достигает ее величины в минерализованных растворах, поскольку более минерализованные рассолы более интенсивно обогащаются радием, что характерно и подтверждается фактическим материалом по радиенасыщенности подземных вод Припятского прогиба.

Опыт по изучению взаимодействия системы «порода – вода» был усложнен с целью изучения влияния на взаимопереход элементов добавкой нефти, в соответствии с рассолом примерно в пропорции 1:1. Остальные исходные данные соответствуют опытам б, ба. В результате выполненного опыта установлено, что нефть существенно не изменяет условия обогащения растворов микро- и макроэлементами. Исключения составляют такие элементы, как йод, бром, аммоний и частично уран.

Установлена повышенная обогащенность контактного раствора бромом, составляющая 101 мг/дм³ аммонием, достигшая 43,2 мг/дм³. Несколько повышенными концентрациями аналогичного опыта ба без нефти, однако концентрации радия являются ниже фоновых для рассолов Припятского прогиба.

Выводы

В целом по результатам выполнения работ по изучению взаимодействия системы «порода –


вода – нефть» можно сделать следующие основные выводы.

1. Химический состав контактных растворов незначительно меняется с увеличением минерализации. Интенсивность обогащения растворов солями более контрастна для низкоминерализованных и пресных вод.

2. При контактировании засолоненных пород с растворами разных минерализаций происходит закономерное обогащение их хлоридно-натриевыми солями, в отдельных случаях радиоактивными элементами в пределах фона.

3. Обогащение растворов ураном и радием находится в зависимости от их минерализации и продолжительности взаимодействия. С увеличением минерализации растворов миграционные свойства урана уменьшаются, а радия увеличиваются. Продолжительность контактирования оказывает положительное влияние на переход из породы в раствор урана и радия.

4. В опыте «порода – вода – нефть» отмечается некоторое обогащение раствора аммонием, йодом, бромом, увеличение жесткости, незначительное обогащение ураном и радием.

В заключение необходимо отметить, что поскольку условия проведения эксперимента отличаются от естественных, установленные закономерности не могут быть перенесены на природный процесс в полной мере, однако позволяют выяснить отдельные вопросы формирования компонентного состава флюидов в системе «порода – вода – нефть». 

Литература

1. Богомолов Г.В., Грибик Я.Г. Радиоактивность подземных вод, как поисковый критерий нефтегазоносности (на примере Припятского прогиба). Минск: Наука и техника. 1982. 148 с.

UDC 551.734(476-13)

Ya.G. Gribik, Head of the Laboratory of Geotectonics and Geophysics of the Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus¹, yaroslavgribik@tut.by

¹Institute for Nature Management. Republic of Belarus, 220114, Minsk, F. Skoriny street 10.

Evaluation of relationships in the system rock-water-oil in the conditions of the Pripyat trough

Abstract. The article presents the results of laboratory researches of the ratio of test samples of the Pripyat trough in the system rock–water–oil. There is direct dependence of a range of chemical micro – and macroelements from the contact time, mineralization of fluids and participate in the process of hydrocarbon component.

Keywords: rock; dolomite; formation water; brine; oil; micro– and macro–chemical elements.

References

1. Bogomolov G.V., Gribik Ya.G. *Radioaktivnost' podzemnykh vod, kak poiskovyy kriteriy neftegazonosnosti (na primere Pripiatskogo progiba)* [Radioactivity of groundwater as a search criterion for oil and gas content (on the example of the Pripyat Trough)]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1982, 148 p.



А.В. Арутюнян
канд. геол.-мин. наук
Национальный Политехнический университет Армении¹
доцент кафедры недрологии и охраны окружающей среды
avhk@seua.am

Вновь о мантийной теории и дегидратации

¹Республика Армения, 0009, Ереван, ул. Теряна 105

В первом номере прошлого года в рубрике «Дискуссионный клуб» была опубликована статья А.В. Арутюняна «Дегидратация пород как источник генезиса геофлюидов, углеводородов, алмазоносных структур, грязевых вулканов и месторождений благородных металлов в различных регионах Земли». Сегодня автор отвечает на аргументированные возражения своего оппонента Б.Р. Кусова («Дегидратация пород как «панацея» для всей геологии», «Недропользование XXI век», 2017, № 3, С. 121)

Ключевые слова: геофлюиды; углеводороды; алмазоносные структуры; кимберлиты; серпентинизация

Уважаемый Батрбек Рамазанович, постараюсь коротко ответить на поставленные вами вопросы.

«Что понимает автор статьи под термином «геофлюиды»? Из текста статьи вытекает, что вода, газы, углеводороды и водород таковыми не являются.»

Именно перечисленное – является геофлюидами (можно посмотреть наши публикации 2010, 2013, 2017 гг. и др.). При миграции в верхние горизонты по глубинным разломам геофлюиды оснащаются различными вышележащими элементами и компонентами, которые вовлекаются (растворяются) в геофлюиды. Различный состав геофлюидов в различных регионах можно объяснить различным составом земной коры.

«Работы по изучению свойств горных пород при высоких термобарических условиях является показателем развитости стран мира...»

Область высоких давлений и температур – сложная, для моделирования глубины 30–50 км и исследования упруго-плотностных, электрических, магнитных, пластических и другие свойства вещества требуются специальные установки. В советские времена такие установки (для изучения геофизических вопросов) существовали в ИФЗ (проф. М.П. Воларович), в Киеве (Т.С. Лебедев), в Раменском отделении ВНИИгеофизика (Г.М. Авчян). Позже аналогичные установки были созданы в Ереване, по понятным причинам сегодня они не действуют.

Исследования при высоких РТ-условиях проводятся в США, Японии, Англии, Германии. Сегодня, насколько мне известно, большого размаха такие исследования достигли в Китае.

«Уместно задать вопрос – с какой целью и кому делалось такое предложение? Если исследователь к двум взаимоисключающим гипотезам добавляет третью – без критического анализа двух первых.»

Предложенная нами концепция является ветвью неорганической глубинной мантийной гипотезы, согласно которой УВ, алмазы и все остальное – формируются на глубинах 200–300 км и по дегазационным трубкам поднимаются на поверхность, основным источником водорода является мантия. Мы не исключаем и такой генезис УВ и алмазов, но представляем концепцию, согласно которой дегидратация на различных глубинах, в пределах земной коры, в разных регионах мира также генерирует водород, УВ, алмазы и др., и предлагаем обсуждать генезис конкретных месторождений (например,

гигантских месторождений, окружающих Атлантический океан, гигантских месторождений в пределах континентальной коры, находящихся в пределах впадин, например, Прикаспийской). Критический анализ двух взаимоисключающих гипотез известен и продолжается со давних времен. Поэтому в нем нет надобности.

«По главной идее статьи – дегидратация как панацея для всей геологии – заметим, что автор статьи не смог четко определить, где причина, а где следствие в тех многочисленных процессах, о которых он пишет. Например, “процессы серпентинизации ... и десерпентинизации ... играют большую роль при формировании геоструктур и геодинамических процессов, как в океанической, так и в континентальной коре”. Разве какие-нибудь процессы могут играть большую роль в формировании геоструктур, минуя геодинамические процессы? Ведь геологические структуры есть продукт геодинамических процессов.»

Процесс дегидратации (десерпентинизации) и есть геодинамический процесс, который мгновенно вызывает взрыв с высвобождением водорода. Вследствие взрыва образуются геоструктуры: кимберлитовые структуры (если взрыв происходит не глубоко от поверхности), мгновенно дегидратирующаяся масса превращается в магматический очаг. Магматические очаги образуются и на стыке океанической и континентальной коры (под склонами и шельфом), вследствие латерального давления – в 3 серпентинизированном слое океанической коры (Асланян, Арутюнян, 1988). Генезис УВ в процессе серпентинизации в океанической коре подробно рассматривается в публикации (Дмитриевский А.Н. и др., 2002).

«Кроме того, автор статьи в качестве первой версии образования серпентинизированных пород и на различных глубинах земной коры называет тектонические (геодинамические) процессы.»

Многokrатно было отмечено, что мы не занимались исследованием процесса серпентинизации. По имеющимся данным, по генезису серпентинитов имеются 3 версии, одна из них – формирование серпентинизированных пород в океанической коре, которая, по всем фактическим данным, и является приоритетной.

Тектонические процессы вызывают изменение термобарических РТ-условий на различных глубинах коры. Десерпентинизация происходит там, где температура доходит до 500 °С. Происходит взрыв и все остальное...

«Противоречивые утверждения характерны для статьи в целом. Например: “В задачу изучения нефтегазоносных бассейнов необходимо включать не только выявление нефтегазоматеринских пород, коллекторских толщ, покрышек и ловушек, но и очагов нефтегазообразования, возможных путей миграции новых порций нефти и газа, установление месторождений, которые расположены на этих миграционных путях и имеют современную подпитку». А на рис. 1 видим, что УВ образуются из водорода, образующегося при дегидратации пород, который, мигрируя вверх, где-то встречается с углеродом. В этой схеме нет места нефтегазоматеринским породам. В связи с этим непонятно, что, по мнению А. Арутюняна, должны делать геологи-нефтяники – выявлять нефтегазоматеринские породы, коллекторские толщи, покрышки и ловушки или “устанавливать месторождения, которые расположены на этих миграционных путях”».

О выявлении нефтегазоматеринских пород и речи не может быть, очагом нефтегазообразования является дегидратирующаяся масса. Коллекторские толщи, покрышки и ловушки, если они заполнены углеводородами, фиксируются детальными сейсмическими методами, пониженными скоростями сейсмических волн (СПС), эта один из предложенных нами критериев. Повторю – очагом нефтегазообразования является дегидратирующаяся масса серпентинизированных пород. Генерируется водород и водородсодержащие компоненты, которые соединяются с углеродсодержащими компонентами (карбиды, газы, содержащие углерод, и т. д.). Разломы – пути миграции геофлюидов, УВ и т. д. В верхних частях коры происходит их дифференциация – как в трещиноватых гранитах, так и в осадочных слоях, обладающими коллекторскими свойствами. Современную подпитку (как в Грозненских скважинах) имеют не все месторождения. Выявление геофизиками слоев с пониженными скоростями на верхних горизонтах коры является одним из признаков возможного наличия нефтегазоносной структуры.

«Содержание рис. 1 тоже вызывает вопросы. По сути – это классификация последствий (веществ, объектов) дегидратации пород. В то же время, не соблюдается главный принцип любой классификации – отнесение объектов (явлений, событий) к различному классу по единому списку показателей (критериев). На рис. 1 видим, что по мнению автора статьи, дегидратация пород имеет два прямых, непосредствен-

ных следствия – образование пустых кимберлитов, если очаг расположен неглубоко и образование алмазоносных кимберлитов, где молекулы воды и УВ в алмазах. Магматические лавы с алмазами на рис. 1 стоят особняком и являются вторыми производными от дегидратации. Невозможно понять, по какому критерию выполнена классификация – по глубинности, по наличию молекул воды и УВ в алмазах или по причинности (непосредственно предшествующее событие)».

Согласно публикациям, всего 2–3% кимберлитов являются алмазоносными. Алмазоносные кимберлиты образуются при дегидратации, если

Мы представляем концепцию, согласно которой дегидратация на различных глубинах, в пределах земной коры, в разных регионах мира также генерирует водород, УВ, алмазы и др., и предлагаем обсуждать генезис конкретных месторождений (например, гигантских месторождений, окружающих Атлантический океан, гигантских месторождений в пределах континентальной коры, находящихся в пределах впадин, например, Прикаспийской)

взрыв достаточно сильный – образуются алмазы из различных углеродсодержащих компонентов. А если сила взрыва недостаточна для образования алмазов, образуется кимберлит без содержания алмазов. Сила взрыва может зависеть от объема дегидратирующейся массы, от степени серпентинизации и т. д. Состав кимберлитов – породы основного и ультраосновного состава, в том числе базальты и серпентинизированные ультрабазиты (дегидратация, по видимому, происходит не по всему объему структуры), породы частично выносятся и видны в составе кимберлитовой структуры. Надо отметить, что в кимберлитах часто встречаются и минерализованные воды и углеводороды (например, трубка Удачная), которые, согласно представленной концепции, являются компонентами дегидратации.

При глубоком заложении десерпентинизирующиеся массы образуют не выходящие на поверхность структуры.

Наличие молекул воды и УВ в алмазах объясняется одновременным формированием воды, алмазов и УВ(об этом неоднократно указано в статьях).

Лавы с алмазами – иногда магма с содержанием алмазов, которые являются продуктами дегидратации, извергает на поверхность.


«Каким образом удаление воды (дегидратация) из какой-то породы приводит к образованию кимберлитов, будь то алмазоносных или пустых?»

Неоднократно было отмечено: дегидратирующаяся масса пород представлена серпентинизированными в разной степени ультрабазитами, которые, согласно публикациям, содержат около 13% конституционной воды. Механизм формирования кимберлитов был представлен.

«Пытаясь убедить читателей в причастности дегидратации пород к формированию месторождений благородных металлов, автор статьи пишет: “По современным данным, 1 л морской воды содержит 0,0001 мгр золота (1 км³ воды содержит 100 кг золота). Естественно полагать, что вследствие закрытия океанов содержащиеся в палеоокеанической воде золото и другие металлы законсервировались на глубоких горизонтах уже сформировавшейся континентальной коры”. И далее утверждает, что геофлюиды и УВ, образующиеся при дегидратации пород, вовлекают в свой состав законсервированные благородные металлы и мигрируют в верхние горизонты коры. Здесь то-

же возникает немало вопросов. Из каких источников известно автору статьи, что палеоокеаническая вода тоже содержала золото и другие металлы, как и современная океаническая вода? Ведь по утверждению автора, палеоокеаническая вода вследствие закрытия океанов испарилась и все, что было в ней, “законсервировалось на глубоких горизонтах”. Хотелось бы узнать, что автор имеет в виду под закрытием океанов, когда имел место этот процесс, и как он установил его, и когда они снова открылись. Или до сих пор они остаются закрытыми?»

Есть многочисленные публикации и фактические данные о нахождении реликтов океанической коры в пределах земной коры (на территории Армении – на северо-востоке озера Севан) – видны прямо на поверхности. Реликты палеоокеанической коры представлены разными серпентинитами и серпентинизированными ультрабазитами (часть офиолитов), корни которых находятся в глубинах земной коры. Рекомендую посмотреть статью (В.П. Гаврилов, 2008), где показано, как под Каспием океаническая кора субдукцируется (пододвигается) под континентальную. По нашим представлениям, серпентинизированные породы океанической коры здесь же дегидратируют, вследствие чего образуется нефтегазовый бассейн – Прикаспийская впадина. Законсервированная в серпентинитах вода не содержит золото. Золото и все остальное вовлекаются в геофлюиды при миграции в верхние горизонты коры.

Океаны закрылись частично, так что естественно полагать, что состав воды многие миллионы лет был одинаков. Закрытие и открытие океанов не я придумал – это есть в публикациях известных специалистов, начиная с 1960 г. 

UDC 553.24:553.21/24:553.9

A.V. Harutyunyan, PhD, Associate Professor, Department of Geology and Environment of National Polytechnic University of Armenia¹, avhk@seua.am

¹105 Teryan street, Yerevan, 0009, Armenia.

Again about Mantle Theory and Dehydration

Abstract. In the first issue of last year in the rubric “Discussion Club” was published an article by A.V. Arutyunyan “Dehydration of rocks as a source of genesis of geofluids, hydrocarbons, diamondiferous structures, mud volcanoes and deposits of precious metals in various regions of the Earth”. Today, the author answers the argued objections of his opponent, B.R. Kusova (“Dehydration of rocks as a panacea “for all geology”, “Subsoil use of the XXI century”, 2017, no. 3, p. 121)

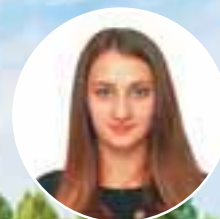
Keywords: geofluids; hydrocarbons; diamondiferous structures; kimberlites; serpentinification.



А.И. Гавришин
д-р геол.-мин. наук
Южно-Российский государственный
политехнический университета
им. М.И. Платова¹
профессор кафедры прикладной
геологии
agavrishin@rambler.ru



Е.С. Торопова
Южно-Российский государственный
политехнический университета
им. М.И. Платова¹
студентка
toropova_e.s@mail.ru



В.Е. Борисова
Южно-Российский государственный
политехнический университета
им. М.И. Платова¹
студентка
lokmail@mail.ru

Об ухудшении качества подземных вод в Восточном Донбассе

¹Россия, 346428, Ростовская обл., Новочеркасск, ул. Просвещения 132.

Восточный Донбасс является старейшим районом добычи угля, где долгое функционирование угледобывающей промышленности, а затем ликвидация шахт привели к загрязнению, как подземных вод, так и окружающей среды в целом

Ключевые слова: Восточный Донбасс; G-метод; химический состав; подземные воды

Восточный Донбасс является высоко индустриальным регионом. Здесь расположено множество разнообразных промышленных предприятий, которые оказывают интенсивное негативное влияние на состояние всех компонентов окружающей среды. В данной работе основное внимание уделено изменениям геологической среды, в первую очередь – ухудшению качества подземных вод от воздействия предприятий угледобывающего и углеперерабатывающего комплексов. Прежде всего, необходимо отметить действующие и недавно ликвидированные угольные шахты (более 60 единиц), давно закрытые и брошенные шахты (около 200 единиц), породные отвалы шахт (около 500

единиц), пруды-отстойники и др. Указанные факторы формируют мощные потоки загрязнения воздушной, водной и геологической сред, деформацию зданий, сооружений и коммуникаций и многие другие отрицательные последствия [1–9].

В статье описаны основные закономерности формирования химического состава грунтовых вод по результатам опробования 108 источников и колодцев за 20-летний период (1950–1960-е гг., далее в таблицах и в тексте – 1955 г.), когда угледобывающая промышленность интенсивно развивалась, и по результатам 240 анализов вод из скважин и колодцев, опробованных в 2015 г, когда большинство угольных шахт было ликвидировано.

Методика исследований

Выявление и количественное описание гидрогеохимических закономерностей выполнено с применением компьютерной технологии AGAT-2, реализующей G-метод классификации многомерных наблюдений (выделение одно-

родных совокупностей), который основан на оригинальном критерии Z² [2, 3].

G-метод был широко использован для построения классификаций и описания пространственно-временных закономерностей формирования объектов и систем на Земле, Луне, Мар-

Таблица 1.

Состав однородных гидрогеохимических видов подземных вод (1950–1960 гг.)

Вариант	Вид	Компонент (мг/л и % - моль)						M	pH
		HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na		
1	1.12	242	86	33	75	18	39	398	7,2
		59	27	14	55	21	24		
	1.14	219	349	51	72	47	91	776	7,6
		29	59	12	32	35	33		
	1.10	232	217	37	83	24	89	613	7,0
		41	48	11	42	20	38		
	1.02	335	298	45	103	37	121	829	7,1
		42	48	10	39	23	38		
	1.04	359	270	54	150	51	42	865	7,5
		45	43	12	55	32	13		
	1.05	337	504	42	145	46	164	1080	8,0
32		61	7	40	22	38			
1.03	323	483	103	135	47	188	1180	7,0	
	29	55	16	37	21	42			
1.08	439	456	53	87	52	233	1210	7,1	
	40	52	8	24	23	53			
1.17	393	580	94	216	61	134	1390	7,3	
	30	57	12	50	24	26			
1.01	368	700	47	141	63	238	1470	7,3	
	27	66	6	32	23	45			
1.11	541	613	107	125	58	349	1550	7,0	
	36	52	12	24	19	57			
2	1.13	236	819	78	283	76	116	1710	7,3
		17	74	9	56	25	19		
	1.16	370	820	107	160	70	317	1810	6,1
		23	65	12	30	21	49		
	1.06	378	1050	92	177	86	362	2070	7,2
20		71	8	28	23	49			
3.01	404	1460	140	303	115	391	2810	7,0	
	16	74	10	37	23	40			
A.3	134	4200	70	445	122	1370	6520	6,0	
	2	95	2	25	11	64			
3	1.15	392	187	123	100	26	169	855	7,1
		47	28	25	35	25	50		
	1.07	350	348	177	158	58	140	1100	7,0
		32	40	28	43	26	31		
	1.09	365	678	174	207	73	226	1720	7,1
		24	56	20	40	24	36		
2.01	583	989	343	203	87	556	2590	7,1	
	24	52	24	25	18	57			
A.1	457	1230	460	295	125	506	3082	7,2	
	16	56	28	32	22	46			
A.2	744	1390	1300	206	231	1156	5588	7,0	
	16	37	47	13	25	62			
4	A.4	733	144	21	160	29	120	870	6,8
		77	19	4	51	15	34		

ЭКОЛОГИЯ

Направление	pH	HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	Fe	M
1	6,0	360	2515	266	349	205	730	11,1	4450
		9	80	11	26	26	48		
2	7,6	516	1577	730	290	138	873	3,4	4235
		14	53	33	23	18	59		
3	7,8	487	1489	1396	179	124	1370	1,6	5055
		10	40	50	11	13	76		
4	7,6	1217	1105	885	107	84	1350	1,1	4566
		29	34	37	8	10	82		

Таблица 2.

Средний химический состав шахтных вод по главным гидрогеохимическим направлениям изменений состава (мг и %-моль)

се, Сатурне, астероидах и в дальнем космосе. G-метод характеризуется следующими наиболее важными свойствами: построение классификации многомерных наблюдений при отсутствии априорных сведений о таксономической структуре наблюдений (задача без учителя); использование зависимых признаков; выделение таксонов различного уровня детальности; оценка

сходства-различия между однородными таксонами; определение информативности признаков.

Кроме G-метода при интерпретации гидрогеохимических данных применены разнообразные математико-статистические процедуры, в том числе корреляционный и регрессионный анализы.

Таблица 3.

Состав однородных гидрогеохимических видов подземных вод в 2015 г.

Вариант	Вид	Компонент (мг/л и %-моль)						M	pH
		HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na		
1	1.04	289	267	288	102	39,9	229,72	1215	7,63
		26	30	44	28	18	54		
2	1.05	384	785	170	188	85,8	250,4	1863	7,45
		23	60	17	34	26	40		
	1.01	504	1560	199	302	146	439,3	3150	7,26
		18	70	12	33	26	41		
	1.12	596	1760	218	376	163	464	3577	7,81
		19	70	11	36	26	38		
	1.08	577	2100	147	494	209	350	3877	7,13
		17	76	7	43	30	27		
2.01	656	2360	133	504	298	314	4265	6,63	
	17	77	6	40	31	21			
5.01	634	2660	270	363	188	911	5026	7,10	
	14	76	10	25	21	54			
3.01	669	3480	367	371	174	1397	6458	7,06	
	12	77	11	20	15	65			
3	1.14	260	488	825	152	61,8	573	2360	7,47
		11	27	62	20	14	66		
	6.01	203	838	593	324	83,1	330,4	2371	6,40
		9	47	44	43	18	39		
	1.10	423	1160	481	407	199	177,5	2847	7,28
		16	54	30	46	37	17		
1.07	368	1250	583	367	136	433	3137	7,25	
	12	54	34	38	23	39			
1.15	508	1990	557	335	211	716,3	4317	7,41	
	13	63	24	26	27	47			
4.01	238	1740	935	321	162	849,6	4246	6,98	
	6	54	40	24	20	56			
4	1.13	496	233	24,3	60,4	32,2	183,2	1029	7,55
		59	36	5	22	20	58		

Вариант	Компонент (мг/л и % - моль)						М
	HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	
1	289 26	267 30	288 44	102 28	40 18	230 54	1215
2	574 17	2101 72	215 11	371 33	181 25	589 41	4031
3	333 11	1244 50	662 39	318 33	142 23	513 44	3213
4	496 59	233 36	24 5	60 22	32 20	183 58	1029

Таблица 4.
Средние значения компонентов по вариантам изменений состава грунтовых вод Восточного Донбасса в 2015 г.

В название вод ионы включаются при содержании более 25 %-молей и компоненты располагаются в порядке возрастания содержаний.

Результаты исследований

Многие шахты Восточного Донбасса имеют глубину до 400–500 м, и только отдельные шахты вели отработку глубоких угольных горизонтов на глубине более 600 м. В геологическом отношении район приурочен преимущественно к Невсетаевской синклиналиной структуре.

Наиболее детальные и практически интересные результаты по данным опробования в 1950–1960-е гг. получены после выделения и анализа однородных гидрогеохимических видов с помощью многомерного классификационного G-метода по компьютерной программе AGAT-2 (табл. 1, 2).

Расположение гидрогеохимических видов по мере возрастания минерализации и анализ графиков в координатах: «минерализация – содержание компонентов» позволило выделить четыре основных варианта закономерных из-

менений содержаний ионов, которые довольно существенно отличаются по своим параметрам и происхождению (табл. 1).

По первому гидрогеохимическому варианту (66% проб) под влиянием природных факторов наиболее существенный вклад в минерализацию вод вносят сульфат-ион, натрий и магний. На фоне общей природной закономерности формирования среднеминерализованных вод за счет нарастания содержаний SO₄ в зоне аридного климата определенную роль начинает играть влияние сульфатных шахтных вод на состав подземных вод.

Во второй гидрогеохимический вариант (17% проб) выделены виды 1.13, 1.16, 1.06, 3.01 и А.3 (табл. 1), которые представляют собой по составу практически шахтные воды с пониженным значением рН и очень высокими концентрациями SO₄ до 4,2 г/л (минерализация до 6,0 г/л).

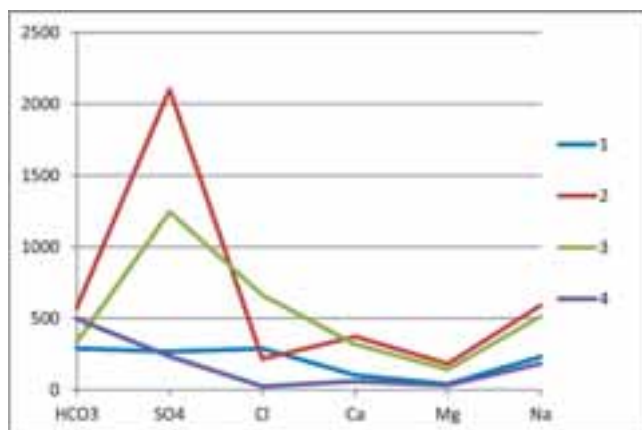
В третьем гидрогеохимическом варианте (16% проб) оказывают влияние не только сульфатные шахтные воды, но и приток подземных вод с повышенным содержанием хлор-иона. Гидрогеохимические виды 1.09, 2.01, А.1, А.2 по составу приближаются к шахтным водам второго и третьего направлений изменений состава.

Среди подземных вод района обнаружена одна проба содового состава, которая классифицирована, как аномальное наблюдение А.4 (табл. 1) и выделена в четвертый вариант.

Для Восточного Донбасса четко фиксируется важная роль сульфатных и частично хлоридных шахтных вод в формировании химического состава грунтовых вод и в распространении потоков загрязнения на обширные территории. Поэтому необходимо дать краткую характеристику основным направлениям изменения состава шахтных вод (табл. 2).

По первому направлению изменения состава образуются кислые сульфатные шахтные

Рис. 1.
Средние значения компонентов по вариантам изменений в 2015 г. (в мг/л)



ЭКОЛОГИЯ

Дата	HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	pH	M
1955	375	559	122	154	58	200	7,3	1368
	29	55	16	36	23	41		
1999	562	672	76	157	91	230	7,2	1510
	36	55	9	31	30	39		
2006	728	1362	108	282	110	461	7,1	2690
	28	65	7	33	21	46		
2010	542	1387	298	280	131	485	7,2	3029
	19	63	18	30	24	46		
2015	472	1567	333	325	152	480	7,2	3329
	16	65	19	33	25	42		

Таблица 5.

Изменение среднего состава грунтовых вод (мг/л и %-моль)

воды с высокими содержаниями Fe, Al, MN, Cu и других микроэлементов, которые формируются за счет процессов окисления сульфидов и серы. По второму направлению образуются хлоридно-сульфатные воды; процессы окисления переходят на второй план. Третье направление связано с притоком в глубокие угольные шахты хлоридных подземных вод; по составу они сульфатно-хлоридные. Четвертое направление – это оригинальные содовые воды, происхождение которых, видимо, связано с испарительно-конденсационными процессами и может свидетельствовать о наличии нефтегазовых месторождений в Восточном Донбассе [1–3, 8].

По результатам опробования подземных вод в 2015 г. также произведено выделение однородных гидрогеохимических видов подземных

вод с помощью классификационной технологии АГАТ-2. Результаты классификации приведены в *табл. 3 и 4*.

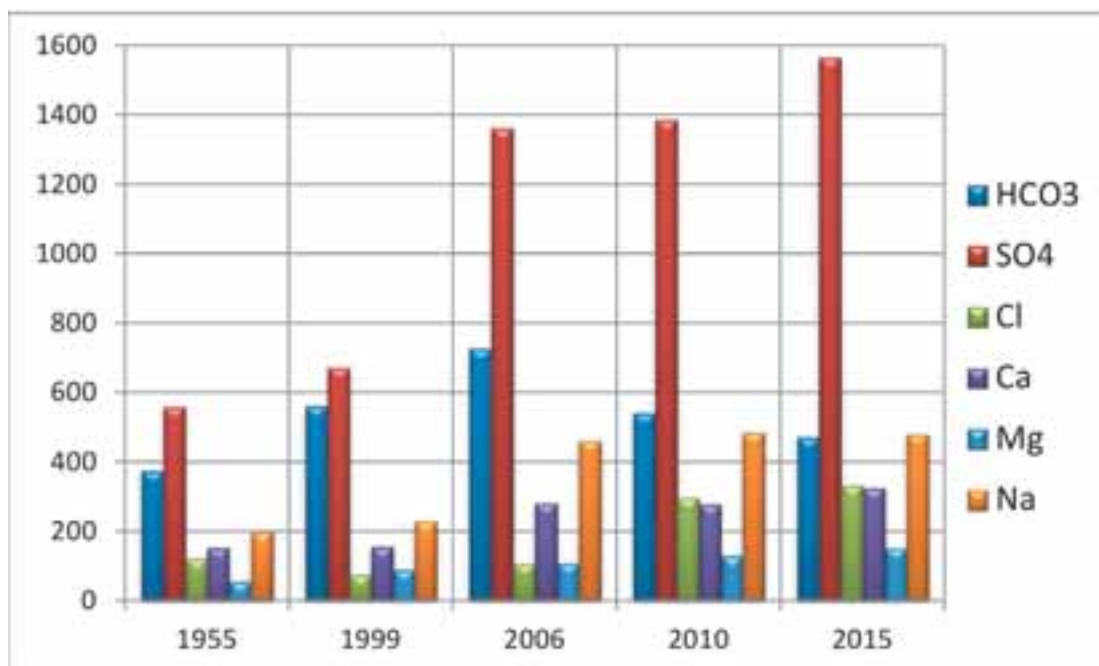
По первому гидрогеохимическому варианту (16% проб) формируются гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые воды, которые можно рассматривать как исходные природные воды.

По второму гидрогеохимическому варианту (67% проб) отмечается влияние сульфат – иона, то есть на формирование второго варианта подземных вод, оказывает влияние шахтные воды первого направления изменения состава. Наибольшее содержание сульфатов составляет 3,48 г/л, а минерализация 6,4 г/л.

В третьем гидрогеохимическом варианте (15% проб) отмечается влияние шахтных вод 2–3

Рис. 2.

Средний состав подземных вод по годам в мг/л



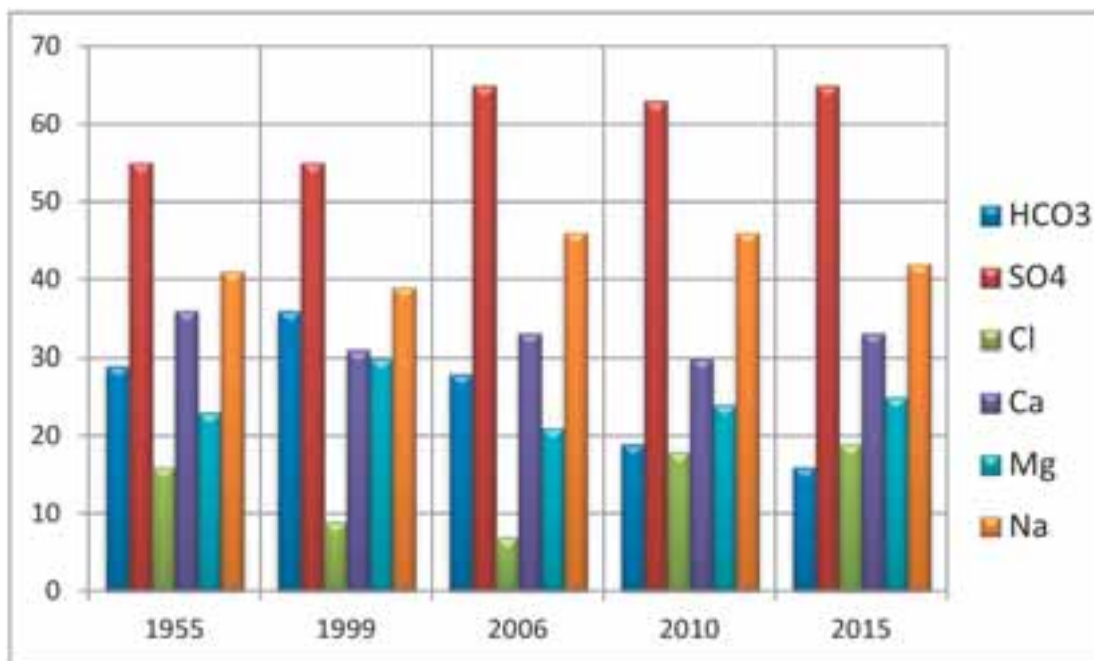


Рис. 3. Средний состав подземных вод по годам (%-моль)

направлений изменения состава. Для изученного района четко фиксируется роль сульфатных и частично хлоридных шахтных вод в формировании химического состава грунтовых вод и распространении потоков загрязнения на обширные территории. Наибольшее содержание сульфатов составляет 1,99 с минерализацией 4,3 г/л.

В четвертый вариант вошли наблюдения вида 1,13 (2% проб) содового состава.

Средние значения компонентов по вариантам изменений в 2015 г. представлены в **табл. 4**. Первый вариант – это фоновые грунтовые воды в среднем по составу гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые, с минерализацией 1,2 г/л. Второй вариант – это загрязненные сульфатные кальциево-натриевые воды, с минерализацией 4,0 г/л. В третий вариант вошли хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые загрязненные воды с минерализацией 3,2 г/л. Четвертый вариант по составу сульфатно-гидрокарбонатный натриевый, с минерализацией 1,0 г/л (содовые воды).

Наиболее наглядно изменения средних содержаний компонентов по вариантам прослеживаются на **рис. 1**. Максимальные различия содержаний зафиксированы для сульфат-иона и хлор-иона. Минимальные содержания катионов характерны для первого и четвертого вариантов, а максимальные – для второго и третьего.

Таким образом, выделение и детальный сравнительный анализ однородных гидрогеохимических видов грунтовых вод Восточного

Донбасса позволил обнаружить существенные различия в закономерностях их формирования. За 50 лет доля загрязненных сульфатных вод увеличилась с 17 до 67%, доля хлоридных практически не изменилась (15–16%), содовые воды составили 1–2%. Теперь появилась возможность детально интерпретировать причины и источники загрязнения грунтовых вод региона за истекший период (**табл. 5**).

Изменение среднего состав грунтовых вод Восточного Донбасса приведены в **табл. 5**, в которой видны существенные изменения за обследованный период с 1950–1960 гг. (1955 г.) до 2015 г. В 1950–1960-е гг. функционирование угольных шахт слабо сказывалось на составе подземных вод, и они имели невысокую минерализацию (1,4 г/л).

В 1999 г., когда шла массовая ликвидация угольных шахт региона и водный баланс складывался из притока в шахты атмосферных, поверхностных и частично грунтовых вод минерализация шахтных вод увеличилась всего в 1,2 раза. Повысились содержания SO_4 , HCO_3 , Mg и Na (**табл. 5, рис. 2**).

К 2006 г. практически закончилась ликвидация угольных шахт преимущественно путем затопления, водный поток теперь направлен из шахт в грунтовые воды, состав которых интенсивно изменился. Минерализация вод повысилась в 2 раза, увеличились содержания всех компонентов особенно сульфат-иона. Наиболее наглядно изменения массовых и относительных концентраций компонентов видны на **рис. 2 и 3**.

В 2010 и 2015 гг. происходит дальнейшее ухудшение качества грунтовых вод, минерали-

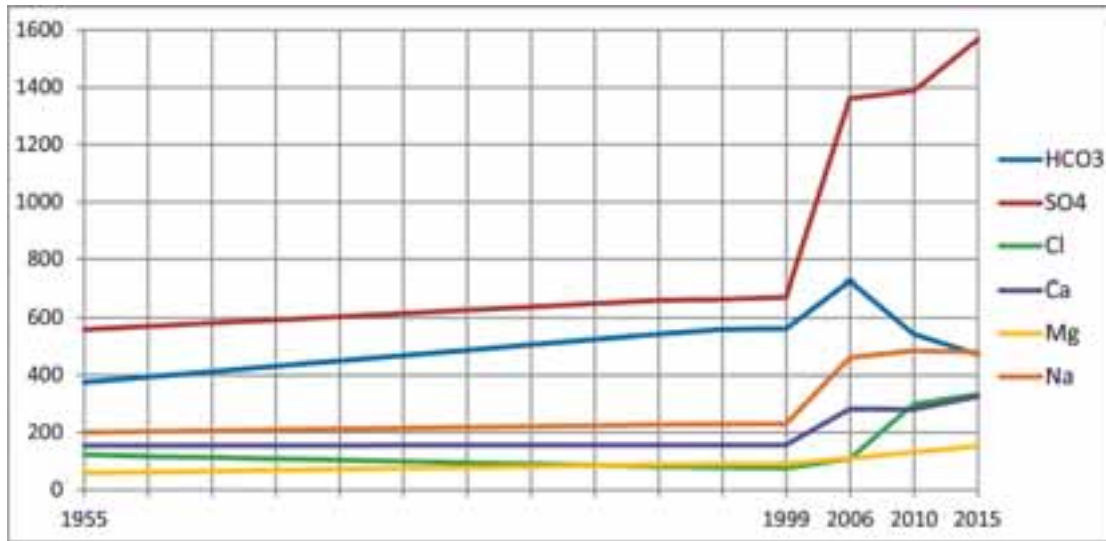


Рис. 4. Изменение состава подземных вод во времени (мг/л) зация увеличивается в 2,2 и в 2,4 раза. Основной причиной такой ситуации является интенсивное развитие процессов окисления серы и сульфидов, содержащихся в углях и вмещающих горных породах, т.е. проявление первого направления изменения состава шахтных вод. При этом увеличиваются содержания не только макрокомпонентов, но и концентрации Fe, Al, MN, Cu и других микроэлементов. В среднем по составу воды сульфатные магниево-кальциево-натриевые.

На **рис. 3** четко отмечаются закономерности изменений относительных содержаний макрокомпонентов грунтовых вод. Для гидрокарбонат-иона кальция и магния характерны волнообразные изменения, доля сульфат-иона растет. Доля хлор-иона сначала уменьшается (до 2006 г.), а потом увеличивается; это объясняется тем, что в период затопления шахт приток минерализованных хлоридных подземных вод в затопленные шахты резко уменьшился, но за тем снова восстановился.

На **рис. 4** в масштабе реального времени наиболее наглядно прослеживается зависимость изменений состава подземных вод на протяжении изученного периода. До начала ликвидации и в первый период ликвидации шахт до 1999 г. происходило постепенное повышение минерализации и большинства компонентов. С завершением ликвидации шахт к 2006 г. происходит резкое увеличение содержания большинства компонентов и минерализации грунтовых вод (**табл. 5, рис. 4**). Наибольшее увеличение содержаний зафиксировано для сульфат-иона, хлор-иона и натрия. В отдельных пунктах опробования отмечается очень высокий уровень загрязнения грунтовых вод. Например, в районе шахты Комиссаров-

ская минерализация вод в колодцах и скважинах достигает 8–10 г/л, содержания SO₄ – 5–7, Fe и Al – 0,5, Mn – 0,02 г/л.

Все изложенное позволяет сделать вывод, что в Восточном Донбассе в районах ликвидированных угольных шахт формируются мощные потоки загрязнения грунтовых вод. Доля загрязненных вод за 60–70 лет увеличилась с 33 до 83%, следовательно, необходимо проведение реабилитационных мероприятий по предотвращению негативного влияния угледобывающих предприятий на окружающую среду региона.

Выводы

С помощью G-метода классификации многомерных наблюдений (выделения однородных совокупностей) установлены пространственно-временные закономерности формирования химического состава грунтовых вод в Восточном Донбассе.

В первый этап изученного периода (1955–1999 гг.) происходило постепенное увеличение минерализации грунтовых вод (в 1,2 раза). Далее (1999–2006 гг.) в процессе и после завершения массовой ликвидации угольных шахт региона происходит ухудшение качества грунтовых вод, за счет резкого повышения содержаний SO₄, HCO₃, Ca, Mg, Na и ряда тяжелых металлов, минерализация увеличилась в 2 раза. К 2015 г. продолжалось увеличение содержаний всех компонентов вод, и минерализация увеличилась в 2,4 раза. С 1950 г. до 2015 г. доля загрязненных вод повысилась с 33 до 83%. Таким образом, в Восточном Донбассе ликвидированные шахты являются мощным источником загрязнения грунтовых вод и необходимо принятие срочных реабилитационных мероприятий по предотвращению негативного воздействия на все компоненты окружающей среды. ❶

Литература

1. Бобух В.А., Чихирин А.А., Тюльдин В.Н. Региональное надвигообразование северных окраин Восточного Донбасса в связи с формированием залежей УВ // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2004. № 7. С. 22–28.
2. Гавришин А.И., Борисова В.Е., Торопова Е.С. О формировании химического состава грунтовых вод в Шахтинском угленосном районе Восточного Донбасса // Успехи современного естествознания. 2016. № 5. С. 111–115.
3. Гавришин А.И., Корадини А. Происхождение и закономерности формирования химического состава подземных и шахтных вод в Восточном Донбассе // Водные ресурсы. 2009. Т. 36. № 5. С. 564–574.
4. Дуров С.А. Шахтные воды Донбасса как чистая генетическая линия сульфатного типа природных вод // Труды Новочеркасского политехнического института. 1952. Т. 38. 54 с.
5. Заяц Г.Н., Фесенко Н.Г. Шахтные воды Ростовской области // Гидрохимические материалы. 1963. Т. 35. С. 131–134.
6. Мохов А.В. Гидродинамическая эволюция пустотного пространства каменноугольных шахт под влиянием затопления // Вестник Южного научного центра РАН. 2012. Т. 8. № 3. С. 42–49.
7. Назарова Л.Н. Шахтные воды восточной части Донецкого бассейна и некоторые вопросы происхождения их химического состава // Гидрохимические материалы. 1968. Т. 47. С. 99–109.
8. Никаноров А.М. Методы нефтепромысловых гидрогеологических исследований. М.: Недра. 1977. 328 с.
9. Zakrutkin V.E., Sklyarenko G.Y. The influence of coal mining on groundwater pollution (Eastern Donbass) // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management. SGEM 15th. 2015. P. 927-932.

UDC 574.550. 42:662.511

A.I. Gavrishin, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Applied Geology. South-Russian State Polytechnic University. M.I. Platov¹, agavrishin@rambler.ru

E.S. Toropova, student of South-Russian State Polytechnic University. M.I. Platov¹, toropova_e.s@mail.ru

V.E. Borisova, student of South-Russian State Polytechnic University. M.I. Platov¹, lokmail@mail.ru

¹132 Prosvetshenie street, Novocheerkassk, Rostov region, 346428, Russia.

About the Deterioration of the Quality of Goundwaters in the Eastern Donbass

Abstract. The Eastern Donbass is the oldest coal mining region where the long operation of the coal mining industry, and then the liquidation of the mines, led to pollution of both groundwater and the environment as a whole.

Keywords: Eastern Donbass; G–method; chemical composition; groundwater.

References

1. Bobukh V.A., Chikhirin A.A., Tiul'din V.N. *Regional'noe nadvigoobrazovanie severnykh okrain Vostochnogo Donbassa v sviazi s formirovaniem zalezhei UV* [Regional thrust formation of the northern margins of the Eastern Donbass in connection with the formation of hydrocarbon deposits]. *Geologiya, geofizika i razrabotka nefianykh i gazovykh mestorozhdenii* [Geology, geophysics and development of oil and gas fields], 2004, no. 7, pp. 22–28.
2. Gavrishin A.I., Borisova V.E., Toropova E.S. *O formirovanii khimicheskogo sostava gruntovykh vod v Shakhtinskom uglenosnom raione Vostochnogo Donbassa* [On the formation of the chemical composition of groundwater in the Shakhty coal-bearing region of the Eastern Donbass]. *Uspexhi sovremennogo estestvoznaniia* [The successes of modern natural science], 2016, no. 5, pp. 111–115.
3. Gavrishin A.I., Koradini A. *Proiskhozhdenie i zakonmernosti formirovaniia khimicheskogo sostava podzemnykh i shakhtnykh vod v Vostochnom Donbasse* [Origin and regularities in the formation of the chemical composition of underground and mine waters in the Eastern Donbass]. *Vodnye resursy* [Water resources], 2009, vol. 36, no. 5, pp. 564–574.
4. Durov S.A. *Shakhtnye vody Donbassa kak chistaia geneticheskaia liniia sul'fatnogo tipa prirodnykh vod* [Shaft waters of Donbass as a pure genetic line of sulfate type of natural waters]. *Trudy Novocheerkasskogo politekhnicheskogo instituta* [Proceedings of the Novocheerkassk Polytechnic Institute], 1952, vol. 38, 54 p.
5. Zaiats G.N., Fesenko N.G. *Shakhtnye vody Rostovskoi oblasti* [Mine waters of the Rostov region]. *Gidrokhimicheskie materialy* [Hydrochemical materials], 1963, vol. 35, pp. 131–134.
6. Mokhov A.V. *Gidrodinamicheskaia evoliutsiia pustotnogo prostranstva kamennougol'nykh shakht pod vlianiem zatopleniia* [Hydrodynamic evolution of the void space of coal mines under the influence of flooding]. *Vestnik luzhnogo nauchnogo tsentra RAN* [Bulletin of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2012, vol. 8, no. 3, pp. 42–49.
7. Nazarova L.N. *Shakhtnye vody vostochnoi chasti Donetskogo basseina i nekotorye voprosy proiskhozhdeniia ikh khimicheskogo sostava* [Mine waters of the eastern part of the Donetsk basin and some questions of the origin of their chemical composition]. *Gidrokhimicheskie materialy* [Hydrochemical materials], 1968, vol. 47, pp. 99–109.
8. Nikanorov A.M. *Metody neftepromyslovykh gidrogeologicheskikh issledovanii* [Methods of oilfield hydrogeological research]. Moscow, Nedra Publ., 1977, 328 p.
9. Zakrutkin V.E., Sklyarenko G.Y. The influence of coal mining on groundwater pollution (Eastern Donbass) // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management. SGEM 15th. 2015. P. 927-932.



М.Н. Железняк
д-р геол.-мин. наук
Институт мерзлотоведения
им. П.И. Мельникова СО РАН¹
директор
fe@mpi.ysn.ru



С.И. Сериков
Институт мерзлотоведения
им. П.И. Мельникова СО РАН¹
научный сотрудник
grampus@mpi.ysn.ru



М.М. Шац
канд. геогр. наук
Институт мерзлотоведения
им. П.И. Мельникова СО РАН¹
ведущий научный сотрудник
mmshatz@mail.ru

Газотранспортная система «Сила Сибири. Современные проблемы и перспективы»

¹Россия, 677010, Якутск, ул. Мерзлотная 36.

Освещены проблемы, возникающие на различных стадиях реализации проекта создания газопровода «Сила Сибири» в Восточной и Юго-Восточной Сибири. К ним отнесены выбор варианта трасс трубопроводов, способа прокладки трубы, финансовое обеспечение проектов в современной экономической обстановке и его вероятная приоритетность. Показаны достоинства и проблемность выбранного варианта трассы в конкретных инженерно-геологических условиях, подтверждена целесообразность применения подземного способа прокладки труб

Ключевые слова: выбор вариантов трассы трубопровода; способ прокладки трубы; финансовое обеспечение проекта

Газовая промышленность – одна из важнейших отраслей экономики РФ, имеющая ведущее значение в создании материально-технической базы страны, стоящей на первом месте в мире по разведанным запасам природного газа и на втором – по объему его добычи. На территории

России расположено 24 хранилища природного газа, а протяженность магистральных газопроводов составляет 155 тыс. км.

Природный газ является высокоэффективным энергоносителем и оказывает прямое воздействие на увеличение выпуска промышленной продукции, рост производительности труда

и снижение удельных расходов топлива. В настоящее время идет бурное развитие трубопроводного транспорта, что вызвано интенсивной добычей природного газа и необходимостью доставки его к потребителю наиболее экономичным способом. Транспортировать газ по трубопроводам удобнее и дешевле, чем другими средствами доставки, при этом обеспечивается непрерывное и практически без потерь поступление к потребителю непосредственно из месторождений или подземных хранилищ.

Уже почти 15 лет в различных регионах Сибири проектируются, а частично уже создаются несколько магистральных газопроводов, являющихся важной составляющей государственной политики, ориентированной на повышение энергетической безопасности, усиление межрегиональных топливно-энергетических связей, решение задач разных территориальных уровней. Создание на востоке, западе и юге Сибири России развитой энергетической инфраструктуры в виде межгосударственных газо-, нефтепроводов, ЛЭП должно снизить стоимость энергоносителей, повысить надежность энергоснабжения как потребителей азиатской части РФ, так и стран АТР. К числу одного из важнейших условий всех упомянутых преобразований относится создание двух новых мощных газотранспортных систем (ГТС) – «Сила Сибири» – «восточный маршрут» и «Алтай» – «западный маршрут». В последнее время к ним прибавилась третья ГТС по поставкам природного топлива в КНР, принципиальное решение о создании которой на высшем государственном уровне было принято в августе 2015 г. [21].

Целью представляемой статьи является анализ проблем, возникающих на различных стадиях реализации проекта газотранспортной системы (ГТС) «Сила Сибири». К ним отнесены: выбор вариантов трасс трубопроводов, способа прокладки трубы и финансовое обеспечение проектов в современной экономической обстановке и их вероятная приоритетность. В данной публикации мы постараемся показать не только основные проблемы, но и пути их предупреждения и минимизации ущерба.

Выбор варианта трассы и ее эколого-геокриологические условия

Особое значение для реализации проекта имеет конкретное пространственное расположение ГТС. Для «Силы Сибири» с самого начала рассматривались два возможных варианта маршрута прокладки газовой трубы [20]. В качестве основного был принят «северный» вариант маршрута общей длиной 2965 км, предусматривающий размещение значительной части ГТС

вдоль нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан («ВСТО»).

Решение руководства «Газпрома» и «Транснефти» о возможности прокладки газовой трубы вдоль трассы «ВСТО» логично, оно удешевит работы за счет экономии на землеотводах, инфраструктуре. При этом трасса ГТС «Сила Сибири», особенно ее часть, непосредственно прилегающая к «ВСТО», в инженерно-геологическом отношении изучена сравнительно полно [9], что позволило уже на стадии проектирования учесть сложную ландшафтную структуру с высокой сейсмичностью и динамичностью многолетнемерзлых пород (ММП). Это дает возможность заранее предусмотреть уже разработанные для «ВСТО» необходимые природоохранные и компенсирующие мероприятия, реализация которых существенно уменьшит ущерб от освоения.

Трасса газопровода проходит в экстремальных природно-климатических условиях, преодолевает заболоченные, горные и сейсмоактивные территории, участки с вечномерзлыми и скальными грунтами. Абсолютные минимальные температуры воздуха на территории прохождения газопровода «Сила Сибири» составляют зимой от минус 62 °С в Республике Саха (Якутия) до минус 41 °С на территории Амурской области.

Особенности распространения и мощность многолетнемерзлых толщ по трассе ГТС, судя по имеющимся материалам [2, 3, 4, 6, 8, 13, 18, 22], зависят от состава и свойств горных пород нижнего кембрия – доломитов и известняков. Обычно отсутствие ММП или их малая мощность на водораздельных пространствах при повсеместном развитии в долинах рек и на их северных склонах. Эта закономерность нарушается лишь в связи со специфическими геотектоническими и орографическими условиями, когда ММП отсутствуют не только на водоразделах, но и на склонах южной экспозиции, кроме их подножий.

В днищах долин наблюдается большая прерывистость мерзлых толщ, зависящая в основном от фильтрующих свойств покровных отложений. Талики развиты на участках закарстованных, грубообломочных и песчано-галечных грунтов. Мощность ММП в днищах долин обычно составляет несколько десятков метров, а ее увеличение до 100–150 м наблюдается только в днищах узких и глубоко врезанных долин под воздействием устойчивой орографической инверсии, и на севере Лено-Алданского плато, вследствие общего повышения суровости климата. Причиной широкого развития таликов на площадях, сложенных карбонатными породами, служит активное отепляющее воздействие атмосферных осадков, легко инфильтрующихся в закарстованную толщу, а также отепляющее

влияние снежного покрова, мощность которого южнее 59° с.ш. достигает 60–80 см.

Рельеф прохождения трассы ГТС довольно сложен, он включает высокие горные хребты, плато, плоскогорья и низменности, расчлененные речными долинами. Наиболее высокие горы располагаются в южной и юго-восточной частях территории. Здесь преобладают отметки от 800 до 1500 м, а основные элементы вытянуты в субширотном или в северо-восточном направлениях и выделяются два района: Алданское нагорье и Становой хребет. К югу от горных цепей в бассейнах рек Чульмана и Тунгурча, на территории, сложенной юрскими песчано-глинистыми толщами, плоскогорье характеризуется ровными водоразделами с крутыми ступенчатыми склонами. Абсолютная высота водоразделов достигает 950–1200 м, а глубина эрозионного вреза – 300–350 м.

Район Алданского плоскогорья включает крупные мезозойско-кайнозойские морфоструктуры широтного направления – Чульманскую впадину и Центрально-Алданский пологий свод. Высоты водоразделов составляют 950–1050 м, увеличиваясь к югу до 1200 м. Трасса газопровода пересекает Становой хребет на стыке Республики Саха (Нерюнгринский район) и Амурской области (Тындинский район). Хребет состоит из двух, а местами трех параллельных цепей, не всегда четко выраженных орографически. Абсолютные высоты по трассе достигают 1000–1100 м. Южнее она переходит в пределы широтно вытянутой си-

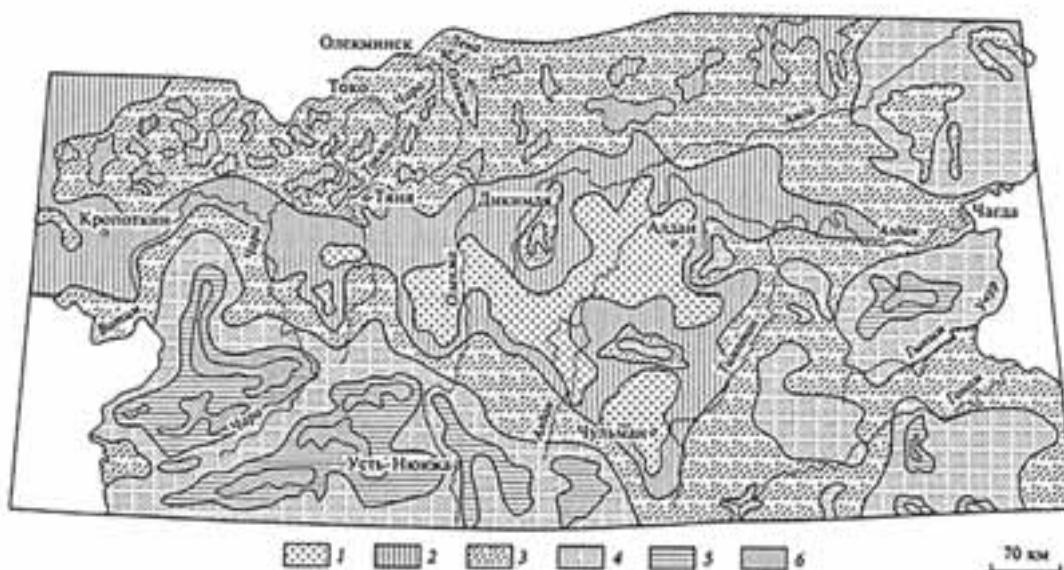
стемы хребтов Янкан – Тукурингра – Джагды, входящих в Верхне-Зейскую ландшафтную область Амуро-Сахалинской физико-географической страны, пересекает горную цепь на стыке последовательно сменяющих друг друга с запада на восток хребтов Янкан и Тукурингра. Система гольцовых хребтов Янкан – Тукурингра представляет собой горную цепь с широким гребнем, плоскими и мягкими очертаниями, прорезанную одинокими крутосклонными долинами. Хребты сложены метаморфическими сланцами, песчаниками и конгломератами, иногда прорванными интрузиями, их абсолютные отметки достигают 1100 м.

Разнообразные природные условия зоны влияния ГТС «Сила Сибири» определяет пестроту ее геокриологической обстановки (рис. 1). Максимальные мощности мерзлой толщи отмечаются в верховьях рек, где вершины водоразделов достигают отметок 1300–1600 м, с превышением над днищами в 300–500 м. ММП сплошного распространения в таких районах имеют низкие температуры и мощность до нескольких сотен метров.

Сезонное и многолетнее промерзание и протаивание горных пород, в сочетании с их составом, обуславливают по трассе широкое развитие криогенных явлений и образований (рис. 2–5). Направленность и интенсивность формирующих их мерзлотных процессов определяются характером теплообмена верхних горизонтов грунтов с атмосферой и геолого-геоморфологическими условиями территории.

Рис. 1.

Температура горных пород юго-восточной части Сибирской платформы [8]. Интервал изменения температуры пород, °С: 1 – от -0,5 до 1; 2 – от 0 до -1; 3 – от -1 до -2; 4 – от -2 до -4; 5 – от -4 до -6; 6 – ниже -6



По результатам исследований ИМЗ и МГУ, наиболее развиты по трассе морозобойное растрескивание пород, наледообразование и пучение грунтов, в меньшей степени – термокарст, солифлюкция [1–3, 6, 14, 15, 22].

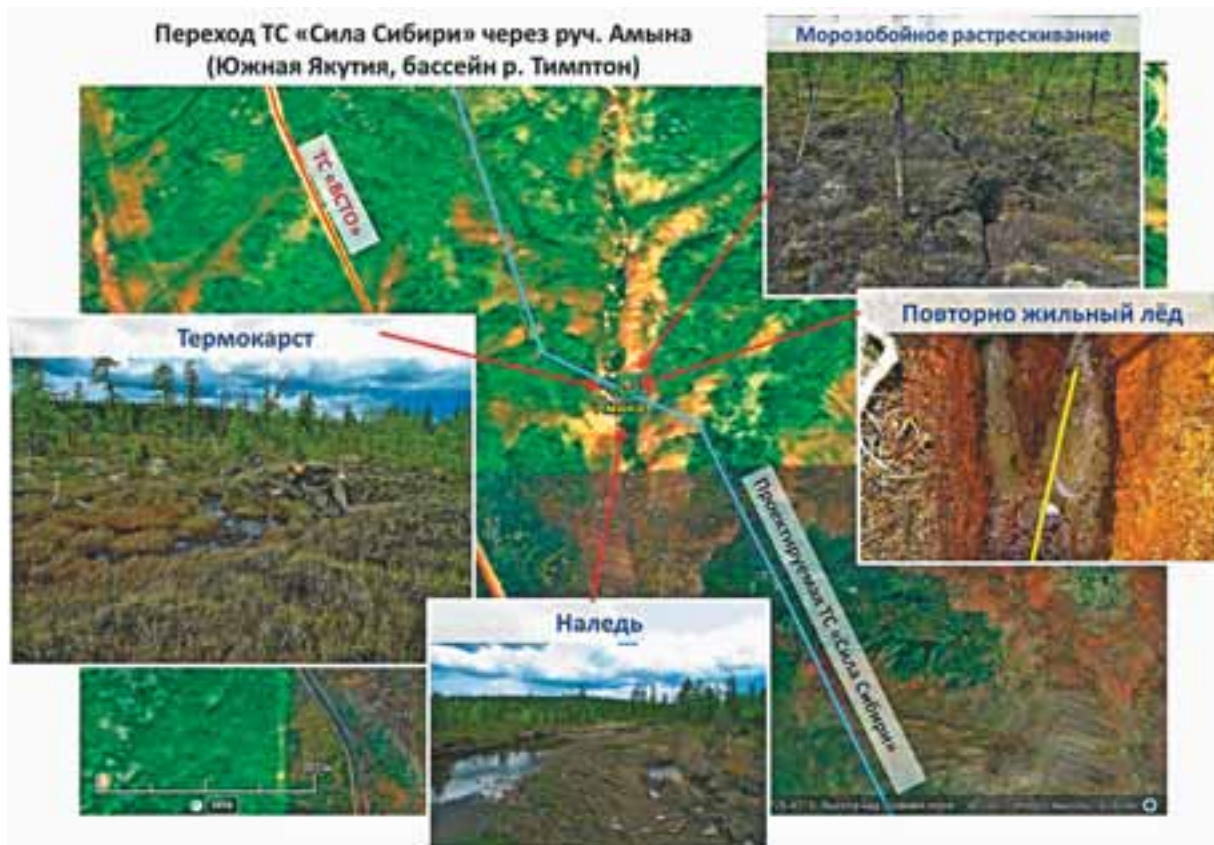
Морозобойное трещинообразование не только приводит к потере прочности массива пород, но и является основой образования таких неблагоприятных для строительства и эксплуатации инженерных сооружений процессов и явлений, как залежи подземного льда, многочисленных форм крупно- и мелкобугристого рельефа, а также способствует развитию склоновых процессов. Морозобойные трещины формируются в основном в поверхностных отложениях, а образованный ими полигональный рельеф наиболее четко выражен на поверхности низких заторфованных аккумулятивных террас, в нижних частях пологих склонов, верховьях местных водотоков – реки Иенгры, Тимптона, Улахан-Леглигер и др. Средние размеры полигонов обычно достигают 10×10 м, что обусловлено низкими среднегодовыми температурами пород. Максимальные размеры трещин на надпойменных террасах достигают ширины

0,2–0,8 м при длине 20–40 м и видимой глубине до 2–3 м. На водоразделах и в верховьях долин встречаются торфяники, представляющие собой блоки размером 30×50 м, образующие полигональную сеть. Сам блоки с поверхности сложены торфом мощностью до 2–3 м, подстилаемых тяжелыми суглинками, вмещающими ледяные жилы мощностью до 3 м при ширине до 2 м. Максимальной ширины жилы достигают на контакте торфа и суглинков.

Наиболее характерно для рассматриваемой территории трещинообразование в пластичных (супесчано-суглинистых) породах, не сопровождающееся заполнением трещин водой и образованием жильных льдов, выражающееся в формировании особого вида мерзлотного микрорельефа – бугристых марей с размерами полигонов от 2×1,5 до 3×5 м, реже – до 5×10 м. Ширина трещин варьирует от 5–15 см до 1 м и более при глубине от 0,2 до 0,7 м. В зависимости от проявления при этом процессов эрозии и солифлюкции, полигональность на участках различной крутизны выражены по-разному. На пологих (1–3°) приводораздельных частях склонов трещиноватость поверхностных грунтов вы-

Рис. 2.

Развитие экзогенно-геологических (криогенных) процессов на участке перехода трубопроводной системы (ТС) «Сила Сибири» через ручей Амына – левый приток в верховьях р. Тимптон (композиция С.И. Серикова)



ражена четко, и полигоны имеют большие размеры. На более крутых участках склонов (3–6°) близ днищ долин, полигоны имеют меньшие размеры, и трещины первой генерации обычно сnivelированы сползшим или снесенным сверху рыхлым материалом. По существу, полигональный рельеф в виде различных вариаций бугристых марей есть результат комплекса процессов – морозобойного растрескивания, процессов эрозии, солифлюкции и пучения.

Кроме полигонального рельефа на рассматриваемой территории широко распространены структурные формы микрорельефа в виде каменных многоугольников (центральная часть Алданского плоскогорья), каменные кольца (Чульманское плоскогорье), каменные полосы и т.п., образованные морозобойным растрескиванием и выпучиванием каменного материала. Их размеры достигают диаметра 2–3 м на породах карбонатной и терригенной формаций и 3–10 м на породах магматической группы формаций. На плоских водоразделах многоугольники имеют форму, близкую к правильной, а на более крутых склонах (до 10°) они часто приобретают форму каменных полос. Примером полигонального

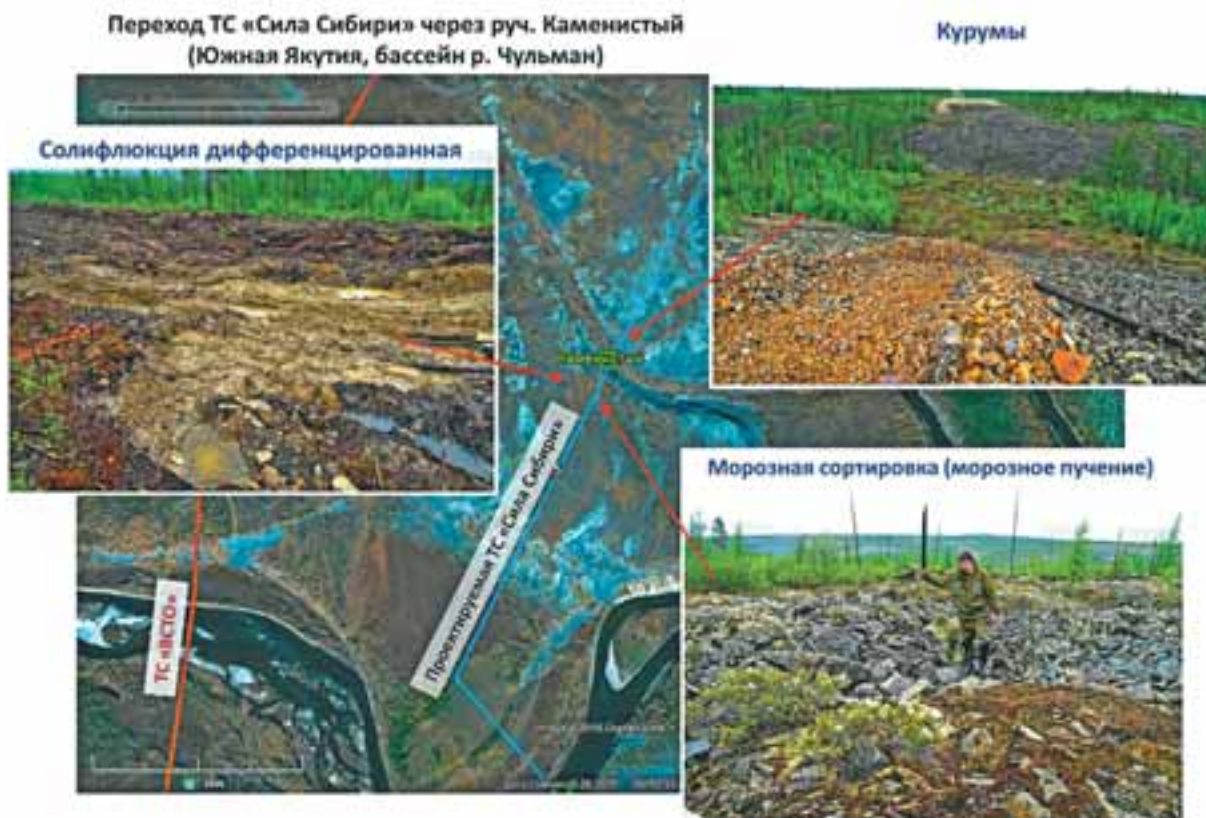
рельефа в пределах развития скальных пород являются нагорные террасы [22].

Пучение грунтов. Неглубокое залегание ММП и связанные с ними воды слоя сезонного протаивания способствуют широкому развитию в рассматриваемом районе процессов пучения грунтов. В результате этого процесса образуются бугры пучения и самые различные формы бугристого микрорельефа. Одной из форм пучения является выпучивание каменного материала. Особенно неблагоприятны процессы пучения для инженерных сооружений.

Представление о характере проявления и распространения этих процессов в исследуемом регионе дают бугры пучения. По трассе газопровода отмечаются бугры двух генераций: однолетние и многолетние, наиболее широко развитые в заболоченных верховьях речных долин и суглинистых заторфованных отложениях, а также на заболоченных и замшелых участках террас и водоразделов и особенно в пределах слаборасчлененной части Алданского плоскогорья. Сезонные бугры пучения высотой 0,5–0,8 м и диаметром 1–2 м приурочены, в основном, к участкам избыточного увлажнения – тыловым

Рис. 3.

Развитие экзогенно-геологических (криогенных) склоновых процессов на участке перехода ТС «Сила Сибири» через ручей Каменистый – левый приток р. Чульман (композиция С.И. Серикова)



швам террас, русловым участкам ручьев и рек, водораздельным седловинам, заболоченным склонам и др. Ядрами бугров являются многочисленные линзы и прослойки льда. Такие бугры формируют специфический микрорельеф днищ большинства водотоков бассейнов рек Малого и Большого Нимныра, Улахан-Леглигера и др. Многолетние бугры пучения – гидролакколиты локальны, обычно достигают высоты 5 м и диаметра 15–25 м, приурочены к местам разгрузки трещинно-жильных и других подземных вод (бассейны рек Васильевка, Керак и др.) [22]. В южной части трассы по материалам изысканий бугры известны в долинах р. Горбылях, руч. Окурдан и Амуначи.

Массивы подземных льдов и термокарст.

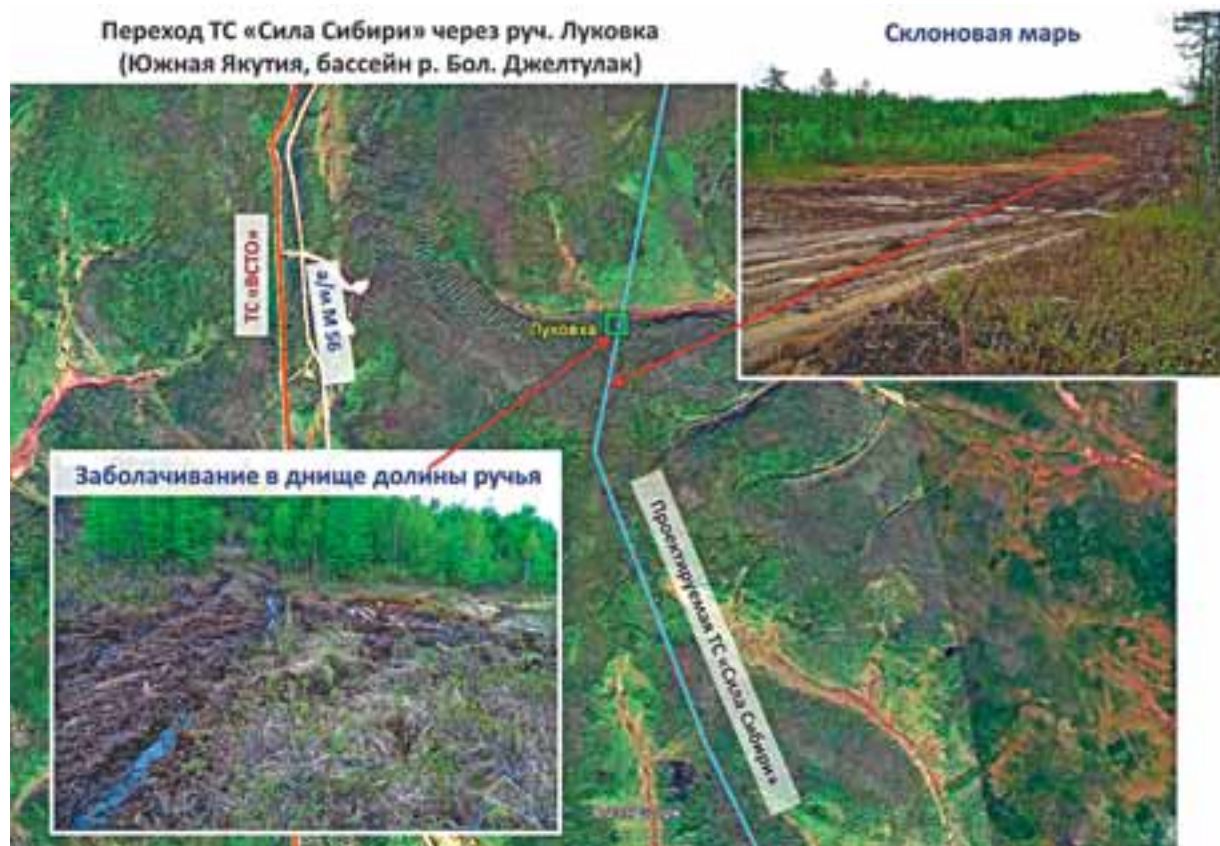
По трассе «Сила Сибири» встречаются залежи подземных льдов двух генезисов: повторно-жильные и инъекционные. В северной части трассы повторно-жильные льды приурочены к надпойменным террасам крупных рек и фрагментам озерно-аллювиальной равнины в районах Средней Лены, где на участках их развития встречаются термокарстовые озера. Отдельные выходы повторно-жильных льдов для рассмат-

риваемой трассы известны в долинах некоторых рек Алданского щита в южной части Якутии и даже на севере Амурской области. Наиболее четко по данным аэровизуального обследования и дешифрирования снимков полигональный рельеф прослеживается в долинах р. Горбылях, Могот, Амуначи (левый приток р. Тимптон) [1]. Ледяные жилы залегают в нижних частях склонов или днищах долин. Внешне они проявляются по наличию канавообразных микропонижений, образующих полигоны с размером сторон от 10 до 15–18 м. Самый южный из описанных по трассе АЯМ участков распространения повторно-жильных льдов – долина р. Могот, где отмечалась их внешние полигоны. На некоторых участках второй надпойменной террасы р. Могот повторно-жильные льды были вскрыты скважинами, наличие полигонального рельефа на поверхности этой террасы свидетельствует о распространении повторно-жильных льдов на значительных участках заболоченных и увлажненных марей (рис. 6).

Для большей части трассы в целом преобладают мелкие термокарстовые формы – мочажины и воронки, связанные с небольшой

Рис. 4.

Развитие экзогенно-геологических (криогенных) долинных процессов на участке перехода ТС «Сила Сибири» через ручей Луковка – левый приток р. Джелтулак (композиция С.И. Серикова)



льдистостью поверхностных отложений, а также неглубоким залеганием коренных пород. Такие образования, достигающие в диаметре 0,5–2 м и глубины 0,5 м развиты в плоскогорных районах области распространения пород метаморфической и магматической формаций докембрия. Обусловлены они в основном увеличением глубины сезонного протаивания сильно льдистых делювиальных суглинков в процессе эволюции микрорельефа и растительного покрова [3]. Южнее п. Чульман наиболее широкое развитие термокарстовые озера имеют в долине р. Горбылях, в частности на первой его террасе. Форма озера круглая или овально-вытянутая, дно плоское. Размеры их в поперечнике колеблются от 5–10 м (мелкие озера) до 200–300 м (крупные). В долине р. Могот термокарстовые озера приурочены к первой надпойменной террасе, на второй надпойменной террасе они отсутствуют. Преимущественное развитие здесь имеют термокарстовые западины, представляющие собой типичные пушицево-сфагновые или осоково-сфагновые болота. По форме они разнообразны, по размерам невелики – от 0,1–0,2 до 0,5–0,8 м по глубине и от нескольких метров

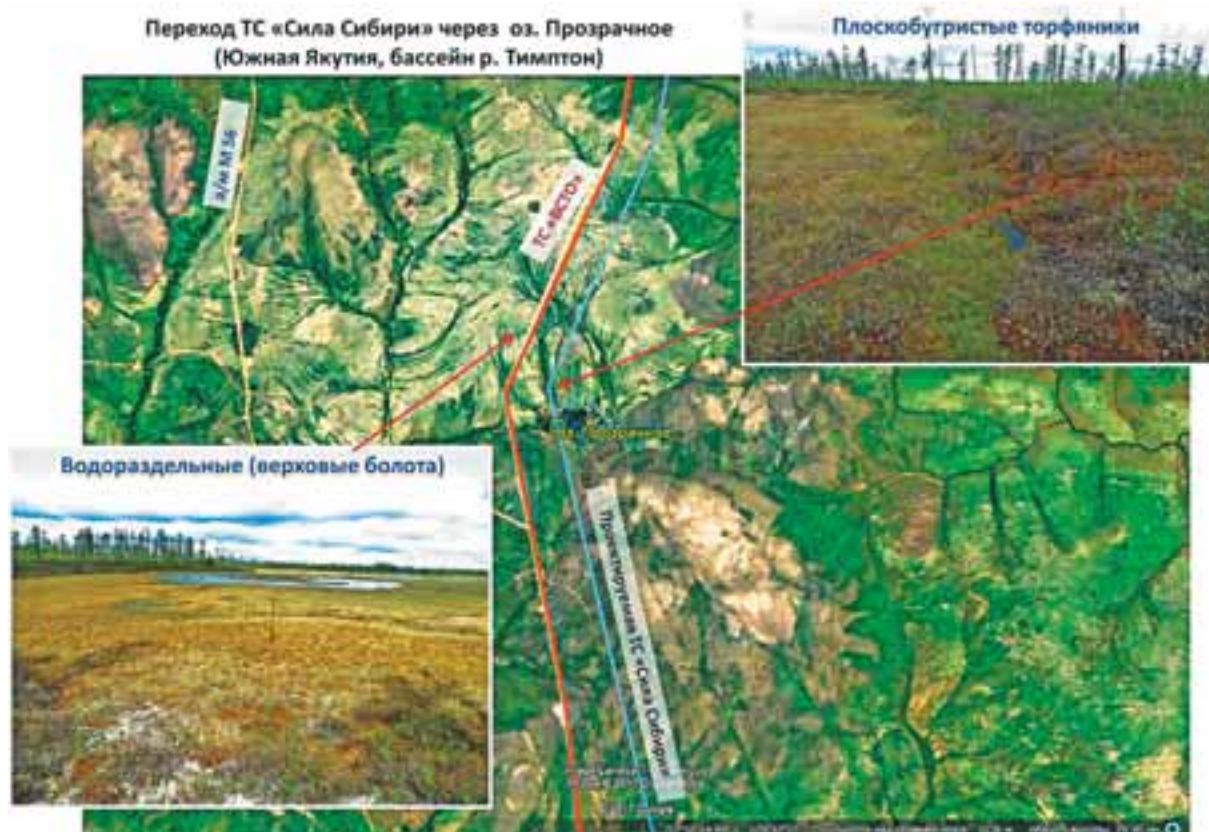
до 0,3–0,5 км в поперечнике. По В.Р. Алексееву [2], особенности географического распространения многолетнемерзлых пород в Южной Якутии предполагают полное отсутствие термокарстовых процессов лишь на склонах и водоразделах Лено-Алданского и Чульманского плато. На остальной территории развитие термокарстовых форм рельефа, их морфология и распространение зависят, с одной стороны – от криогенного строения покровных отложений, с другой – от особенностей денудационных процессов и осадконакопления, а также от условий стока поверхностных и грунтовых вод.

Инъекционные льды, развивающиеся на участках неравномерного пучения грунтов, ограничены и обычно приурочены к участкам наледообразования.

Активная нивелирующая деятельность наледных вод приводит к тому, что через 5–10 лет от термокарстовых форм не остается никаких следов. В целом наледи в южной части трассы распространены очень широко, практически во всех долинах, и термокарст наледных полей происходит практически на всей территории Алданского щита.

Рис. 5.

Развитие экзогенно-геологических (криогенных) процессов на участке перехода ТС «Сила Сибири» по водоразделу ручьёв Огоннёр и Эрге бассейна р. Хатама – левого притока р. Тимптон (композиция С.И. Серикова)



В пределах резко расчлененных плоскогорных массивов отмечается еще одна форма термокарста – бугристо-мочажинный рельеф. Обычно он формируется в днищах узких речных долин, заполненных флювиогляциальным материалом, имеющим большую льдистость, и имеет эрозионно-термокарстовое происхождение. Округлые бугры диаметром 15–50 м и высотой до 2 м, разделенные полосками сочленяющихся мочажин, генетически представляют фрагменты первой или второй надпойменных террас. Особые по степени развития термокарста районы представляют собой аллювиальные равнины (Токарикано-Иенграская и др.) и пологоволнистые участки плоскогорий (Чульманского, Нимыро-Ыллымахского). Специфику термокарстовых форм рельефа здесь определяет высокая льдистость покровных отложений и условия стока поверхностных вод. Площади, подверженные термокарсту в этих районах, достигают больших размеров: на аллювиальных равнинах термокарстово-эрозионной переработке подвергается практически вся территория, на плоскогорьях – значительные отрезки широких днищ долин, нижние участки склонов и некоторые водораздельные седловины. Вытаивание подземных льдов в совокупности с морозным пучением, морозобойным растрескиванием, солифлюкцией, эрозией и плоскостным смывом создают здесь своеобразные комплексы криогенных форм рельефа, не встречающиеся в других районах центральной части Южной Якутии. По морфологическим особенностям криогенных образований, их взаимоотношению и площадному распространению они могут быть разделены на 4 типа: полигональный; грядово-мочажинный, бугристо-мочажинный и озерно-болотный.

Развитие современных термокарстовых образований на юге Якутии не связано с общим изменением климата, а обусловлено местными причинами – динамикой растительного покро-

ва, торфонакопления, поверхностного и внутригрунтового стока, а так же денудационными процессами [1].

Следует особо подчеркнуть, что при нарушениях условий теплообмена на поверхности ареной развития термокарстовых образований различных размеров и форм являются не только залежи подземных льдов, но и озерно-болотные отложения, развитые почти повсеместно в понижениях и депрессиях рельефа, которые толщей (до 3 м и более) перекрывают аллювиальные и делювиальные отложения.

Наледи. Трасса ГТС является одним из наиболее хорошо изученных наледных районов Сибири. По генезису все наледи могут быть разделены на три типа: наледи подмерзлотных вод (ключевые), надмерзлотных вод (грунтовые) и смешанные (речных и надмерзлотных вод) [2]. По условиям образования и особенностям географического распространения наледей регион весьма своеобразен, его граница на севере совпадает со склоном Алданского кристаллического массива, на юге – с подножием Станового хребта. Наибольшее количество наледей подземных вод приурочено к верхней и центральной частям бассейна р. Иенгра, в интервале высот 800–1100 м. Наиболее благоприятные условия для выхода подмерзлотных вод создаются под руслами крупных водотоков и, в первую очередь, под руслом р. Иенгры. Поэтому большинство наледей в верховьях формируются субкавальными источниками в местах пересечения подруслового талика с водоносными геологическими разломами. Источники, как правило, обладают высоким дебитом – до 30–50 л/с и устойчивы к промерзанию. Образованные ими наледи достигают в длину 2–3 км при ширине в 150–300 м. В центральной части бассейна происходит общее снижение высоты местности до 800–1100 м. Повышается температура ММП, появляются непромерзающие талые водоразделы. Благоприятные условия для выхода подземных вод в этом случае создаются не только в русле рек, но и у подножья склонов невысоких водоразделов. Источников много, однако их дебит не превышает обычно 10–20 л/с, а иногда составляет всего 1–2 л/с. В русле р. Иенгра по-прежнему формируется много наледей, но их образование происходит чаще за счет речных вод или вод подруслового талика в местах сужения живого сечения русла, на перекатах. В приустьевой части бассейна процессы наледообразования выражены слабо, что связано, вероятно, с повышением водопропускной способности русла и подрусловыми отложениями, а также со снижением водообильности горных пород, представленных гранитоидами.

Рис. 6.
Марь торфянистая. 2009 (фото И.В. Дорофеева)



Геотехническая специфика

9 ноября 2014 г. в Пекине было заключено окончательное межгосударственное соглашение, в соответствии с которым Газпром сможет поставлять в КНР 68 млрд м³ газа в год. Ресурсной базой газопровода «Сила Сибири» является Чаяндинское газоконденсатное месторождение в Якутии, а запуск ГТС планируется в 2018–2020 гг. На втором этапе (2020–2025 гг.) с целью увеличения объемов поставки газа подключается Ковыктинское месторождение в Иркутской области.

Как отмечалось [9], при прокладке ГТС используется подземный способ прокладки труб, хорошо зарекомендовавший себя около 50 лет назад при строительстве экспериментального газопровода «Устье р. Вилюй – г. Якутск», и с тех пор успешно использовавшийся в районах развития ММП, в том числе при прокладке «ВСТО». Можно уверенно предположить, что и при создании новых магистральных ГТС в Сибири метод подтвердит свои достоинства и повысит их эффективность.

Сложные природные условия трассы ГТС требуют тщательного подхода на всех стадиях освоения. В случае недооценки возможны очень серьезные геотехнические последствия, как это было по трассе трубопровода «ВСТО», где при прокладке трубы в переувлажненных оттаявших грунтах происходило ее погружение в жидкую массу [9]. В последующем, в подобных условиях подземной прокладки трубы, зимой возможно ее выпучивание на поверхность (газопровод Таас-Юрях – Айхал в Западной Якутии), а также возникновение запредельных разрывных градиентов и нарушения целостности. Очевидно, что сохранность трубы и ее надежность в таких условиях существенно ухудшаются, а сроки успешной эксплуатации – сокращаются.

Особо отмечаем необходимость учета специфики природной среды для всех наиболее сложных, существенно отличающихся по особенностям прокладки трубы, участков трассы. Более благоприятны в этом отношении участки с близким к поверхности залеганием пород коренной основы, серьезно упрощающим условия строительства. Наиболее сложными являются участки развития каменных развалов – курумов (*рис. 7*), пучения, подземных льдов инъекционного и сегрегационного характера, термокарста, термоэрозии, где строителей могут ожидать значительные трудности технологического характера.

Игнорирование этих особенностей, недостаточное изучение последствий нарушения естественных процессов теплообмена в горных породах вызывают серьезные осложнения

при строительстве и эксплуатации линейных объектов нефтегазового комплекса – трубопроводов, сокращают сроки надежной эксплуатации и сопровождаются нерациональными экономическими затратами.

Особо отметим, что избежать упомянутых проблем можно лишь при условии систематического контроля как за состоянием трубы, так и вмещающих ее пород, т.е. геотехнического и геоэкологического мониторингов, реализуемых на всех этапах: изыскательском, строительном и эксплуатационном [9, 17]. При этом на начальном, входящем в состав изысканий, этапе основным видом работ должно стать комплексное изучение минимально нарушенного, т.е. близкого к естественному состоянию природной среды в сочетании с прогнозом ее возможных техногенных изменений. Именно информация о естественном состоянии природной среды станет отправной при последующей оценке тенденций и масштабов ее динамики, и необходимости капитального ремонта ГТС.

Серьезного внимания заслуживает проблема диагностики состояния элементов ГТС. Не исключая традиционные методы непосредственного обследования, гораздо экономичнее и информативнее использование дистанционных снимков разных видов и сроков съемок. При этом достоверность метода существенно возрастает при автоматизированной обработке материалов на специальных оптико-электронных системах [5].

Важнейшим условием надежности ГТС является высокое качество самих труб. Строительство «Силы Сибири» ведется из лучших отечествен-

Рис. 7.
Курум в горной части трассы ТС. 2011 (фото С.И. Серикова)



ных труб, а на стадии эксплуатации газопровод будут обслуживать около 3000 специалистов. При этом ориентировочная стоимость строительства составит порядка 1 трлн руб. Через магистраль будут не только выполняться поставки газа в КНР, но и обеспечиваться станция, производящая сжиженный газ и нефтехимическое производство. Глава «Газпрома» А. Миллер оценил стоимость поставок газа в Китай в 400 млрд долларов [16].

Современное состояние проекта

Важным условием успешной реализации проекта является обеспеченность надежной ресурсной базы. В качестве нее для «Силы Сибири» принято Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение в юго-западной Якутии. В последнее время на месторождении активно проводится бурение – пройдено семь разведочных скважин средняя глубина которых около двух километров, все они работают в режиме испытания, определяющего запасы и качество топлива. Геологоразведочные работы, проводимые силами специалистов ООО «Газпром геологоразведка», вышли на завершающий этап. Силами этой компании с 2009 г. здесь пробурено более 40 разведочных скважин, в первом квартале 2015 г. завершены сейсморазведочные работы 3D, в результате которых было изучено 6300 км² площади Чаянды [19]. По итогам проведенных исследований составлена 3D-модель месторождения, которая позволяет получить максимально точную оценку запасов газа. Испытания на скважинах завершены, а затем площадка разравнивается и рекультивируется.

В период освоения месторождения рядом с разведочными скважинами построят еще несколько эксплуатационных – уже для добычи

газа. Особенностью газа Чаянды является насыщенность гелием, что существенно повышает его ценность. Специалисты исследуют структуру пород месторождения на предмет сохранения гелия под землей, иначе его невозможно удерживать даже в замкнутых сосудах. Он может храниться только под солевыми залежами, широко развитыми на этом месторождении. Предполагаемые запасы месторождения составляют около 1,45 трлн м³ газа.

Месторождение считается готовым к эксплуатации, когда структура его запасов известна на 85%, и специалисты близки к этому показателю. Важным положительным обстоятельством является строгое соблюдение «Газпромом» природоохранного законодательства. На всех стадиях работ – от разведки и подбора площадки до проведения водоохраных мероприятий компания старается обеспечивать экологическую безопасность этой территории.

Наряду с уже практически завершившейся на Чаяндинском месторождении геологоразведкой, в самом разгаре эта стадия на его «спутнике» – Таас-Юряхском НГКМ. В общей сложности сейсморазведочные работы здесь нужно провести на 1035 км², на 700 из них они уже завершены. На Таас-Юряхе начаты работы по проходке двух первых разведочных скважин, буровые вышки для которых переброшены с Чаянды. Всего здесь должны создать около 8 таких скважин, но их число еще будет уточняться. В перспективе газ этого месторождения также будет использоваться для «Силы Сибири», но в более поздние сроки, после доразведки, намеченной на 2018–2019 гг. В целом, по оценкам специалистов ООО «Газпром геологоразведки», для восполнения минерально-сырьевой базы ГТС, запасов даже одного Чаяндинского месторождения вполне достаточно.

После подписания в мае 2014 г. «Газпромом» и Китайской Национальной Нефтегазовой Корпорацией (CNPC) договора купли-продажи российского газа по газопроводу «Сила Сибири», в сентябре 2014 г. началось строительство первого участка от Чаяндинского месторождения в Якутии до Благовещенска на границе с КНР протяженностью около 2200 км. На втором этапе будет построен участок от Ковыктинского месторождения в Иркутской области до Чаяндинского длиной около 800 км. На третьем этапе планируется расширение газотранспортных мощностей на участке от Чаяндинского месторождения до Благовещенска.

В сентябре 2016 г. «Газпром» и CNPC подписали ЕРС-контракт на строительство подводного перехода трансграничного участка «Силы Сибири» через реку Амур. Сооружение перехода

Рис. 8.

Оборудование перехода ТС через крупный водоток (<http://www.gazprom.ru/about/production/projects/pipelines/built/ykv/>)



с китайской стороны началось в апреле 2017 г., а в мае был открыт временный двусторонний пункт пропуска через российско-китайскую границу для организации в пограничной зоне доступа и беспрепятственной работы строительной техники и персонала.

Особое значение при строительстве уделяется применению современных, высоконадежных, энергоэффективных технологий и оборудования [21]. В частности, используются стальные трубы российского производства, имеющие внутреннее гладкостенное покрытие, снижающие энергозатраты на транспортировку газа за счет уменьшения внутренней шероховатости трубы и, соответственно, трения. Внешняя изоляция труб выполнена из инновационных отечественных нанокompозитных материалов, обеспечивающих высокую коррозионную стойкость газопровода. Для пересечения участков активных тектонических разломов используются трубы с повышенной деформационной способностью, а также специальные технические решения по их укладке.

При выборе оборудования особое внимание уделяется надежности и экономичности его эксплуатации. Например, энергонезависимые электроприводы для трубопроводной арматуры, в которых используются энергоаккумуляторы, рассчитаны на работу без обслуживания в течение 20 лет. Их применение позволяет сократить затраты на строительство, а уникальная механика привода – снизить энергопотребление [11].

Продолжается сохраняться внимание к экологическим проблемам. Для минимизации воздействия на окружающую среду маршрут «Силы Сибири» проложен преимущественно по участкам редколесий и старых гарей. На **рис. 8** хорошо видно насколько продуманно с геотехнологической точки зрения скомпанован переход ГТС через один из крупных водотоков в средней части трассы.

Оценивая современные темпы строительства, руководитель «Газпрома» А. Миллер отметил [16], что строительство объекта идет с опережением графика и по состоянию на 16 мая 2017 г. построено уже 745 км, а сварено в нитку 1000 км трубы. Концерн планирует ввести газопровода в эксплуатацию 20 декабря 2019 г. Таким образом, реализация проекта как с российской, так и китайской сторон осуществляется строго по графику. Это касается строительства линейной части газопровода – будет достроена оставшаяся часть газопровода в 2156 км – и освоения Чаяндинского месторождения, будет также создана семь компрессорных станций, предусматривается начать освоение Ковыктинского месторождения в Иркутской области. Все

это будет обеспечено увеличением инвестиций «Газпрома» в газопровод с 76,162 млрд руб до 158,811 млрд руб. в 2017 г. В плане очередности сначала будет возведен газопровод по маршруту Якутия – Хабаровск – Владивосток, а затем Ковыктинское месторождение подключится к Чаяндинскому центру. Система будет общей для Иркутского и Якутского газовых месторождений, их запасы составляют, соответственно, 1,5 и 1,2 трлн м³.

Следует обратить особое внимание, что Минэнерго РФ решило пересмотреть планы по добыче газа на Дальнем Востоке: вместо ожидаемой добычи к 2020 г. 51,3 млрд м³ теперь планируется 43,7 млрд м³ [7]. Как пояснил официальный представитель министерства, пересмотр планов по добыче газа в сторону уменьшения связан с синхронизацией с началом поставок по российско-китайскому газопроводу «Сила Сибири». По планам «Газпрома», Чаянда должна быть запущена в эксплуатацию к концу 2018 г., концерн планировал инвестировать порядка 168 млрд руб. Недавно показатели объемов добычи газа на Дальнем Востоке в 2017–2020 гг. были скорректированы со сроками реализации проектов по строительству экспортной инфраструктуры, в том числе «Силы Сибири». При этом к 2035 г. Минэнерго прогнозирует рост добычи газа в регионе почти в 2,5 раза к нынешним показателям – до 80 млрд м³ [7].

В предыдущей версии госпрограммы рост добычи газа на Дальнем Востоке к 2020 г. прогнозировался в среднем на 18% в год до 51,3 млрд м³. Теперь этот показатель уменьшен до 11,3%, до 43,7 млрд м³. Корректировка прогнозов связана с экспортом газа, а снижение темпов свидетельствует об изменении сроков по новым проектам.

Снижение темпов добычи газа на Дальнем Востоке вряд ли связано с переносом сроков по началу поставок, считает аналитик Sberbank CIB В. Нестеров. На последних переговорах в начале июля «Газпром» и китайская *CNPC* договорились начать поставки по «Силе Сибири» к концу декабря 2019 г. [10].

В планах «Газпрома», кроме поставок по «Силе Сибири», намерения экспортировать газ в Китай еще по двум маршрутам: по западному маршруту – трубопроводу «Алтай», а также напрямую из Владивостока. По последнему проекту, по словам главы концерна А. Миллера, планируется согласовать условия поставок до конца 2017 г.

Еще одним связанным с тематикой данной статьи недавним событием, не вызвавшим значительного интереса на фоне глобальных политических скандалов, падения цен на нефть,

снятия санкций с Ирана и т.д., стала очередная новость из КНР, испытывающей серьезные экономические трудности. Руководство страны собирается выделить 4,6 млрд долларов на планомерное закрытие малых угольных шахт. В течение ближайших 3 лет в Китае закроют 4300 шахт из 11 000 действующих, и будет уволено до 1 млн человек [12]. И это в то время, когда большая часть производства КНР – 64,4% – сосредоточено именно на этом энергоресурсе. В итоге создалась катастрофическая ситуация с экологией, которую решено исправлять в аварийном режиме.

Одним из основных путей улучшения экологической ситуации в стране стала смена приоритетного направления развития КНР в сторону геотермальной энергетики, утвержденная в плане 13 пятилетки развития китайской экономики. Именно в последние годы геотермальная энергетика в КНР стала активно развиваться, и если 3 года назад в Китае вырабатывалось всего 28 мегаватт данной энергии в год, то уже в 2015 г. этот показатель превысил 100 мегаватт. Со временем на территории КНР будет вырабатываться 1/6 геотермальных ресурсов всей планеты, что можно сопоставить с запасами 853 млрд т угля [16]. Таким образом, в КНР приоритет отдается совершенно новой и экологически чистой форме выработки энергии. Ряд специалистов в нашей стране в перспективе предполагает возможность резкого сокращения потребности в газе, транспортируемом по новым ГТС в Китай [12].

Выводы

В восточных регионах Сибири проектируется, а частично уже создается, магистральный газопровод «Сила Сибири», являющийся важной составляющей федеральной Единой Газовой Системы (ЕГС) и ориентированный на удовлетворение нужд российских и зарубежных потребителей. В последнее время широко обсуждается вопрос о деталях продления этой ГТС по поставкам природного топлива в КНР. Недавно Министерство охраны окружающей среды КНР дало Китайской национальной нефтяной компании (CNPC) разрешение на строительство 700-километрового участка газопровода, который станет дополнительной частью проекта «Сила Сибири» на территории КНР. Магистральный трубопровод проляжет от границы с Россией по территории провинции Хэйлунцзян до города Суньюань. По мнению специалистов министерства, меры по охране окружающей среды, предложенные CNPC, соответствуют установленным в КНР нормативам. О начале строительства китайской части «Силы Сибири» было объявлено

еще в 2016 г., ее общая протяженность составит 3,17 тыс. км. Вблизи китайского участка «Силы Сибири» будет построено 9 подземных хранилищ газа. По территории России магистраль протянется на 2,2 тыс. км от источника поставок – Чаяндинского месторождения в Якутии до г. Благовещенска. При этом Россия не собирается изменять договорные сроки из-за снижения потребления газа в Китае.

Реализация столь значимого для Сибири проекта должна базироваться на ряде особых, специально разработанных и адаптированных к местным условиям технических решений, значительная часть которых была ранее подготовлена проектировщиками в тесном взаимодействии с ведущими НИИ Сибири и Дальнего Востока еще при создании нефтепровода «ВСТО» и вполне может быть использована для «Силы Сибири». Имеется информация, что аналогичные работы ведутся и с китайской стороны, в Алтайском округе Синьцзян-Уйгурского автономного района Китая, и было бы совсем не лишне учесть при этом опыт специалистов РФ.


Важным обстоятельством, в значительной степени обеспечивающим успешную реализацию проекта, является выбор подземного способа прокладки труб, хорошо зарекомендовавшего себя еще около 50 лет назад и с тех пор успешно использовавшегося в районах развития ММП, в том числе при прокладке «ВСТО». Есть уверенность, что и при создании новых магистральных ГТС в Сибири метод подтвердит свои достоинства и повысит их эффективность.

В перспективе особую опасность для надежности и безопасности ГТС «Сила Сибири» уже при строительстве и, особенно, эксплуатации представляют экзогенные, в том числе криогенные рельефообразующие процессы. Трасса магистрального газопровода проходит по районам со сложными, неравномерно – с разной степенью детальности, изученными геокриологическими, мерзлотно-гидрогеологическими и инженерно-геокриологическими условиями. К специфическим криогенным процессам и образованиям по трассе, осложняющим освоение, относятся:

- в южной половине трассы – широкое развитие наледеобразования, как в естественных – на участках разгрузки подземных вод, так и техногенных нарушенных условиях;
- широкое развитие в горных породах долин залежей подземных льдов, неустойчивых ко всем видам воздействий с нарушениями условий теплообмена на поверхности и в толще многолетнемерзлых пород (ММП), приводящих к активизации термокарста;
- развитие современного мерзлотного карста;

– активизация в последние десятилетия экзогенных, в том числе мерзлотных и мерзлотно-геологических процессов.

Игнорирование этих особенностей, недостаточное изучение последствий нарушения естественных процессов теплообмена в горных породах вызывают серьезные осложнения при строительстве и эксплуатации линейных объектов нефтегазового комплекса – трубопроводов, сокращают сроки их надежной эксплуатации, и сопровождаются нерациональными экономическими затратами.

Таким образом, важным условием эффективности новой магистральной ГТС в Сибири является возможность создания адаптированной к сложным природным условиям системы, характеризующейся высокой степенью надежности, сохраняющейся на протяжении продолжительной эксплуатации без серьезного ремонта, и крупных финансовых вложений. Пример успешного создания и эксплуатации нефтепровода «ВСТО» [9] подтверждает подобную возможность. 

Литература

1. Алексеев В.Р. Условия формирования и распространение наледей на юге Якутии // *Наледи Сибири*. М.: Наука. 1969. С. 31–41.
2. Алексеев В.Р. Наледи как фактор долинного морфолитогеоза // *Региональная геоморфология Сибири*. Иркутск. 1973. С. 99–134.
3. Алексеев В.Р. Ландшафтная индикация наледных явлений. Новосибирск: Наука, 2005. 364 с.
4. Байкало-Амурская железнодорожная магистраль. Геокриологическая карта. Масштаб 1:25000000. М.: ГУГК. 1979. 2 л.
5. Бондур В.Г. Аэрокосмические методы и технологии мониторинга объектов нефтегазового комплекса // *Исследование земли из космоса*. 2010. № 6. С. 3–17.
6. Геокриология СССР. Средняя Сибирь. М.: МГУ. 1990. 383 с.
7. Дальневосточный газ приберегут для «Силы Сибири». Доступно на: <http://gazoprovod-sila-sibiri.ru/dalnevostochnyj-gaz-priberegut-dlya-sily-sibiri/> (обращение 22.02.2018).
8. Железняк М.Н. Геотемпературное поле и криолитозона юго-востока Сибирской платформы. Новосибирск: Наука. 2005. 227 с.
9. Железняк М.Н., Сериков С.И., Шац М.М. Нефтепровод «Восточная Сибирь – Тихий океан»: современное состояние и перспективы // *Трубопроводный транспорт. Теория и Практика*. 2017. № 3. С. 50–55.
10. Поставки российского газа в Китай по «Силе Сибири» начнутся в декабре 2019 года. Доступно на: <http://www.gazprom.ru/press/news/2017/july/article340464/> (обращение 23.02.2018).
11. Крупнейшая система транспортировки газа на Востоке России. Доступно на: <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/pipelines/built/ykv/> (обращение 22.02.2018).
12. Китайцы заберут «Силу Сибири». Газопровод «Алтай» опережает «Силу Сибири» в китайских планах «Газпрома». Доступно на: <http://www.pravda-tv.ru/2015/03/19/132567> (22.02.2018).
13. Макаров В.Н., Шепелев В.В., Шац М.М., Железняк М.Н. Геоэкологические проблемы осваиваемых территорий Якутии // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2000. № 4–5. С. 30–34.
14. Мерзлотно-ландшафтная карта Якутской АССР. Масштаб 1:2500000. М.: ГУГК. 1991. 2 л.
15. Мерзлотные ландшафты Якутии (Пояснительная записка к Мерзлотно-ландшафтной карте Якутской АССР масштаба 1:2500000) / Федоров А.Н., Ботулу Т.А., Варламов С.П. и др. Новосибирск: ГУГК. 1989. 170 с.
16. Миллер оценил газовый контракт с Китаем в 400 млрд долларов. Доступно на: <https://hboris.ru/миллер-оценил-газовый-контракт-с-кита/> (обращение 22.02.2018).
17. Самсонова В.В., Дручина О.Е., Самсонова М.А. Прогнозная оценка мерзлотно-климатических и геокриологических геотехнических рисков строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов // *Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире (Геориск-2015)*. Материалы 9-й Международной научно-практической конференции. 2015. С. 523–530.
18. Фотиев С.М. Подземные воды и мерзлые породы Южно-Якутского угленосного бассейна. М.: Наука. 1965. 231 с.
19. Чайнда на пороге добычи: Геологоразведка на крупнейшем газовом месторождении завершится в 2016 году. Доступно на: <http://news.ykt.ru/article/35101> (обращение 22.02.2018).
20. Шац М.М. Состояние и перспективы Восточной газовой // *Трубопроводный транспорт: теория и практика*. 2011. № 3. С. 12–16.
21. Экоплан китайского участка «Силы Сибири» одобрен властями КНР. Доступно на: <http://news.ykt.ru/article/43034> (обращение 22.02.2018).
22. Южная Якутия. Мерзлотно-гидрогеологические и инженерно-геологические условия Алданского горнопромышленного района. М. МГУ. 1975. 444 с.

UDC 551.345

M.N. Zheleznyak, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Director of Institute for Permafrost P.I. Melnikov SB RAS¹, fe@mpi.ysn.ru

S.I. Serikov, Researcher of Institute for Permafrost P.I. Melnikov SB RAS¹, grampus@mpi.ysn.ru

M.M. Shatz, PhD, Leading Researcher of Institute for Permafrost P.I. Melnikov SB RAS¹, mmshatz@mail.ru

¹36 Merzlotnaya street, Yakutsk, 677010, Russia.

The gas Transportation System “The Power of Siberia. Current Problems and Prospects

Abstract. The problems arising at various stages of the implementation of the project for the construction of the “Siberia Power” gas pipeline in Eastern and South–Eastern Siberia are highlighted. They include the choice of pipeline routes, the method of laying the pipeline, the financial provision of projects in the current economic environment and its likely priority. The advantages and problems of the chosen route variant are shown in concrete engineering–geological conditions, the expediency of using the underground method of laying pipes

Keywords: selection of pipeline route options; method of laying the pipe; financial support of the project.

References

1. Alekseev V.R. *Usloviia formirovaniia i rasprostranenie naledei na iuge Iakutii. Naledi Sibiri* [The conditions for the formation and distribution of ice in the south of Yakutia]. Moscow, Nauka Publ., 1969, pp. 31–41.
2. Alekseev V.R. *Naledi kak faktor dolinnogo morfologitogeneza. Regional'naia geomorfologiya Sibiri* [Naledi as a factor of valley morpholithogenesis. Regional geomorphology of Siberia]. Irkutsk, 1973, pp. 99–134.
3. Alekseev V.R. *Landshaftnaia indikatsiia nalednykh iavlenii* [Landscape indication of ice phenomena]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2005, 364 p.
4. *Baikalo-Amurskaia zheleznodorozhnaia magistral'. Geokriologicheskaiia karta. Masshtab 1:25000000* [The Baikal-Amur Railway. Geocryological map. Scale 1: 25000000]. Moscow, GUGK Publ., 1979, 2 l.
5. Bondur V.G. *Aerokosmicheskie metody i tekhnologii monitoringa ob'ektov neftegazovogo kompleksa* [Aerospace methods and technologies for monitoring oil and gas facilities]. *Issledovanie zemli iz kosmosa* [Earth exploration from space], 2010, no. 6, pp. 3–17.
6. *Geokriologiya SSSR. Sredniaia Sibir'* [Geocryology of the USSR. Middle Siberia]. Moscow, MGU Publ., 1990, 383 p.
7. *Dal'nevostochnyi gaz priberegut dlia «Sily Sibiri»* [Far East gas will be reserved for the “Siberian Power”]. Available at: <http://gazoprovod-sila-sibiri.ru/dalnevostochnyi-gaz-priberegut-dlya-sily-sibiri/> (accessed February 22, 2018).
8. Zhelezniak M.N. *Geotemperaturnoe pole i kriolitizona iugo-vostoka Sibirskoi platformy* [Geothermal field and cryolithozone of the southeast of the Siberian platform]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2005, 227 p.
9. Zhelezniak M.N., Serikov S.I., Shats M.M. *Nefteprovod «Vostochnaia Sibir' – Tikhii okean»: sovremennoe sostoianie i perspektivy* [Oil pipeline “Eastern Siberia- Pacific Ocean”: current state and prospects]. *Truboprovodnyi transport. Teoriia i Praktika* [Pipeline transportation. Theory and practice], 2017, no. 3, pp. 50–55.
10. *Postavki rossiiskogo gaza v Kitai po «Sile Sibiri» nachnutsia v dekabre 2019 goda* [Deliveries of Russian gas to China on the “Force of Siberia” will begin in December 2019]. Available at: <http://www.gazprom.ru/press/news/2017/july/article340464/> (February 23, 2018).
11. *Krupneishaia sistema transportirovki gaza na Vostoke Rossii* [The largest system of gas transportation in the East of Russia]. Available at: <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/pipelines/built/ykv/> (accessed February 22, 2018).
12. *Kitaity zaberut «Silu Sibiri»*. *Gazoprovod «Altai» operezhaet «Silu Sibiri» v kitaiskikh planakh «Gazproma»* [The Chinese will take the “Power of Siberia”. The Altai gas pipeline is ahead of the “Power of Siberia” in the Chinese plans of Gazprom]. Available at: <http://www.pravda-tv.ru/2015/03/19/132567> (accessed February 22, 2018).
13. Makarov V.N., Shepelev V.V., Shats M.M., Zhelezniak M.N. *Geoekologicheskie problemy osvaivaemykh territorii Iakutii* [Geoecological problems of the developed territories of Yakutia]. *Zashchita okruzhaiushchei sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in the oil and gas sector], 2000, no. 4–5, pp. 30–34.
14. *Merzlotno-landshaftnaia karta Iakutskoi ASSR. Masshtab 1:2500000* [The permafrost-landscape map of the Yakut ASSR. Scale 1: 2500000]. Moscow, GUGK Publ., 1991, 2 l.
15. Fedorov A.N., Botulu T.A., Varlamov S.P. i dr. *Merzlotnye landshafty Iakutii (Poiashnitel'naia zapiska k Merzlotno-landshaftnoi karte Iakutskoi ASSR masshtaba 1:2500000)* [Permafrost landscapes of Yakutia (Explanatory note to the Frozen-landscape map of the Yakut ASSR, scale 1: 2500000)]. Novosibirsk, GUGK Publ. 1989, 170 p.
16. *Miller otsenil gazovyi kontrakt s Kitaem v 400 mlrd dollarov* [Miller estimated the gas contract with China at \$ 400 billion]. Available at: <https://hboris.ru/miller-otsenil-gazovyi-kontrakt-s-kita/> (accessed February 22, 2018).
17. Samsonova V.V., Druchina O.E., Samsonova M.A. *Prognoznaia otsenka merzlotno-klimaticheskikh i geokriologicheskikh geotekhnicheskikh riskov stroitel'stva i ekspluatatsii magistral'nykh truboprovodov* [Forecast assessment of permafrost-climatic and geocryological geotechnical risks of construction and operation of main pipelines]. Proc. 9th inter. conf. “*Analysis, forecast and management of natural risks in the modern world (Georisk-2015)*” [Analysis, forecast and management of natural risks in the modern world (Georisk-2015)]. 2015. S. 523–530.
18. Fotiev S.M. *Podzemnye vody i merzlye porody luzhno-Iakutskogo ughlenosnogo basseina* [Underground waters and frozen rocks of the South Yakutian coal basin]. Moscow, Nauka Publ., 1965, 231 p.
19. *Chaianda na poroge dobychi: Geologorazvedka na krupneishem gazovom mestorozhdenii zavershitsia v 2016 godu* [Chayanda on the threshold of production: Exploration at the largest gas field will be completed in 2016]. Available at: <http://hews.ykt.ru/article/35101> (accessed February 22, 2018).
20. Shats M.M. *Sostoianie i perspektivy Vostochnoi gazovoi* [The state and prospects of the Eastern Gas]. *Truboprovodnyi transport: teoriia i praktika* [Pipeline transport: theory and practice], 2011, no. 3, pp. 12–16.
21. *Ekoplan kitaiskogo uchastka «Sily Sibiri» odobren vlastiami KNR* [Ecoplan of the Chinese section “Forces of Siberia” approved by the authorities of the PRC]. Available at: <http://hews.ykt.ru/article/43034> (accessed February 22, 2018).
22. *Iuzhnaia Iakutiia. Merzlotno-gidrogeologicheskie i inzhenerno-geologicheskie usloviia Aldanskogo gornopromyshlennogo raiona* [Southern Yakutia. The permafrost-hydrogeological and engineering-geological conditions of the Aldan Mining Area]. Moscow, MGU Publ., 1975, 444 p.



О. В. Трофимова
ФБУ ГКЗ
 отдел мониторинга и анализа
 главный специалист
 trofimova_ov@gkz-rt.ru

ФБУ ГКЗ: динамика движения запасов

В 2017 г. проведена государственная экспертиза 2797 объектов, в том числе:

- по оперативному изменению состояния запасов УВС – 853;
- по подсчету геологических запасов – 81;
- по подсчету извлекаемых запасов – 268;
- по твердым полезным ископаемым – 164;
- по подземным водам – 228.

Филиалами ФБУ «ГКЗ» рассмотрено 1203 объекта.

Подтверждено открытие 75 месторождений углеводородного сырья.

Из них:

- нефтяных – 63;
- газонефтяных – 1;
- нефтегазовых – 1;
- газовых – 3;
- газоконденсатных – 7.

Общий прирост извлекаемых запасов промышленных категорий (А, В₁ и С₁) за счет ГРП составляет:

- по нефти (с газовым конденсатом) – 550 млн т;
- по газу – 890 млрд м³.

Таблица 1.

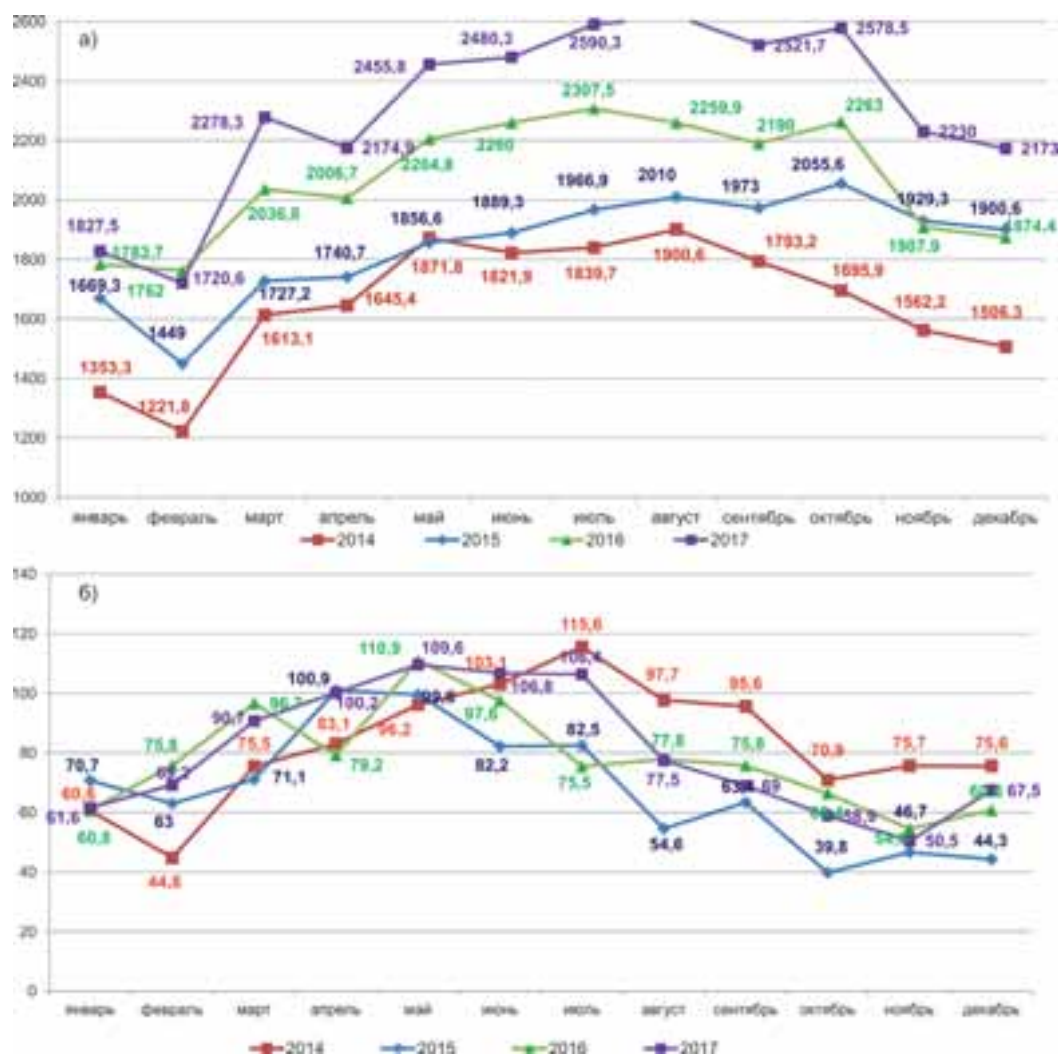
Изменение запасов твердых полезных ископаемых в России по результатам государственной экспертизы за период с 1 января по 31 декабря 2017 г.

Полезное ископаемое	Ед. изм.	Изменение запасов	
		А+В+С ₁	С ₂
Цинк	тыс. т	-1	45
Уголь	тыс. т	968 425	94 524
Серебро	т	331	299
Медь	тыс. т	985	-302
Кадмий	т	-27	665
Золото	кг	620 197	485 467
Свинец	тыс.т	9,2	64
Кобальт	т	21 788	-1816
Железные руды	тыс. т	26 289	-4273

Рис. 1.
Динамика среднесуточной добычи нефти в России 2014–2017 гг., тыс. т (по данным ЦДУ ТЭК)



Рис. 2.
Динамика проходки эксплуатационного (а) и разведочного (б) бурения в России 2014–2017 гг., тыс. м (по данным ЦДУ ТЭК)





Т. П. Линде
канд. экон. наук
ученый секретарь ФБУ ГКЗ

Результаты рассмотрения материалов ТЭО кондиций, подсчета запасов месторождений ТПИ и подземных вод

В декабре 2017 г. – январе 2018 г. проведено 65 заседаний, из них 20 заседаний по углеводородному сырью, где рассматривались материалы государственной экспертизы геологических запасов и технико-экономического обоснования коэффициентов извлечения нефти, газа и конденсата (в рамках проектно-технических документов) (Красноленинское, Мастерьевское, Южно-Русское, Самотлорское, Среднеботуобинское и др.), 20 заседаний по твердым полезным ископаемым, где рассматривались материалы государственной экспертизы ТЭО разведочных кондиций и подсчета запасов месторождений золота (Агинское, Золотое, Кочковское и др.), медно-порфировых (Михеевское) и полиметаллических руд (Нойон-Тологой, Таловское), золото-сурьмяных руд (Сентачан) и урана (Хохловское), известняков (Шах-Тау), огнеупорных глин (Латненское) и кварцевых песков (Маёвка), а также цементного сырья и угля.

На 25 заседаниях по подземным водам были рассмотрены материалы государственной экспертизы подсчета и переоценки запасов питьевых и минеральных подземных вод, переоценки запасов подземных вод для целей поддержания пластового давления, геолого-гидрогеологического обоснования промышленной эксплуатации полигонов захоронения излишков подтоварных вод и производственных стоков (Степановское, Даниловское, Елизовское, Ольховое, Голофеевское, Верхнеунжинское и др.). Подсчеты геологических и извлекаемых запасов углеводородов, ТЭО кондиций и подсчеты запасов месторождений ТПИ, а также подсчеты запасов подземных вод приняты как в авторских вариантах, так и с внесением корректив по результатам госэкспертизы. Наиболее интересные материалы экспертизы подсчета запасов и ТЭО кондиций приведены ниже.

Углеводородное сырье

На государственную экспертизу поступили материалы подсчета запасов углеводородов пластов Самотлорского месторождения и технологический проект разработки участков Самотлорского нефтегазоконденсатного месторождения.

Необходимость пересчета запасов Самотлорского месторождения обусловлена потребностью обновления технологической документации на разработку месторождения, а также уточнением геологического строения ранее выявленных и открытием новых залежей в результате получения значительного объема геолого-геофизической информации по данным бурения новых 13 поисково-разведочных, 4203 эксплуатационных скважин, сейсмических исследований 3D.

Концептуальные изменения геологического строения пластов и новые подходы (методики), примененные в подсчете запасов, рассмотрены на экспертно-технических советах ФБУ «ГКЗ».

Вновь подсчитанные начальные геологические запасы нефти в целом по Самотлорскому месторождению по сумме всех категорий по сравнению с ранее утвержденными ГКЗ увеличились на 2%, извлекаемые – на 1%. После утверждения запасов в 2006 г. открыто 56 новых небольших залежей. Основная часть залежей открыта эксплуатационным фондом – при испытании возвратного фонда скважин, при бурении транзитного фонда скважин и целевых ЗБС.

Представленные в отчете суммарные геологические запасы газа газовых шапок и свободного газа в целом по Самотлорскому месторождению по сумме всех категорий по сравнению с утвержденными ГКЗ увеличились на

40%. Извлекаемые запасы газа газовых шапок и свободного газа в целом по Самотлорскому месторождению по сумме всех категорий по сравнению с утвержденными ГКЗ скорректировались в большую сторону на 7%, при этом геологические запасы конденсата в целом по месторождению по сумме всех категорий сократились на 29%, извлекаемые запасы – уменьшились на 31%.

Вновь подсчитанные начальные геологические запасы нефти по категории А по Самотлорскому месторождению по сравнению с числящимися на госбалансе по состоянию на 01.01.2017 увеличились на 8%, по категории В₁ – уменьшились на 43%, по категории В₂ – увеличились на 20%. Начальные извлекаемые запасы нефти в целом по Самотлорскому месторождению увеличились на 0,2%, что связано с изменением объема начальных геологических запасов нефти и уточнением величины коэффициентов нефтеизвлечения, рассчитанных на основе трехмерного геолого-гидродинамического моделирования.

После последней защиты запасов углеводородов в ГКЗ в 2006 г. выполнено порядка 200 оперативных пересчетов запасов нефти и газа газовых шапок.

Изменения запасов произошли за счет уточнения участков геологических моделей по результатам нового бурения и 3D-сейсмики. Основной прирост геологических запасов нефти выполнен в 2013 г. и связан с открытием новых залежей и увеличением площади на существующих залежах по результатам бурения и работы скважин на пластах АВ8, БВ10(0), БВ16-22 и ЮВ1. Кроме того, увеличение запасов обусловлено включением начальных запасов нефти в границах Южно-Мыхпайского лицензионного участка Самотлорского месторождения, ранее числящегося в нераспределенном фонде. В 2016 г. протоколами Роснедра утверждены изменения в большую сторону запасов по пластам группы АВ (АВ1(3), АВ6 и АВ7), причиной оперативного изменения запасов явились перфорация и ввод в эксплуатацию скважин, ранее считавшихся непродуктивными. Также корректировка запасов в сторону увеличения отмечается по пластам группы БВ10 за счет увеличения площади нефтеносности по результатам эксплуатации скважин в зонах глинизации.

По решению экспертной комиссии в представленный подсчет геологических запасов изменения не вносились. По мнению экспертной комиссии, построенная геологическая модель может использоваться для подсчета геологических запасов и как основа для гидродинамического моделирования.

Представленные материалы по технико-экономическому обоснованию коэффициентов извлечения газа, выполненному в рамках проектного документа, вызвали ряд замечаний экспертной комиссии.

Экспертная комиссия, рассмотрев представленный авторами анализ разработки, отметила, что разработка месторождения ведется в соответствии с проектными решениями. Проектные решения в части бурения новых скважин и выполнения ГТМ перевыполнены. Реализуемые на объектах Самотлорского месторождения системы разработки в целом можно считать эффективными.

В представленном технологическом проекте разработки лицензионных участков Самотлорского нефтегазоконденсатного месторождения выделено 15 объектов разработки. Рассмотрев представленные геолого-физические характеристики продуктивных пластов Самотлорского месторождения, экспертная комиссия согласилась с предложенным выделением объектов разработки.

Определение оптимальной системы размещения и плотности сетки скважин для каждого объекта было выполнено с использованием гидродинамического моделирования. Экспертная комиссия отметила, что представленные на экспертизу гидродинамические модели могут быть рекомендованы для расчета технологических показателей разработки.

Для каждого эксплуатационного объекта рассмотрено от одного до шести вариантов дальнейшей разработки, экономическая оценка которых выполнена на основе действующих методических документов. Оценка экономической эффективности вариантов разработки месторождения выполнена в постоянных ценах за проектный и рентабельный сроки разработки, в условиях действующей системы налогообложения на дату выполнения работы.

Нормативы предстоящих капитальных расходов и эксплуатационных затрат обоснованы авторами с учётом результатов производственно-финансовой деятельности недропользователя за 2016 г.

Расчет капитальных вложений в разработку месторождения проводился по отдельным направлениям капитального строительства, включающим в себя затраты на бурение и обустройство новых скважин, приобретение оборудования, строительство объектов нефтепромыслового обустройства, организацию системы ППД.

Проведенные экономические расчеты показывают, что разработка эксплуатационных объектов при принятых в расчетах ценах на нефть, курсе рубля, затратах и действующей системе

налогообложения является рентабельной для пользователя недр для 13 объектов, а два объекта – разрабатывать убыточно.

К реализации принят суммарный вариант по месторождению с максимальными КИН по эксплуатационным объектам. Дальнейшая разработка Самотлорского месторождения при принятых в расчетах ценах и затратах обеспечивает положительное значение чистого дисконтированного дохода недропользователя.

По результатам государственной экспертизы недропользователю было рекомендовано в ходе дальнейшего освоения месторождения:

- продолжить изучение перспектив на ниже лежащих горизонтах (нижнеюрские и палеозойские отложения);
- при бурении поисково-разведочных и оценочных скважин выполнять отбор керна и глубинных проб нефти;
- в неразбуренных зонах с целью доизучения изменения свойств пород по площади запланировать стандартные (литологическое описание, профильные измерения, ФЕС) и специальные (петрофизические, литологические, потоковые, физико-механические) исследования керна;
- для определения текущего насыщения необходимо проведение СО-каротажа, ИННК, НЭК;
- выполнить представленную в «Технологическом проекте разработки Самотлорского нефтегазоконденсатного месторождения программу научно-исследовательских работ и до-разведки месторождения.

Твердые полезные ископаемые

На государственную экспертизу были представлены материалы технико-экономического обоснования постоянных разведочных кондиций и подсчета запасов полиметаллических руд месторождения Нойон-Тологой.

Полиметаллическое месторождение Нойон-Тологой находится в Забайкальском крае, открыто в 1964 г. С 2005 г. недропользователем за счет собственных средств последовательно проводятся геологоразведочные работы.

Месторождение охватывает северо-восточную часть Алгачинского золотополиметаллического рудного узла, который входит в состав Кличкинского рудного района полиметаллического пояса Восточного Забайкалья.

Тектоническая позиция месторождения определяется его приуроченностью к Мулинской вулканотектонической структуре, расположенной на северо-восточном замыкании Западно-Урулюнгуевской впадины в зоне долгоживущего глубинного разлома.

Рудоносность месторождения обусловлена рядом благоприятных литологоструктурных фак-

торов, при определяющей роли разрывной тектоники. В литологическом отношении оруденение развивается в эффузивах базальтового ряда, в меньшей мере оно связано с терригенными осадками ложа и обрамления вулканогенной впадины, а также сиенит-порфирами.

По совокупности геологических данных месторождение Нойон-Тологой относится к гидротермальному типу, сформировавшемуся метасоматическим путем в породах осадочно-вулканогенной депрессионной структуры на этапе поздемезозойской тектономагматической активации.

В результате геологического изучения установлено, что полиметаллическое оруденение на месторождении сосредоточено на 5 сблизженных рудоносных участках (Юго-Восточный, Юго-Западный, Центральный, Северо-Восточный и Восточный), которые характеризуются однотипной пластообразной формой пологопадающих рудных залежей, но имеют некоторые различия в условиях их залегания, качестве и количестве запасов руд. Наиболее продуктивные рудные залежи, выдержанные по падению и простиранию, выявлены на Юго-Восточном и в центральной части Центрального участка месторождения. Центральный участок, наряду с Северо-Восточным и Восточным характеризуется низким качеством руд. Основная часть подсчитанных прогнозных ресурсов Северо-Восточного и Восточного участков выявлена на глубинах свыше 300 м в сложной горно-геологической обстановке, в связи с чем перспективы их представляются ограниченными.

По двум разведанным участкам в ТКЗ ранее были защищены постоянные кондиции и запасы, разработана техническая документация, прошедшая необходимые экспертизы в установленном порядке. Начата опытно-промышленная разработка объекта, введена в эксплуатацию обогатительная фабрика.

Степень геологической изученности позволяет считать запасы месторождения разведанными. Качество геологоразведочных работ апробировалось неоднократно в ТКЗ и ГКЗ и признано удовлетворительным. В ходе проведения государственной экспертизы вносились изменения и дополнения в структуру и содержание отчета, внесены исправления в графические материалы. У экспертизы были замечания, касающиеся качества выполненных аналитических работ. В состав кондиций по рекомендации экспертизы были внесены технические изменения, уточнена квалификация запасов, часть запасов переведена в категорию прогнозных ресурсов. В целом, экспертная комиссия отметила, что

месторождение подготовлено для промышленного освоения и обеспечено промышленными запасами на период более 30 лет.

Подземные воды

На государственную экспертизу были представлены материалы по оценке запасов питьевых подземных вод верхнеплиоценового терригенного водоносного горизонта Ольхового месторождения, расположенного в с. Новая Усмань Новоусманского муниципального района Воронежской области.

В 2016 г. для обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения строящегося микрорайона «Ольха» с численностью населения 10 000 человек были пробурены в виде линейного ряда три водозаборные скважины, оборудованные на верхнеплиоценовый терригенный водоносный горизонт. В дальнейшем планируется бурение еще трех скважин в продолжение ряда, в том числе одной резервной. До настоящего времени в эксплуатацию водозабор не введен.


В 2017 г. были выполнены работы по оценке запасов подземных вод верхнеплиоценового терригенного водоносного горизонта.

Рассмотрев представленные материалы, экспертиза отметила, что в целом изученность геолого-гидрогеологических условий территории высокая и достаточна для оценки запасов подземных вод.

Целевой верхнеплиоценовый водоносный горизонт в пределах рассматриваемого района весьма водообилен. Подземные воды залегают на значительной глубине и характеризуются хорошим качеством, что предопределяет их широкое использование для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Выполненный на Ольховом месторождении комплекс работ был реализован достаточно целенаправленно и позволил получить необходимые данные для подсчета запасов питьевых подземных вод.

Качество оцениваемых вод полностью соответствует требованиям, предъявляемым к водам для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, направленных его изменений не ожидается. Подсчет запасов подземных вод верхнеплиоценового терригенного водоносного горизонта Ольхового месторождения показал их обеспеченность на прогнозный расчетный период.

По результатам экспертизы представленные запасы питьевых подземных вод утверждены в цифрах авторского подсчета (3,264 тыс. м³/сут). По степени изученности они отнесены к категории В, а участок – к группе разведанных. 



О.В. Трофимова
ФБУ ГКЗ
отдел мониторинга и анализа
главный специалист
trofimova_ov@gkz-ri.ru

UNITED NATIONS  NATIONS UNIES

В мае состоится Международная конференция по гармонизации подходов к оценке энергетических и минеральных ресурсов и эффективного управления ими

В 2017 г. Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН) продолжила продвижение Рамочной классификации ископаемых энергетических и минеральных запасов и ресурсов ООН (РКООН) и достигла определенных результатов.

РКООН — это комплексная интегрированная глобальная система устойчивого управления твердыми полезными ископаемыми, углеродородным сырьем, возобновляемыми источниками энергии, антропогенными ресурсами и проектами по закачке газа для геологического

хранения. В 2016–2017 гг. Комитет по устойчивой энергетике утвердил ряд документов, регулирующих применение РКООН в различных направлениях в области минеральных и энергетических ресурсов, таких как Спецификации для применения РКООН к проектам по закачке газа в целях геологического хранения, Спецификации для применения РКООН к возобновляемым энергетическим ресурсам, к биоэнергетическим ресурсам, руководства по применению РКООН к ресурсам урана и тория и т.д. (<https://www.unece.org/energy/welcome/unfc-and-resource-classification.html>).

В 2016 г. был утвержден Связующий документ между РКООН и новой Российской классификацией запасов и ресурсов нефти и горючих газов (*Bridging Document between UNFC and RF2013*), разработанный ФБУ «ГКЗ» совместно с Экспертно-технической группой (ЭТГ) ЕЭК ООН (https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/UNFC_specs/UNFC.RF.BD_r.pdf) и ставший первым документом, гармонизирующим РКООН с национальной классификацией запасов. Руководство Европейской экономической комиссии ООН высоко оценило работу российских экспертов, а также усилия, приложенные для укрепления международного сотрудничества в нефтегазовой области.


Следующим этапом стала работа по разработке примеров практического применения Связующего документа (*case studies*). Начало ей было положено в 2017 г. Планируется завершить работу к 2019 г. Практические примеры показывают, как объемы запасов нефти и газа, оцененные в соответствии с новой Российской классификацией запасов и ресурсов нефти и горючих газов, могут быть представлены в соответствии с Рамочной классификацией ООН. Разработка примеров поручена Рабочей группе по УВС, входящей в состав Экспертной группы по классификации ресурсов ЕЭК ООН (ЭГКР ЕЭК ООН). Группа состоит из экспертов Норвегии, Китая, Великобритании, России и т.д. Российскую Федерацию представляют Вера Браткова (начальник управления мониторинга, анализа и методологии ФБУ «ГКЗ») и Александр Шпильман (генеральный директор НАЦ РН ХМАО). К настоящему времени разработаны проекты двух кейсов по применению Связующего документа. На предстоящей Девятой сессии Экспертной группы по классификации ресурсов, ежегодно проводимой Европейской экономической комиссией ООН в рамках Недели по управлению ресурсами, примеры применения будут представлены на обсуждение.

Нужно также отметить, что в 2017 г., во исполнение решений, принятых на Седьмой

сессии ЭГКР, Экспертной группой по классификации ресурсов разработан и утвержден еще один важный документ – «Руководство по требованиям к Экспертам и вариантам отчетности о запасах». В документе изложены определение понятия «Эксперт», требования к уровню квалификации эксперта и принципы управления, механизмы обеспечения качества представляемой отчетности при управлении национальными/государственными ресурсами. Следующим шагом для создания института компетентных лиц РКООН стало подписание в ноябре 2017 г. Меморандума о взаимопонимании между Европейской Экономической Комиссией ООН и Европейской Федерацией Геологов. Крупнейшие экспертные сообщества в области энергетических и минеральных ресурсов для достижения целей и задач Рамочной классификации ООН приняли решение объединить усилия, направленные на интеграцию политики, эффективное управление мировыми сырьевыми и энергетическими ресурсами, инновационные технологии, преобразования бизнес-процессов компаний, устойчивое развитие энергетического сектора.

Одним из важнейших мероприятий в области сотрудничества с ЕЭК ООН должна стать запланированная на май 2018 г. Международная конференция, посвященная гармонизации подходов к оценке энергетических и минеральных ресурсов и эффективного управления ими. Конференция будет проходить в Москве и организуется Европейской экономической комиссией ООН, Министерством природных ресурсов и экологии РФ, Министерством Энергетики РФ, Министерством иностранных дел РФ, МГИМО, при содействии и непосредственном участии Некоммерческого партнерства содействия развитию горнодобывающих отраслей промышленности. Оператором выступает АООН «НАЭН». Координирующая роль в проведении конференции отведена ФБУ «ГКЗ».

Конференция будет посвящена изучению возможностей использования Рамочной классификации ООН, гармонизированной с ней новой классификации запасов углеводородного сырья Российской Федерации и других согласованных национальных систем для эффективного управления в условиях рынка и устойчивого развития энергетического и минерального секторов экономики стран Средней Азии.

Особый акцент на конференции будет сделан на изучении возможностей гармонизации национальных классификаций через применение Рамочной Классификации ООН и, на этой основе, – для привлечения инвестиций в энергетический сектор. 

Объявлен набор на обучение по программе «Эксперт в сфере недропользования» (Expert of subsoil use), не имеющей аналогов в РФ

Евразийский союз экспертов по недропользованию приглашает слушателей на дополнительную образовательную программу повышения квалификации «Эксперт в сфере недропользования».

«Эксперт в сфере недропользования» – уникальный курс, разработанный Санкт-Петербургским государственным университетом по заявке и с участием Евразийского союза экспертов по недропользованию. Он ориентирован на специалистов в сфере недропользования, желающих повысить свой профессиональный уровень и овладеть необходимыми навыками для успешной экспертной деятельности.

Курс разработан на основании установленных квалификационных требований, профессиональных стандартов и требований соответствующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к результатам освоения образовательных программ. Освоение курса может осуществляться по дистанционной технологии обучения.

В процессе освоения курса (время обучения – 70 академических часов) будут рассмотрены следующие основные вопросы:

- Основные законодательные и нормативно-правовые требования в области недропользования;
 - Основные требования по регулированию, организации и осуществлению экспертиз в сфере недропользования;
 - Основные вопросы обеспечения качества экспертиз в сфере недропользования и усиления ответственности экспертов;
 - Основные проблемы и ограничения, существующие в области экспертиз в сфере недропользования, и пути их решения;
 - Требования к документам и материалам, предоставляемым для проведения экспертиз в сфере недропользования;
 - Обзор современных методик проведения экспертиз в сфере недропользования;
 - Обзор и совершенствование навыков практического применения современной информационной технологий в сфере недропользования.
- Слушатели, обучающиеся по дополнительной образовательной программе повышения квалификации «Эксперт в сфере недропользования» и успешно прошедшие итоговую атте-

стацию, получают сертификат – удостоверение о повышении квалификации установленного образца на двух языках (русском и английском).

Запись на обучение производится только в Евразийском союзе экспертов по недропользованию. Подробная программа размещена на сайте <http://eues.ru>. Контактные данные: тел. 8(499)238-22-02, reception_eues@eues.ru.

Группы будут сформированы 12, 13, 14 апреля, 8, 9, 10 июня, 4, 5, 6 октября, 29, 30, ноября и 1 декабря.

Членам ЕСОЭН вступление в Союз предлагает следующие возможности:

- Непосредственного участия в развитии системы недропользования как в России, так и за рубежом. ЕСОЭН – единственное профессиональное объединение экспертов, которое поставило своей целью содействие развитию системы управления недропользованием, в том числе и на законодательном уровне.
- Приоритетное участие в независимой экспертизе по вопросам недропользования (по заявкам недропользователей, банковского сектора, государственных структур, судопроизводства и пр.). ЕСОЭН осуществляет взаимодействие с ЦКР Роснедра и ФБУ ГКЗ на постоянной основе.
- Возможность получения статуса «Еврогеолог» и участия в международных проектах по вопросам недропользования. ЕСОЭН – постоянный член Европейской федерации геологов с правом голоса от Российской Федерации.
- Нетворкинг и получение консультаций в смежных областях знаний. ЕСОЭН – организация, объединяющая экспертов самого широкого спектра разных специальностей в области недропользования.
- Обучение по программе «Эксперт в сфере недропользования», не имеющей аналогов в России, как один из этапов системы квалификации экспертов.
- Льготное участие в большинстве профильных мероприятий.
- Бесплатная подписка на pdf-версию журнала «Недропользование XXI век».
- Возможность увеличения числа публикации в СМИ, в том числе и зарубежных. Повышение индекса цитируемости эксперта и развитие личного бренда.

И.А. Баржак,
исполнительный директор ЕСОЭН,
ceo@eues.ru



Эксперт в сфере недропользования

Expert of subsoil use

Дополнительная образовательная
программа повышения квалификации



Программа ориентирована на специалистов в сфере недропользования, желающих повысить свой профессиональный уровень в экспертной деятельности.

Программа разработана и реализуется по заявке и с учётом требований Евразийского союза экспертов по недропользованию (ЕСОЭН).

Задачи программы

- Актуализация знаний основных законодательных требований в области недропользования
- Идентификация перспектив развития законодательных требований в области недропользования
- Актуализация знаний соотношения законодательства в области недропользования с другими отраслями законодательства
- Актуализация знаний основных нормативно-правовых требований по регулированию и осуществлению экспертиз в сфере недропользования
- Совершенствование и (или) получение дополнительных компетенций в области организации и реализации экспертиз в сфере недропользования
- Совершенствование и (или) получение дополнительных компетенций в области обеспечения качества экспертиз в сфере недропользования и усиления ответственности экспертов в сфере недропользования
- Идентификация проблем и ограничений, существующих в области экспертиз в сфере недропользования, и путей их решения и преодоления
- Актуализация знаний требований к документам и материалам, предоставляемым для проведения экспертиз в сфере недропользования
- Совершенствование и (или) получение дополнительных компетенций в области современных методик проведения экспертиз в сфере недропользования
- Актуализация знаний в области современных информационных технологий в сфере недропользования
- Совершенствование навыков практического применения современных информационных технологий в сфере недропользования
- Совершенствование навыков анализа и оценки возможности и корректности применения современных информационных технологий в сфере недропользования



В результате освоения и успешной сдачи итоговой аттестации слушатель получает удостоверение о повышении квалификации установленного образца на двух языках (русском и английском).



Запись на обучение производится в Евразийском союзе экспертов по недропользованию (ЕСОЭН).

Телефон: +7 (499) 238 22 02

Почта: reception_eues@eues.ru

Группы формируются по мере поступления заявок на обучение.



В.Г. Браткова
ФБУ "ГКЗ"
начальник управления мониторинга
анализа и методологии



В.А. Примха
ФБУ ГКЗ
начальник отдела
мониторинга и анализа



О.В. Трофимова
ФБУ ГКЗ
отдел мониторинга и анализа
главный специалист
trofimova_ov@gkz-rl.ru

Основные результаты деятельности ЭТС ГКЗ в 2017 г. и планы на будущее

В 2017 г. Экспертно-технический совет ГКЗ традиционно проводил работу, направленную на совершенствование методик, связанных с подсчетом запасов полезных ископаемых. Всего на заседаниях ЭТС было рассмотрено 27 работ, в том числе 24 – на секции углеводородного сырья и 3 – на секциях подземных вод и твердых полезных ископаемых. И если на последних количество заседаний в последние годы практически не меняется, то на секции УВС количество заседаний по сравнению с 2015–2016 гг. увеличилось почти в два раза (*рис. 1*).

Возросшая востребованность ЭТС как для разработчиков методик/подходов/ПО, так и для экспертного сообщества, обусловлена на наш взгляд, тем что:

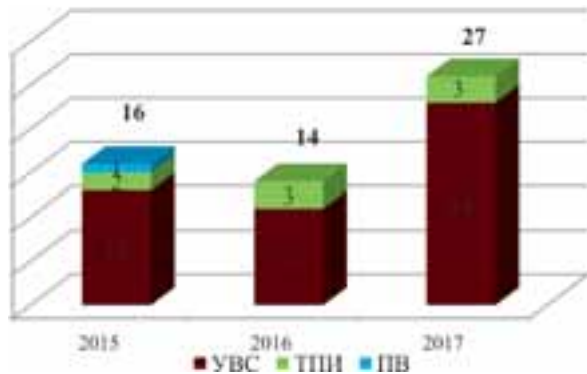
– на заседаниях Совета обсуждаются актуальные и проблемные вопросы;

– разработчики представленных документов, материалов или программных продуктов получают конкретные рекомендации от экспертов ЭТС, позволяющие улучшить и доработать представленные работы;

– все процедуры проведения ЭТС понятны и прозрачны, описаны в Положении об Экспертно-техническом совете: начиная от формы заявки на рассмотрение, схемы прохождения до соблюдения конфиденциальности (при необходимости).

Хотелось бы отметить рост качества представляемых на Экспертно-технический совет работ. Если в 2016 г. работ с положительным решением и принятых с учетом замечаний было ~63%, то в 2017 г. их стало 88%. (*рис. 2*). Примерно в половине случаев методики дорабатываются в процессе рассмотрения по рекомендациям экспертов ЭТС.

Рис. 1.
Структура рассматриваемых на ЭТС ГКЗ вопросов по видам полезных ископаемых



На прошедших в 2017 г. заседаниях секции углеводородного сырья наиболее популярными, так же как и в прошлые годы, остались темы, связанные непосредственно с подсчетом запасов углеводородного сырья – петрофизическим моделированием, 3D моделированием, сейсморазведкой (рис. 3).

Особое внимание экспертов привлекла «Методика определения подсчетных параметров сеноманской газовой залежи Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения» (авторы ООО «ТюменьНИИГипрогаз»). Представленная работа была посвящена анализу накопленных к настоящему времени геолого-геофизических данных по сеноманской залежи газа Ямбургского НГКМ, анализу лабораторных исследований керн новых скважин, построению петрофизических зависимостей типа «кern – kern» и «кern – ГИС» для определения коэффициента пористости по данным относительной амплитуды ПС (α_{пс}); построению петрофизической связи для внесения поправок за пластовые условия к коэффициенту пористости; уточнению уравнений для расчета

Рис. 2.
Структура решений, принятых секцией УВС ЭТС в 2017 г.



коэффициента газонасыщенности. Необходимо отметить, что в заседании приняло участие наибольшее количество экспертов, чему в немалой степени способствовало его проведение в формате видеоконференции «Москва – Тюмень». Такая современная форма проведения заседаний применялась в 2017 г. неоднократно, т.к. это позволяет привлечь к обсуждению выдающихся экспертов, проживающих в разных регионах страны: от Калининграда до Сахалина.

Отметим также возрастающий интерес к методикам по оценке параметров и подсчету трудноизвлекаемых запасов (рис. 3). В 2017 г. на Экспертно-техническом совете было заслушано 6 методик по данной тематике, из них четыре – по обоснованию проницаемости.

Повышенный интерес вызвали методики по подсчету запасов нетрадиционной нефти сланцевого типа. Так, авторским коллективом под руководством А.В. Шпильмана было разработано и одобрено Экспертно-техническим советом «Временное методическое руководство по подсчету запасов нефти в трещинных и трещинно-поровых коллекторах в отложениях баженовской толщи Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции». Также были рассмотрены и одобрены «Временные методические рекомендации по подсчету запасов нефти в доманиковых продуктивных отложениях», подготовленные специалистами ФГБУ «ВНИГНИ». Обе методики приняты для апробации с 1 января 2018 г. сроком на 18 месяцев. По результатам апробации будут внесены дополнения и подготовлены окончательные варианты методических руководств по подсчету запасов нефти сланцевого типа. Методики и протоколы ЭТС ГКЗ были опубликованы в журнале «Недропользование XXI век» (№ 4-2017).

По-прежнему большой интерес экспертного сообщества представляет направление по разработке программного обеспечения. В прошедшем году были апробированы два программных комплекса в области гидродинамического моделирования разработки месторождений УВС, это программный продукт компании ПАО «Роснефть» – РН-КИМ и программный комплекс FLOWZOOM, разработанный компанией ООО «НОВА технологиз». В процессе апробации представленных программных продуктов уже традиционно эксперты заполняли «матрицу тестирования», учитывающую 55 критериев (табл. 1), и проверяли соответствие представленного программного обеспечения задачам подсчета запасов и проектирования разработки месторождений углеводородного сырья. Эксперты отметили, что представленные программные продукты по совокупности функциональных

возможностей не уступают известным зарубежным программам и имеют близкий с ними набор опций. Экспертно-технический совет ГКЗ установил, что программные комплексы РН-КИМ и FLOWZOOM отвечают требованиям, предъявляемым к современным программам трехмерного цифрового гидродинамического моделирования, и соответствуют критериям апробации.

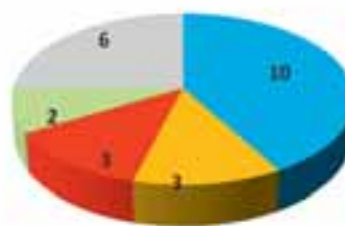
Ключевой темой рассмотрения на секции твердых полезных ископаемых в прошедшем году стало совершенствование нормативных и методических документов в области экспертизы запасов. Одной из поднятых проблем стало отсутствие в настоящее время утвержденных Минприроды России Требований к технико-экономическому обоснованию (далее – ТЭО) кондиций для подсчета запасов твердых полезных ископаемых, в связи с чем при подготовке данных материалов недропользователи вынуждены использовать методические рекомендации к составу и правилам оформления ТЭО, которые носят рекомендательный характер и не обязательны к соблюдению.

Для решения данной проблемы сообщество ведущих экспертов и крупных недропользователей разработало и представило на рассмотрение в ФБУ «ГКЗ» проект «Требований к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов технико-экономического обоснования кондиций для подсчета запасов твердых полезных ископаемых в недрах и отчетов по подсчету запасов твердых полезных ископаемых» (далее – «Требования»).

В соответствии с решением, принятым ЭТС ГКЗ 30 июня 2017 г., проект разработанных «Требований» направлен в Минприроды России для рассмотрения и утверждения их в установленном порядке.

Также на секции твердых полезных ископаемых были рассмотрены: проект «Методических рекомендаций по ТЭО кондиций для подсчета запасов месторождений ТПИ (кроме углей и горючих сланцев)» и предложения по внесению изменений в «Методические рекомендации по применению блочного моделирования при разработке ТЭО кондиций и выполнению подсчета запасов месторождений».

Одним из важных событий для развития деятельности Совета стало заседание Бюро ЭТС ГКЗ, которое состоялось 13 февраля 2018 г. Согласно Положению об ЭТС ГКЗ, Бюро ЭТС ГКЗ – это наблюдательный орган, основными задачами которого являются подведение итогов работы Экспертно-технического совета в прошедшем году, обсуждение планов на будущее, определение приоритетных направлений на ближайшую перспективу. На состоявшемся заседании Бюро ЭТС



■ Методика, повышение качества подсчета запасов УВС (геофизическое моделирование, 3D моделирование, сейсмика)
 ■ Методика подсчета КНН, КНГ и КНЖ
 ■ Апробация программного обеспечения
 ■ Технологические исследования, повышение качества и достоверности исходных данных для подсчета запасов УВС

Рис. 3.
 Структура рассматриваемых на ЭТС вопросов по секции УВС за 2017 г.

ГКЗ было принято решение расширить состав Бюро и привлечь к работе руководителей подведомственных МПР учреждений. Таким образом, ЭТС ГКЗ может стать площадкой для обсуждения наиболее злободневных вопросов недропользования.

В 2018 г. на повестку дня Бюро ЭТС ГКЗ внесены предложения по следующим приоритетным направлениям:

- совершенствование системы стандартов в области получения и предоставления исходной информации для подсчета запасов и проектирования разработки месторождений УВС;
- развитие нормативной и методической базы в части совершенствования подходов при подсчете запасов ПИ и проектировании разработки месторождений УВС;
- повышение эффективности системы привлечения экспертов в области недропользования;
- тестирование российского программного обеспечения для решения задач проектирования и подсчета запасов УВС в рамках программы импортозамещения.

Запланированные на ближайшее время заседания ЭТС ГКЗ подтверждают актуальность заявленных тем. Так, в феврале-марте 2018 г. состоится расширенное заседание по вопросу повышения эффективности системы привлечения экспертов в области недропользования. Приглашены члены всех секций ЭТС ГКЗ, представители компаний недропользователей, научные работники отраслевых институтов. На одном из последующих заседаний ЭТС планируется обсуждение с экспертным сообществом необходимости совершенствования метрологического и методического обеспечения в области подсчета запасов и проектирования разработки месторождений УВС.

Табл. 1.

Результаты апробации программных комплексов по гидродинамическому моделированию

№ п.п.	Требование	Описание
Общие требования к программным средствам Гидродинамического моделирования		
1	Полностью трёхмерная фильтрационная модель	Гидродинамическая модель должна быть полностью трёхмерной – то есть в явном виде включать перетоки в трёх направлениях и рассматривать их одновременно при решении систем уравнений
2	Трёхфазная фильтрационная модель	Гидродинамическая модель должна в явном виде включать три фазы (вода, жидкая УВ фаза, газообразная УВ фаза)
3	Учёт капиллярных давлений в системе нефть – вода	Модель должна учитывать капиллярные давления в системе нефть – вода при проведении расчётов и равновесной инициализации для корректного отображения переходной зоны
4	Горизонтальное и вертикальное масштабирование ФОФП	Модель должна обеспечивать возможность вертикального и горизонтального масштабирования функций относительных фазовых проницаемостей для учёта зависимости от ФЕС и литотипов
5	Учёт гистерезиса ФОФП в системе нефть – вода	Модель должна обеспечивать корректный учёт гистерезиса ФОФП в системе нефть – вода, отображая разные фазовые проницаемости и концевые точки для воды и нефти при пропитке и дренаже
6	Учёт моделей водонапорного режима	Модель должна обеспечивать возможность использования моделей водоносного горизонта Carter Tracy, Fetkovich и численных моделей. При этом должна поддерживаться возможность притока флюида из модели в водоносный пласт при повышении пластового давления
7	Обеспечение устойчивости вычислений	Модель должна обеспечивать выбор временного шага расчёта для обеспечения сходимости нелинейных уравнений и материального баланса
8	Запись динамических массивов точно на заданные даты	Модель должна обеспечивать выбор временного шага расчёта таким образом, чтобы окончание временного шага приходилось в том числе на все заданные даты вывода массивов динамических показателей (обычно – конец каждого расчётного года)
9	Запись показателей разработки точно на заданные даты	Модель должна обеспечивать выбор временного шага расчёта таким образом, чтобы окончание временного шага приходилось в том числе на все заданные отчётные даты (обычно – конец каждого месяца)
10	Учёт изменений по скважинам точно на заданные даты	Модель должна обеспечивать выбор временного шага расчёта таким образом, чтобы окончание временного шага приходилось в том числе на все даты, при которых происходит ввод и остановка скважин, изменение режимов их работы, изменение интервалов перфораций и т.д.
11	Учёт горизонтальных скважин	Модель должна обеспечивать учёт притока к скважинам произвольной траектории, пересекающим блоки сетки по любым направлениям. Траектории скважин должны задаваться в реальных координатах (XYZ)
12	Учёт интервалов перфорации	Модель должна учитывать фактическое положение интервалов перфорации, задаваемое в измеренных или абсолютных глубинах
13	Контроль скважин по забойному давлению	Модель должна обеспечивать контроль скважин по заданному забойному давлению при прогнозных расчётах
14	Контроль скважин по дебиту	Модель должна обеспечивать контроль скважин по заданному дебиту нефти, газа, жидкости или воды при прогнозных расчётах
15	Контроль скважин по устьевому давлению	Модель должна обеспечивать контроль скважин по заданному устьевому давлению при прогнозных расчётах посредством VFP таблиц, учитывающих в том числе изменение состава продукции
16	Контроль скважин по историческим показателям	Модель должна обеспечивать контроль скважин по историческому дебиту жидкости, нефти или газа (для добывающих скважин) и по историческому расходу воды или газа (для нагнетательных скважин)
17	Моделирование ГРП	Модель должна моделировать эффект трещин ГРП, выходящих за пределы блока сетки, методом создания дополнительных соединений скважина – пласт
18	Учёт влияния нелинейной сжимаемости газа на коэффициент продуктивности газовых скважин	ПО моделирования должно поддерживать поправку к коэффициенту продуктивности газовых скважин, обусловленную зависимостью свойств реального газа от давления – Gas Pseudo Pressure
19	Моделирование закачки воды	Модель должна поддерживать моделирование закачки воды через нагнетательные скважины
20	Моделирование закачки газа	Модель должна поддерживать моделирование закачки газа через нагнетательные скважины
21	Моделирование ВГВ	Модель должна поддерживать моделирование закачки водогазовой смеси как в виде переключения нагнетательной скважины между газом и водой через заданные промежутки времени, так и через закачку «газированной» воды

22	Возможность выдачи и визуализации технологических показателей по скважинам и группам скважин на каждый расчётный шаг	ПО должно обеспечивать выдачу основных технологических показателей (давление, дебиты фаз, накопленная добыча) по скважинам, слоям модели и отдельным вскрытым ячейкам
23	Возможность выдачи и визуализации динамических массивов	ПО должно обеспечивать выдачу динамических массивов (давления, насыщенностей)
24	Возможность выдачи и визуализации линий тока	ПО должно обеспечивать возможность выдачи и визуализаций линий тока, а также связанных с ними массивов (регионов добычи/закачки, Time Of Flight, Time To Producer, Time from Injector)
25	Возможность выдачи и визуализации данных по стволу скважины	ПО должно обеспечивать выдачу и визуализацию изменения давления, насыщенности и притока вдоль стволов скважин
26	Возможность отдельного учёта углеводородных компонентов, добываемых из нефтяной оторочки и газовой шапки	ПО должно обеспечивать возможность отдельного учёта добычи попутного и свободного газа, а также нефти и конденсата
27	Возможность параллельных расчётов для различных архитектур	Программное обеспечение должно поддерживать параллельные вычисления как на рабочих станциях, так и на вычислительных кластерах
28	Совпадение результатов скалярных и параллельных вычислений	Программное обеспечение должно обеспечивать точное совпадение результатов расчётов, получаемых по одной и той же модели на ЛЮБОМ числе процессоров как на рабочих станциях, так и на вычислительных кластерах
29	Трёхкомпонентная фильтрационная модель	Модель должна в явном виде учитывать минимум три компонента (газ сепарации, сепарированную нефть/конденсат и воду)
30	Учёт растворённого газа	Модель должна учитывать растворённый в жидкой УВ фазе газ и зависимость его максимального количества от давления насыщения
31	Учёт нелинейного характера зависимости свойств недонасыщенной нефти от давления	Модель должна учитывать нелинейный характер зависимости объёмного коэффициента и вязкости жидкой УВ фазы от давления при постоянном содержании растворённого газа. Модель должна обеспечивать возможность использования различных зависимостей при различных содержаниях растворённого газа
32	Учёт конденсата (нефти), растворённого в газовой фазе	Модель должна учитывать растворённый в газообразной УВ фазе конденсат (нефть) и зависимость его максимального содержания от давления начала конденсации
33	Учёт нелинейного характера зависимости свойств недонасыщенного конденсатом газа от давления	Модель должна учитывать нелинейный характер зависимости объёмного коэффициента и вязкости газовой УВ фазы от давления при постоянном содержании конденсата растворённой нефти. Модель должна обеспечивать возможность использования различных зависимостей при различных содержаниях конденсата (растворённой нефти)
34	Моделирование закачки полимеров	Модель должна поддерживать закачку полимерного раствора через водонагнетательные скважины с учётом основных эффектов (зависимость вязкости полимерного раствора от концентрации полимера, адсорбция полимера породой с соответствующим ухудшением ФЕС)
35	Модель конденсатной банки	ПО моделирования должно поддерживать поправку к коэффициенту продуктивности газовых скважин, обусловленную снижением фазовой проницаемости для газа за счёт формирования конденсатной банки – Multiphase Gas Pseudo Pressure
36	Полностью неявная численная схема	Гидродинамическая модель Black Oil должна проводить расчёты по полностью неявной численной схеме и обеспечивать устойчивость решения при прорывах газа, высокой неоднородности и т.д.
37	Расчёт PVT свойств компонентов на основе уравнения состояния	Гидродинамическая модель должна проводить расчёты PVT свойств жидкой и газообразной УВ фаз (плотности, вязкости, сжимаемости, объёмные доли фаз) на основе уравнения состояния (как минимум, модифицированного уравнения состояния Пенга Робинсона)
38	Возможность задания начального состава при инициализации модели	ПО должно обеспечивать возможность задания изменения начального компонентного состава по глубине
39	Возможность задания состава нагнетаемого флюида	ПО должно обеспечивать возможность задания компонентного состава закачиваемого флюида для нагнетательных скважин
40	Расчёт дебитов нефти и газа с использованием модели сепараторов	ПО должно обеспечивать расчёт добываемых объёмов и плотностей фаз через модели многоступенчатой сепарации, основанные на уравнении состояния. При этом должна обеспечиваться возможность задавать разные условия сепарации для разных групп скважин (например нефтяных и газовых)

41	Учёт поверхностного натяжения в системе нефть – газ	ПО должно обеспечивать расчёт поверхностного натяжения между жидкой и газообразной УВ фазами с соответствующей корректировкой функций относительных фазовых проницаемостей
42	Адаптивная явно–неявная численная схема	Гидродинамическая модель EOS должна проводить расчёты по адаптивной явно–неявной численной схеме, в которой не менее 10% активных ячеек могут рассчитываться как полностью неявные
ИТОГО		
Требования к ПО, применяемому для моделирования разработки месторождений высоковязкой нефти		
1	Неизотермическая модель	ПО должно поддерживать неизотермическую модель (Vo или EOS) с возможностью закачки пара и горячей воды, с учётом изменения вязкости нефти и остаточной нефтенасыщенности от температуры, с учётом отвода тепла в выше– и нижележащие породы
2	Возможность закачки пара в трёхфазной модели	ПО должно поддерживать возможность моделирования закачки водяного пара в трёхфазные модели (то есть в пласты, где содержится свободный газ)
3	Возможность учёта неньютоновских свойств нефти	ПО должно обеспечивать возможность учитывать зависимость вязкости нефти от градиента давления
ИТОГО		
Требования к ПО, применяемому для моделирования разработки месторождений с естественной трещиноватостью		
1	Модель двойной пористости	ПО должно поддерживать модель двойной среды (матрица – трещина), в которой возможны перетоки между блоками трещины, а также между соответствующими друг другу блоками матрицы и трещины
2	Модель двойной проницаемости	ПО должно поддерживать модель двойной среды (матрица – трещина), в которой возможны перетоки между блоками трещины, блоками матрицы, а также между соответствующими друг другу блоками матрицы и трещины
3	Учёт гравитационного дренажа в моделях двойной пористости/двойной проницаемости	ПО должно обеспечивать учёт гравитационного дренажа – дополнительное вытеснение нефти и воды из блока матрицы при заполнении соответствующего ему блока трещины газом
4	Учёт механизма капиллярной пропитки в моделях двойной пористости/двойной проницаемости	ПО должно обеспечивать учёт механизма капиллярной пропитки за счёт задания в блоках трещины отличных от блоков матрицы (обычно нулевых) значений капиллярных давлений в системе нефть – вода, в результате чего в гидрофильном коллекторе возникает дополнительная сила, вытесняющая нефть из матрицы
5	Направленные фазовые проницаемости	ПО должно поддерживать возможность задания разных функций относительных фазовых проницаемостей для разных направлений
6	Учёт полного тензора проницаемости	ПО должно иметь возможность учёта полного тензора проницаемости
ИТОГО		
Требования к ПО, применяемому для моделирования разработки месторождений в нетрадиционных коллекторах		
1	Модель десорбции газа при снижении давления по изотерме Langmuir	ПО должно позволять пользователю задавать массив зольности угля и параметры изотерме Langmuir
2	Учёт изменения нелинейного изменения пористости и проницаемости при снижении давления и десорбции газа из угля	ПО должно содержать модель описывающую изменение пористости и проницаемости системы трещин при снижении давления, учитывающую как эффект уменьшения пористости и проницаемости за счёт снижения давления внутри трещин, так и эффект «сжатия» угля в результате десорбции метана (модель Palmer Mansoori или аналогичные)
3	Модель десорбции газа при снижении давления по задаваемой пользователем зависимости (давление – содержание газа)	ПО должно позволять пользователю задавать содержание адсорбированного матрицей газа как функцию давления
4	Учёт зоны улучшенной проницаемости, возникающей при ГРП	ПО должно иметь возможность задания эллиптической зоны улучшенной проницаемости (Stimulated Rock Volume), возникающей в результате ГРП
ИТОГО		

ВЫПИСКА

из протокола заседания Бюро Экспертно-технического совета
Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых,
состоявшегося 13 февраля 2018 г. в ФБУ «ГКЗ» (г. Москва, ул. Б. Полянка, д. 54, стр. 1)

Присутствовали:

Члены Бюро ЭТС ГКЗ: Каспаров О.С., Шпуров И.В., Браткова В.Г., Дмитриевский А.Н., Морозов В.Ю., Писарницкий А.Д., Чесалов Л.Е., Шиманский В.В.

Представители организаций: Архипцев Н.В. (ФГКУ «Росгеолэкспертиза»), Анненков А.А. (ФГБУ «Гидроспецгеология»), Аракчеев Д.Б. (ФГБУ «Росгеолфонд»), Болотник Д.Н. (ООО «Петротрейс»), Дубровский Д.А. (АООН «НАЭН»), Иванов А.И. (ФГУП «ЦНИГРИ»), Левченко Е.Н. (ФГБУ «ИМГРЭ»), Машковцев Г.А. (ФГБУ «ВИМС»), Талипов И.Ф. (АО «Росгеология»).

Кворум – 60%. Бюро ЭТС ГКЗ правомочно принимать решения.

Председательствовал О.С. Каспаров – Председатель Бюро ЭТС ГКЗ.

Утвердили повестку дня:

1. Рассмотрение и утверждение итогов работы ЭТС ГКЗ за 2015–2017 гг.
2. Рассмотрение предложений по формированию Перечня ключевых тем на очередной 2018 календарный год.
 - 2.1. Разработка единой системы стандартов в области получения и предоставления исходной информации для подсчета запасов и проектирования разработки месторождений УВС;
 - 2.2. Развитие нормативной и методической базы в части совершенствования подходов при подсчете запасов ПИ и проектировании разработки месторождений УВС;
 - 2.3. Повышение эффективности системы привлечения экспертов в области недропользования, в том числе обучение экспертов;
 - 2.4. Тестирование российского программного обеспечения для решения задач проектирования и подсчета запасов УВС в рамках программы импортозамещения.
3. Внесение изменений в состав ЭТС ГКЗ и Бюро ЭТС ГКЗ.

По первому пункту повестки дня решили:

Утвердить результаты работы ЭТС ГКЗ за 2015–2017 гг.

Решение принято единогласно.

По второму пункту повестки дня решили:

Согласовать Перечень ключевых тем на очередной 2018 календарный год.

- 2.3.1. Изложить Перечень ключевых тем в следующей редакции:
 - Совершенствование системы стандартов в области получения и предоставления исходной информации для подсчета запасов и проектирования разработки месторождений УВС;
 - Развитие нормативной и методической базы в части совершенствования подходов при подсчете запасов ПИ и проектировании разработки месторождений УВС;
 - Повышение эффективности системы привлечения экспертов в области недропользования, в том числе обучение экспертов;
 - Тестирование российского программного обеспечения для решения задач проектирования и подсчета запасов УВС в рамках программы импортозамещения.
- 2.3.2. Одобрить:
 - применяемые ФБУ «ГКЗ» подходы при формировании состава экспертов, привлекаемых к государственной экспертизе запасов,
 - одобрить предлагаемые действия по изменению НПА для формирования института «Эксперт в сфере недропользования».
- 2.3.3. Поручить ЭТС ГКЗ:
 - рассмотреть на заседании секции по УВС рекомендации по взаимодействию недропользователей при геологическом изучении, подсчете (пересчете) запасов и разработке углеводородного сырья трансграничных участков недр,
 - рассмотреть на расширенном заседании с привлечением компаний-недропользователей предложения по совершенствованию системы государственной экспертизы и формирования института «Эксперт в сфере недропользования» согласно предлагаемой Блок-схемы.

Решение принято единогласно.

Выписка верна:

Москва, 14 февраля 2018 г.



А.И. Варламову – 65 лет!

Уважаемый Алексей Иванович!

Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых (ФБУ «ГКЗ») и редакция журнала «Недропользование XXI век» сердечно поздравляют Вас с 65-летием!

Ваш профессиональный путь от младшего научного сотрудника ФГУП «СНИИГГиМС» до заместителя Министра природных ресурсов РФ, генерального директора головного института по геологии нефти и газа – ФГУП «ВНИГНИ», главного редактора журнала «Геология нефти и газа» и Ваши достижения при решении различных проблем геологии нефтегазоносных бассейнов, начиная от стратиграфии и палеонтологии, палеографии и седиментологии, прогноза нефтегазоносности, состояния и развития сырьевой базы углеводородов, до разработки месторождений нефти и газа, свидетельствуют о Вашем могучем творческом научном потенциале и незаурядном таланте руководителя.

Являясь автором и соавтором большого числа научных публикаций, президентом Ассоциации геологических организаций России, членом бюро межведомственного стратиграфического комитета, сопредседателем Центральной региональной стратиграфической комиссии, Вы способствуете эффективной пропаганде идей и достижений отечественной науки. И как итог – Вы являетесь Лауреатом международной премии имени Ханса Раусинга 2008 г. за лучшую работу по палеонтологии и стратиграфии.

Ваш труд неоднократно отмечен государственными наградами: знаками «Отличник разведки недр» и «Почетный разведчик недр», медалями ЦК профсоюзов и «За укрепление боевого содружества», Вам присвоено звание «Заслуженный геолог Российской Федерации».

Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых (ФБУ «ГКЗ») и редакция журнала «Недропользование XXI век» от всей души желают Вам крепкого здоровья, успешного дальнейшего углубления знаний о геологии и нефтегазоносности российских недр, внедрения в производство оригинальных научных разработок Вашего института, способствующих подъему отрасли и укреплению минерально-сырьевой базы России! Долгого, успешного пути и новых открытий!

Генеральный директор Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ФБУ «ГКЗ»), главный редактор журнала «Недропользование XXI век»

И.В. Шпуров

Состоялся информационно-обучающий технический вебинар «Практические рекомендации по заполнению формы 5-ГР»

15 февраля на вебинаре выступили заместитель генерального директора – главный геолог Росгеолфонда Г.П. Ковтонюк с докладом на тему «Пример заполнения формы 5-ГР для рудных месторождений», начальник отдела подготовки государственных балансов твердых полезных ископаемых Росгеолфонда, начальник отдела подготовки государственных балансов твердых горючих полезных ископаемых Росгеолфонда О.Н. Петунина с докладом «Практика заполнения форм для подсчета государственного баланса по твердым полезным ископаемым», начальник отдела подготовки государственных балансов твердых горючих полезных ископаемых Росгеолфонда А.К. Назаров с сообщением «Практика заполнения форм для подсчета государственного баланса по твердым горючим полезным ископаемым», главный специалист отдела мониторинга и анализа ФБУ ГКЗ В.Б. Саганюк с докладом «Статус подготовки и введения новой классификации твердых полезных ископаемых и возможные уточнения по заполнению формы 5-ГР». Вел вебинар А.Б. Лазарев – главный геолог ФБУ КГЗ.

Активное участие в вебинаре приняли 28 компании – «Норильский Никель», «Полиметалл», «Полюс», «Уралкалий», «Кузбассразрезуголь», «Апатит», «Мангазья Золото» и многие другие. На вебинаре были даны ответы более чем на 40 вопросов которые касались разработки новой инструкции по ведению формы 5-ГР, возможности переноса сдачи формы на более поздние срок, особенности списания потерь забалансовых запасов. Большой интерес вызвал доклад В.Б. Саганюка о статусе подготовки и введения новой классификации ТПИ, у слушателей возникло много вопросов о влиянии новой классификации на действующие проекты ГРР, о необходимости пересмотра утвержденных запасов, утвержденных в настоящее время, и возможных уточнениях по ведению формы 5-ГР.

Некоторые вопросы по инициативе А.Б. Лазарева будут подробно рассмотрены на ежегодном объединенном семинаре ФБУ «ГКЗ» и ЦКР-ТПИ Роснедра «Совершенствование государственной экспертизы запасов и согласования технических проектов разработки месторождений ТПИ», который состоится 5-6 июня 2018 г.

I Международный молодежный научно-практический форум «Нефтяная столица»

8-9 февраля в Сургуте состоялся I Международный молодежный научно-практический форум «Нефтяная столица».

В рамках форума на площадке Сургутского государственного университета прошли научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Технологии будущего нефтегазодобывающих регионов», специализированная выставка инновационных проектов в сфере ТЭК «Инновации. Развитие-2018», круглые столы «Мировые тенденции нефтегазовой отрасли сегодня и завтра», «Научные исследования в интересах развития Арктической зоны России», «Разработка трудноизвлекаемых запасов», «Проблемы функционирования нефтегазового сектора Югры на стадии высокой степени зрелости ресурсной базы» и другие мероприятия.

Форум проходил при поддержке правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и Совета молодых ученых Российской Академии Наук. В церемонии открытия приняли участие полномочный представитель Президента РФ в Уральском федеральном округе И. Холманских, заместитель министра энергетики РФ К. Молодцов, губернатор Ханты-Мансийского автономного округа – Югры Н. Комарова, председатель Совета молодых учёных РАН А. Котельников.

С пленарным докладом на тему «Приоритетные направления и перспективы развития добычи нефти в ХМАО – Югре на перспективу» выступил академик РАН А. Конторович, научный руководитель Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, подчеркнувший растущую роль малых нефтегазовых компаний в развитии ТЭК ХМАО-Югры.

Интересные доклады молодых специалистов и ученых звучали на секциях конференции «Современные технологические решения в нефтегазовой отрасли», «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» и др. Большой интерес вызвал доклад «Каталитическое подземное облагораживание нефти как новый способ разработки месторождений сверхвязких нефтей: новые горизонты нефтедобывающей сферы» М. Варфоломеева, руководителя Стратегической академической единицы «Эконекфть» Химического института им. А. М. Бутлерова Казанского (Приволжского) федерального университета. Живое обсуждение развернулось после доклада «Опыт бурения многоствольных скважин в слабо консолидированных породах Восточно-Мессояхского месторождения» М. Максимова (АО «Мессояханефтегаз»). Работы являются полноценными исследовательскими трудами и достойны быть опубликованными в лучших профильных журналах страны.

Памяти Геннадия Михайловича Голошубина



9 января 2018 г. скончался известный учёный-исследователь в области геофизики, доктор физико-математических наук (1992 г.) Геннадий Михайлович Голошубин.

Г.М. Голошубин родился 16 мая 1948 г. в посёлке Перегребное Тюменской области. Окончил Тюменский индустриальный институт в 1972 г. по специальности инженер-геофизик. В период 1972–1992 и 1994–2001 гг. работал в институте ЗапСибНИГНИ, где прошёл трудовой путь от старшего научного сотрудника, заведующего отделом, главного научного сотрудника до заместителя директора (1999–2001). В 1992–1993 гг. – работал профессором-консультантом Бергенского исследовательского центра (Норвегия). До настоящего времени являлся профессором кафедры Наук о Земле и Атмосфере в Университете Хьюстона (Техас, США).

Г.М. Голошубин принимал непосредственное участие в разработке международной программы магистерской подготовки «Нефтегазовая геология и гео-

физика», которая реализуется с сентября 2016 г. и предусматривает возможность получения двух дипломов – Тюменского индустриального университета и университета Хьюстона (University of Houston, USA). В рамках программы для магистрантов Геннадий Михайлович читал курс лекций «Современные методы сейсморазведки».

Геннадий Михайлович внёс вклад в разработку методики обработки материалов преломленных волн на ЭВМ (способ ОГП МПВ), теоретических основ комбинированного метода сейсмических исследований, в теорию сейсмических волн, распространяющихся в пористых флюидонасыщенных средах. Он один из авторов методики и технологии прямого прогноза месторождений нефти и газа по данным сейсморазведки на основе низкочастотных резонансов и эффектов, связанных с медленными волнами. Имеет 10 авторских свидетельств на изобретения. Автор более 100 печатных работ, в том числе двух монографий. Награжден знаком «300 лет горно-геологической службе России» (2000 г.).

Встречи нефтяников и газовиков с поставщиками и подрядчиками

Москва, улица Тверская, 22, отель InterContinental



31 мая
2018

НЕФТЕГАЗСТРОЙ

Строительство в нефтегазовом комплексе

Формирование цивилизованного рынка в нефтегазовом строительстве, практика выбора строительных подрядчиков, создание российских ЕРС-фирм, увеличение доли российских компаний на нефтегазостроительном рынке, расценки и порядок оплаты проводимых работ

- OIL-GAS.RU — Награждение лучших строительных подрядчиков по итогам ежегодного опроса нефтегазовых компаний
- OIL-GAS.RU — База поставщиков нефтегазостроительных компаний
- OIL-GAS.RU — Настенные нефтегазовые карты
- OILFORUM.RU — Обсуждение проблем нефтегазового строительства



12 сентября
2018

НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКА

Модернизация производств для переработки нефти и газа

Вопросы модернизации нефтеперерабатывающих и нефтехимических мощностей, проблемы взаимодействия с лицензиарами, практика импортозамещения, современные модели управления инвестиционными проектами, стандарты и требования безопасности

- OIL-GAS.RU — Награждение лучших производителей оборудования для модернизации нефтегазоперерабатывающих предприятий по итогам ежегодного опроса нефтегазовых компаний
- OIL-GAS.RU — База подрядчиков для модернизации НПЗ
- OIL-GAS.RU — Настенные нефтегазовые карты
- OILFORUM.RU — Обсуждение проблем нефтегазоперерабатывающих предприятий



17 октября
2018

НЕФТЕГАЗСЕРВИС

Нефтегазовый сервис в России

Традиционная площадка для встреч руководителей геофизических, буровых предприятий, а также компаний, занятых ремонтом скважин. Подрядчики в неформальной обстановке обсуждают актуальные вопросы со своими заказчиками – нефтегазовыми компаниями

- OIL-GAS.RU — Награждение лучших нефтесервисных компаний по итогам ежегодного опроса нефтегазовых компаний
- OIL-GAS.RU — База поставщиков нефтесервисных компаний
- OIL-GAS.RU — Настенные нефтегазовые карты
- OILFORUM.RU — Обсуждение проблем нефтегазового сервиса



5 декабря
2018

НЕФТЕГАЗШЕЛЬФ

Подряды на нефтегазовом шельфе

Заказчиками оборудования выступают "Газпром нефть", "Роснефть", "ЛУКОЙЛ", "Газфлот" и другие крупные компании. В условиях введения экономических санкций необходимо быстро освоить производство жизненно важного оборудования, в первую очередь запасных частей

- OIL-GAS.RU — Выявление предприятий, способных работать для шельфа по итогам ежегодного опроса нефтегазовых компаний
- OIL-GAS.RU — База оборудования для нефтегазового шельфа
- OIL-GAS.RU — Настенные нефтегазовые карты
- OILFORUM.RU — Обсуждение проблем нефтегазового шельфа



14 марта
2019

НЕФТЕГАЗСНАБ

Снабжение в нефтегазовом комплексе

Конференция собирает руководителей служб материально-технического обеспечения нефтегазовых компаний. Обсуждается организация закупочной деятельности, практика импортозамещения, оплата и приемка поставленной продукции, информационное обеспечение рынка

- OIL-GAS.RU — Награждение лучших производителей нефтегазового оборудования по итогам ежегодного опроса нефтегазовых компаний
- OIL-GAS.RU — База поставщиков нефтегазового комплекса
- OIL-GAS.RU — Настенные нефтегазовые карты
- OILFORUM.RU — Обсуждение проблем поставок нефтегазового оборудования