

Л и т е р а т у р а

1. Муляк, В. В. Геотехнологические основы анализа и контроля разработки нефтяных месторождений по промысловым гидрохимическим данным : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 26.00.17 / Владимир Витальевич Муляк ; Ин-т проблем нефти и газа РАН. – Москва, 2008. – 34 с.
2. Порошин, В. Д. Методы обработки и интерпретации гидрохимических данных при контроле разработки нефтяных месторождений / В. Д. Порошин, В. В. Муляк. – Москва : Недра, 2004. – 220 с.
3. Научно-методическое сопровождение гидрохимического мониторинга разработки Золотухинского месторождения нефти : отчет о НИР (заключ.) / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; рук. В. Д. Порошин ; исполн. С. Л. Порошина. – Гомель, 2020. – 265 с. – № ГР 20201195.

УДК 556.314:662.276(476)

**К ВОПРОСУ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА**

С. Л. Порошина

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Рассмотрена существующая система гидрохимического мониторинга разработки нефтяных месторождений Припятского прогиба. На основе проведенных гидрохимических исследований по анализу и контролю эксплуатации нагнетательных и добывающих скважин межсолевых залежей нефти Северо-Домановичского и Березинского месторождений и подсолевых залежей Золотухинского разработаны рекомендации, направленные на совершенствование проводимого мониторинга.

Ключевые слова: залежь нефти, скважина, гидрохимический мониторинг, методы исследований, попутные воды, химический состав, плотность вод.

**ON THE ISSUE OF IMPROVING THE HYDROCHEMICAL
MONITORING OF THE DEVELOPMENT OF OIL FIELDS
IN THE PRIPYAT TROUGH**

S. L. Poroshina

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The existing system of hydrochemical monitoring of oil field development in the Pripyat trench is considered. Based on hydrochemical studies conducted on the analysis and control of operation of injection and production wells of inter-salt oil deposits of the Severo-Domanovichsky and Berezinsky fields and subsalt deposits of Zolotukhinsky, recommendations have been developed aimed at improving the monitoring.

Keywords: oil deposit, well, hydrochemical monitoring, research methods, associated waters, chemical composition, water density.

Проводимый в настоящее время гидрохимический мониторинг разработки на нефтяных месторождениях Припятского прогиба заключается преимущественно в отборе и изучении химического состава нефтепромысловых вод, пополнении существующего банка данных, выдачи заключений по природе отбираемых флюидов, построении ежемесячных карт плотностей попутных вод по отдельным залежам нефти, изучении степени насыщенности этих вод по карбонатным, сульфатным и хлоридным минералам. Обобщающих работ по анализу и контролю разработки конкретных зале-

жей нефти по промысловым гидрохимическим данным в последние годы практически не проводится, либо они проводятся в сокращенном варианте. Сложившееся состояние дел, а также результаты проведенных автором исследований по Березинскому, Северо-Домановичскому и Золотухинскому месторождениям указывают на необходимость совершенствования гидрохимического мониторинга и подготовки регламента его проведения. Этот регламент, прежде всего, должен предусматривать очередность отбора проб пластовых, попутных, технологических и закачиваемых вод, определение их химического состава, оценку качества химических анализов и оперативного их внесения в постоянно формирующийся банк данных.

Несмотря на, казалось бы, очевидную простоту, рассматриваемая задача остается не в полной мере решенной до настоящего времени, чем объясняется неравномерность распределения фактических данных по отдельным скважинам и залежам нефти в целом, что более ярко проявляется в последние полтора–два десятилетия. Так, при оценке распределения фактических данных по конкретным объектам разработки четко видна их недостаточность для решения многих нефтепромысловых задач методами нефтепромысловой гидрогеологии, что четко продемонстрировано нами на примере подсолевых залежей Золотухинского месторождения нефти [1]. Анализ количества и качества гидрохимических данных по плотностям и составу этих вод позволяет, прежде всего, констатировать разную степень освещенности этими данными различных этапов эксплуатации скважин. Так, для одних этапов отмечается немотивированный резкий рост количества таких исследований, на других – полное отсутствие гидрохимических данных, несмотря на высокую степень обводненности добываемой продукции и отмечающееся существенное изменение плотности и химического состава вод, указывающее на значительное изменение проявляющихся в залежи флюидодинамических процессов. К примеру, перевод скважин 56,73, 111, 115, 116 восточной части воронежской залежи Золотухинского месторождения на периодический режим работы существенным образом отразился на составе попутно добываемых вод. Однако имеющихся сведений оказалось недостаточно для установления четких закономерностей изменения плотности попутных вод после периодических вводов скважин в добычу, а сведения о составе этих вод отсутствовали за последние пять и более лет. А вот по скважине 58, по которой в последние годы не отмечается заметного изменения плотностей и химического состава попутных вод, имеется большое количество данных, не несущих дополнительной гидрохимической информации.

Особые трудности в ряде случаев вызывает выяснение состава закачиваемых вод по отдельным залежам или их частям и изменения содержания в них конкретных водорастворенных компонентов во времени. Поэтому в таких случаях часто приходится использовать скорректированные данные по БКНС. Сведения же о составе технологических вод, использующихся при проведении различного рода геологотехнических мероприятий в скважинах, зачастую вообще отсутствуют. Все это затрудняет проведение ретроспективных гидрохимических исследований по ряду залежей. Однако, рассматривая вопрос необходимого количества отбираемых проб, нужно учитывать и экономическую составляющую. Иначе говоря, конкретная программа (или регламент) отбора проб и проведения их химических анализов может быть сформирована только после сбора уже имеющихся фактических данных, их обработки и попытки решить с их помощью назревшие нефтепромысловые задачи. В рассматриваемом случае именно перечень нерешенных нефтепромысловых задач, для решения которых могут использоваться гидрохимические данные и их практическая важность с учетом экономических интересов добывающего предприятия, долж-

ны ставиться во главу угла при определении рационального количества необходимых фактических данных.

Второй блок рекомендаций по усовершенствованию гидрохимического мониторинга состоит в необходимости постоянного совершенствования существующих, выработке и применения новых методов использования сведений о составе нефтепромысловых вод при решении геолого-промысловых задач по конкретным объектам разработки.

Первые методические подходы к анализу и контролю разработки нефтяных месторождений Беларуси по гидрохимическим данным были разработаны в БелНИПИнефть еще в середине девяностых годов прошлого столетия [2]. В дальнейшем были предложены еще несколько методик. Три из них можно считать основными для изучения процессов рассоления пород-коллекторов в ходе разработки нефтяных залежей с заводнением пластов водами более низкой минерализации, чем пластовые рассолы. На их основании были разработаны алгоритмы и составлены программы GALIT, KANAL и EXPRESS, реализованные на языке программирования FoxPro. Результаты расчетов по данным программам нашли свое отражение в ряде отчетов БелНИПИнефть и открытой печати. Начиная со второй половины 2017 г. на кафедре «Разработка, эксплуатация нефтяных месторождений и транспорт нефти» ГГТУ им. П. О. Сухого были начаты работы по научно-исследовательской теме «Повышение эффективности разработки нефтяных месторождений на основе детального изучения засоленных коллекторов и особенностей их изменения в процессе эксплуатации глубоких скважин». В рамках этой темы проводились исследования по подготовке более простых и более эффективных методов обработки и интерпретации нефтепромысловых гидрохимических данных с целью изучения вопросов изменения ФЕС продуктивных засоленных коллекторов в процессе эксплуатации добывающих скважин. При этом были рассмотрены новые подходы к решению поставленных задач и разработаны компьютерные программы «Галит-1» и «Галит-М», реализованные в формате Excel. Используя эти наработки, автором были предложены новые подходы к определению коэффициента долевого участия закачиваемых вод в рассолах, обводняющих добывающие скважины, а также к оценке избыточных концентраций в них хлоридов натрия, сформировавшихся за счет растворения вторичного галита в продуктивных пластах. Отметим, что предложенный способ «Галит-1т» позволяет использовать для вышерассмотренных целей многочисленные ранее не востребуемые сведения о химическом составе попутных рассолов, разбавленных подливаемыми в скважины пресными водами. Кроме того, доведен до несложных инженерных решений методический подход по оценке степени влияния конкретных нагнетательных скважин на обводнение близлежащих добывающих скважин путем сопоставления объемов закачки и плотностей закачиваемых вод с графиками изменения плотностей попутных вод соответствующих добывающих скважин. Однако в настоящее время это – еще достаточно трудоемкий процесс, связанный с «ручной» подгонкой разномасштабных осей времени строящихся при этом графиков и экспертном их сопоставлении, поэтому следовало бы на основе предложенного подхода разработать специальную компьютерную программу по оценке взаимосвязи нагнетательных и добывающих скважин, а также определению направлений и скоростей фильтрационных потоков. Проведение вышеобозначенных научно-методических работ и решение поставленных задач может позволить широкому кругу специалистов БелНИПИнефть или НГДУ «Речицанефть» без особых затруднений проводить необходимые расчеты и исследования.

Третий блок рекомендаций связан с целесообразностью проведения планомерных работ по охвату всех разрабатываемых с применением ППД залежей нефти обобщающими гидрохимическими исследованиями с целью использования полученных материалов для анализа, контроля и регулирования разработки конкретных залежей или их отдельных участков. Как показывают проведенные автором гидрохимические исследования по Березинскому, Северо-Домановичскому и Золотухинскому месторождениям нефти, реализация данного предложения может способствовать получению новой, достаточно важной информации, которая позволит повысить достоверность существующих постоянно действующих гидродинамических моделей отдельных залежей нефти и качество подготовки новых проектных документов на их разработку. После того как по залежам будут выполнены обобщающие гидрохимические исследования, рекомендуется проведение в рамках гидрохимического мониторинга периодической их актуализации, что не потребует существенных временных и материальных затрат.

Л и т е р а т у р а

1. Научно-методическое сопровождение гидрохимического мониторинга разработки Золотухинского месторождения нефти : отчет о НИР (заключ.) / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; рук. В. Д. Порошин ; исполн. С. Л. Порошина. – Гомель, 2020. – 265 с. – № ГР 20201195.
2. Порошин, В. Д. Методы обработки и интерпретации гидрохимических данных при контроле разработки нефтяных месторождений / В. Д. Порошин, В. В. Муляк. – Москва : Недра, 2004. – 220 с.

УДК 546.284:502.37

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ФОСФОГИПСА И ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

В. Ю. Писарев, Т. В. Аткинговская, И. И. Злотников

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого», Республика Беларусь

Отмечено, что нефтегазовая промышленность и связанные с ней техногенные аварии несут опасность утечек и разливов нефти и нефтепродуктов. Выделено, что для их ликвидации наиболее эффективно применение сорбентов различной природы, а особенно – кремний-содержащих минеральных материалов, таких как силикагели. Однако использование сорбентов на основе силикагелей ограничено их достаточно высокой стоимостью. В связи с этим целью работы являются сравнительное изучение сорбционных свойств фосфогипса и диоксида кремния (силикагеля) по отношению к нефти, а также рассмотрение перспектив применения фосфогипса в качестве сорбента нефтяных загрязнений. Проведены эксперименты по определению физико-механических свойств полученных сорбентов. Представлены основные преимущества и недостатки фосфогипса как сорбента нефти.

Ключевые слова: нефть, загрязнение окружающей среды, сорбенты, диоксид кремния, фосфогипс.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SORPTION PROPERTIES PHOSPHOGYPSUM AND SILICON DIOXIDE

V. Yu. Pisarev, T. V. Atvinovskaya, I. I. Zlotnikov

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The oil industry and related man-made accidents carry the risk of oil spills. To eliminate them, the use of various sorbents, especially such as silica gels, is effective. However, the use of silica