УДК 556.314:662.276(476)

**СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
НАПРАВЛЕНИЙ И СКОРОСТЕЙ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ
ПОТОКОВ В РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖАХ
ПО ТРАССЕРНЫМ И ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ**

В. Д. Порошин

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

Рассмотрено изучение материалов по подсолевым залежам нефти Золотухинского месторождения, свидетельствующее о том, что в большинстве случаев направления и объемы вод, движущихся от нагнетательных скважин к добывающим по высокоскоростным фильтрационным каналам, определенные по результатам трассерных исследований, не совпадают с направлениями перемещения фронта (прорывов) нагнетаемых вод, установленным по сведениям о плотностях и составе попутных вод. Отмечено, что для более объективной оценки информативности результатов трассирования фильтрационных потоков по выяснению взаимосвязи нагнетательных и добывающих скважин в пределах нефтяных залежей необходимо проведение синхронных работ с использованием мониторинговых гидрохимических данных и результатов более длительных трассерных исследований.

Ключевые слова: залежь нефти, трассерные исследования, гидрохимические данные, фильтрационные потоки, закачиваемые воды, высокоскоростные каналы.

**COMPARISON OF THE RESULTS OF DETERMINING
THE DIRECTIONS AND VELOCITIES OF FILTRATION FLOWS
IN THE DEVELOPED OIL DEPOSITS BASED ON TRACER
AND HYDROCHEMICAL STUDIES**

V. D. Poroshin

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The study of materials related to subsurface subsalt oil deposits at the Zolotukhinskoye field indicates that, in most cases, the directions and volumes of water moving from injection wells to production wells through high-speed filtration channels determined by tracer studies do not coincide with the directions of movement of the injected waters fronts (breakthroughs), determined by information on the density and composition of associated water. For a more objective assessment of the informational value of the results of filtration flows tracing in order to clarify the relationship between injection and production wells in an oil field, it is necessary to conduct simultaneous work using monitoring hydrochemical data and the long-term tracer studies results.

Keywords: oil deposit, tracer studies, hydrochemical data, filtration flows, injected water, high-speed channels.

Результаты обработки материалов трассерных исследований по определению направлений и скоростей фильтрационных потоков достаточно широко используются при рассмотрении вопросов регулирования разработки нефтяных залежей. Имеющиеся данные о химическом составе и плотностях пластовых, закачиваемых и попутных вод при этом учитываются крайне редко. Наличие материалов краткосрочных (несколько месяцев) периодически проводимых трассерных исследований и мониторинговых гидрогеохимических данных по ряду нефтяных месторождений Припятского прогиба позволяют сопоставить получаемые результаты при решении стоящей задачи. В связи с существенным отличием состава закачиваемых в продук-

тивные пласты вод от законтурных пластовых рассолов закачиваемые воды могут рассматриваться как своеобразный трассер, а огромные объемы и большая продолжительность их закачки позволяют надеяться на получение при его использовании более надежной информации. Данный вопрос рассмотрим на примере подсолевых залежей нефти Золотухинского месторождения нефти.

Анализ материалов по трассерным исследованиям, выполненным в 2007–2014 гг. на скважинах воронежского и семилукско-саргаевского объектов разработки Золотухинского месторождения, свидетельствует о том, что по ним изучаются высокоскоростные фильтрационные потоки (преимущественно сотни и тысячи метров в сутки). С такими скоростями, как показывают результаты интерпретации этих материалов авторами проводимых работ, от нагнетательных к добывающим скважинам перемещаются доли, реже единицы процентов от объема закачиваемых вод. Объемы фильтрационных каналов, по которым движутся флюиды с такими высокими скоростями, составляют единицы, несколько десятков, иногда несколько сотен метров кубических, что несопоставимо мало по сравнению с объемами порового пространства, по которым движется в продуктивных пластах основная масса закачанных вод. Так как объемы вод, проходящих по этим высокопроницаемым каналам незначительны, заметного влияния на процесс вытеснения нефти, поддержание энергетики в отдельных участках залежей и обводнение скважин они, по нашему мнению, оказывать не могут.

Гидрохимические исследования, как показывает накопленный автором опыт их практического применения, позволяют изучать скорости и направления перемещения фронта вытеснения и прорывов вод, т. е. основной их массы, поступающих к добывающим скважинам. На возможность перемещения небольших объемов пластовых или закачиваемых вод по высокоскоростным каналам, казалось бы, может указывать резкое повышение содержания хлоридных солей в нефтях за несколько месяцев до обводнения скважин [1]. Однако этот вопрос до настоящего времени остается практически не изученным и на нем в данной работе мы останавливаться не будем. Скорости продвижения основных объемов закачиваемых вод, уверенно определенные по результатам гидрохимических исследований, обычно составляют от долей единицы до первых десятков метров в сутки [2]. Таким образом, однозначно оценить реальность существования весьма высоких скоростей фильтрационных потоков с помощью гидрохимических данных не представляется возможным.

Для оценки целесообразности широкого использования для контроля разработки нефтяных месторождений результатов трассерных исследований следует рассмотреть эти материалы со следующих позиций. Если направления и относительное распределение (в процентном или долевым отношении) объемов вод, перемещающихся по высокоскоростным каналам фильтрации (определенным трассерными методами), полностью отражают направления перемещения основных объемов и локальных прорывов вод, поступающих от нагнетательных к добывающим скважинам, определенных, допустим, с помощью гидрохимических данных, тогда трассерные исследования должны рассматриваться как наиболее эффективный метод получения информации, необходимой для регулирования разработки залежей нефти, а также составления их гидродинамических моделей. Последнее вытекает из того, что трассерные методы могут быть использованы практически на всех нагнетательных и обводненных добывающих скважинах. К тому же следует отметить оперативность их проведения (один–три месяца в анализируемом варианте технологии) и относительно небольшую стоимость.

Гидрохимические методы обычно показывают наиболее достоверные результаты в случае резкого различия составов пластовых и закачиваемых вод, а также при заметной дифференциации объемов закачиваемой воды в процессе эксплуатации скважин. Как правило, результаты по этим методам могут быть получены при анализе более длительного периода эксплуатации скважин (от нескольких месяцев до 1–3 лет), чем результаты трассерных исследований. Поэтому для надежного сопоставления материалов гидрохимических и трассерных исследований желательно было бы иметь данные по продолжительному сроку проведения последних (1–2 года), которые по нефтяным месторождениям Припятского прогиба отсутствуют. С другой стороны, на месторождениях постоянно проводится гидрохимический мониторинг и в сформированном банке данных накоплено огромное количество сведений по плотностям и химическому составу пластовых, закачиваемых и попутных вод, которые для рассматриваемой цели используются редко. Камеральная обработка таких данных с целью решения рассматриваемых задач существенных затрат не предполагает, а у специалистов, имеющих определенный опыт и серьезно занимающихся этим вопросом, особых сложностей не вызывает. Поэтому сопоставление направлений фильтрационных потоков и объемов закачиваемых вод, поступающих от нагнетательных скважин к добывающим, определенным по трассерным и гидрохимическим исследованиям, будет способствовать решению рассматриваемой в данной работе задачи, что мы и попытались сделать на примере подсолевых залежей негидратной Золотухинского месторождения [3]. Для этого использовались как сделанные по гидрохимическим данным заключения о нагнетательных скважинах, оказывающих заметное влияние на состав попутно добываемых вод в различных добывающих скважинах, так и результаты оценки возможного влияния на состав попутных вод конкретных скважин объемов закачиваемой воды, определенных по результатам трассерных исследований. При этом сравнение проводилось не с процентным распределением объемов закачиваемых вод по реагирующим добывающим скважинам, установленным в результате трассерных исследований, а с объемами вод, которые должны в таком случае поступить от нагнетательных скважин к конкретной добывающей скважине.

Обобщение изученных автором материалов, касающиеся сопоставления распределений фильтрационных потоков от нагнетательных скважин Золотухинского месторождения к добывающим скважинам за 2007–2014 гг., позволило отметить, что в большинстве случаев направления и объемы вод, движущихся от нагнетательных скважин, согласно трассерным исследованиям по высокоскоростным фильтрационным каналам не совпадают с направлениями перемещения основной массы (потоков) нагнетаемых вод, определенным по результатам проведенных гидрохимических исследований. Однако для скважин восточной части воронежской залежи нефти доля таких совпадений относительно высока, что не распространяется на установленное трассерными исследованиями движение закачиваемых пресных вод от нагнетательных скважин восточной части залежи к добывающим скважинам, расположенным в западной и центральной ее частях. Для залежи семилукско-саргаевского объекта разработки подтвержденность результатов трассерных исследований гидрохимическими данными очень низкая. Установить истинную причину такого различия по рассмотренным материалам нет возможности. Очевидно, для более объективной оценки информативности результатов трассирования при выяснении характера влияния конкретных нагнетательных скважин на добывающие в пределах разных залежей или их участков необходимо выполнение более масштабных комплексных работ с использованием массовых гидрохимических данных и результатов проведения более длительных трассерных исследований.

Литература

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-