УДК 502

ЭКОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА УГЛЕВОДОРОДНОЕ СЫРЬЕ

ECOLOGICAL AND GEOPHYSICAL SUPPORT OF PROSPECTING AND EXPLORATION FOR HYDROCARBON RAW MATERIALS

Боровский Михаил Яковлевич
кандидат геолого-минералогических наук,
генеральный директор
ООО «Геофизсервис»
micbor1913@mail.ru

Фахрутдинов Евгений Гамирович
кандидат геолого-минералогических наук,
директор ООО «Сибизыскания»
fahutdinov@mail.ru

Богатов Владимир Ильич
ведущий геофизик ООО «Геофизсервис»
vladbogatoff@gmail.com

Borovskiy Mikhail
Candidate of Geological
and Mineralogical Sciences,
General Director
«Geofizservis» Ltd
micbor1913@mail.ru

Fakhrutdinov Evgeny Gamirovich
Candidate of Geological
and Mineralogical Sciences,
Director «Sibiziskaniya» Ltd
fahutdinov@mail.ru

Bogatov Vladimir
Leading Geophysicist
«Geofizservis» Ltd
vladbogatoff@gmail.com

Аннотация. Дано понятие природной защищенности недр. Актуально, как для хорошо освоенных регионов, так и для площадей слабо изученных территорий. Необходимо для уменьшения или предотвращения негативных последствий геологоразведочного процесса на нефте-, газо-, битумоперспективных землях. Очевидна целесообразность учета скоплений углеводородов (природные битумы, тяжелые нефти, газы малых глубин) в верхней части разреза при поисково-разведочных работах на нефть и газ. Рассмотрена, концепция оценки негативных последствий на геологическую среду наличия углеводородов в приповерхностной зоне при любом воздействии горнодобывающей промышленности. Отмечено, оценка природной (естественной) защищенности геологической среды – инновационное направление экологической геофизики.

Ключевые слова: недра, геологическая среда, нефть, газ, природные битумы, геологоразведочный процесс, негативные последствия, защищенность, экологическая геофизика, экологический мониторинг, геофизический мониторинг скважин, концепция подхода.

Annotation. The concept of natural protection of the subsoil is given. It is relevant both for well-developed regions and for areas of poorly studied territories. It is necessary to reduce or prevent the negative consequences of the exploration process on oil, gas, and bitumen-prospective lands. It is obvious that it is advisable to take into account accumulations of hydrocarbons (natural bitumen, heavy oils, gases of shallow depths) in the upper part of the section during prospecting and exploration for oil and gas. The concept of assessing the negative effects on the geological environment of the presence of hydrocarbons in the near-surface zone under any impact of the mining industry is considered. It is noted that the assessment of the natural (natural) protection of the geological environment is an innovative area of environmental geophysics.

Keywords: subsurface, geological environment, oil, gas, natural bitumen, exploration process, negative consequences, security, environmental geophysics, environmental monitoring, geophysical monitoring of wells, approach concept.

Геофизические исследования – инструмент дистанционного изучения природной окружающей, в том числе геологической, среды. Имеется необходимость слежения за особенностями активных геологических процессов, установления их природы и своевременного принятия мер по устранению связанных с ними возможных негативных последствий. При этом важная роль, по глубокому убеждению профессора З.М. Слепака (1999, 2007), принадлежит геофизическим измерениям, не оказывающим каких-либо воздействий на состояние геологической среды. Геофизические работы ставятся с целью выявления возможных объектов, служащих причинами и факторами загрязнения природной среды.

Следует принимать во внимание, что разведочная геофизика при решении экологических задач служит прямым средством изучения окружающей среды. Интерпретация экогеофизических данных определённа и однозначна в отличие от геологоразведочных работ, где геофизические методы выступают, как косвенные методы исследований при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых.

Оценка природной (естественной) защищенности геологической среды – инновационное направление экологической геофизики.

Под природной защищенностью подземных вод от загрязнения «сверху» понимают, прежде всего, перекрытость водоносного горизонта слабопроницаемыми отложениями, препятствующими проникновению загрязняющих веществ с поверхности земли в подземные воды и нижележащую толщу. Загрязняющие вещества могут проникать в водоносный пласт также и «снизу». На территории Татарстана распространенными негативными процессами являются перетоки жидкости, возникающие при разработке залежей нефти. Оценка естественной защищенности пресных подземных вод «снизу» представляет значительные трудности. Имеются примеры выявления зон развития карста на основе комплексирования высокоточной гравиразведки и сейсмокаротажа структурных скважин, также показана возможность оценки природной защищенности недр «сверху» по данным гравиметрической съемки.

При геологоразведочных работах, оценке ресурсов и опытно-промышленной разработки месторождений минерального сырья, в том числе нефтяных, практически не учитывается влияние залежей природных битумов, тяжелых нефтей и газов малых глубин на эколого-экономическую обстановку территории расположения скоплений этого вида углеводородного сырья. Оценка негативных последствий геологоразведочного процесса на землях распространения природных битумов Республики Татарстан рассмотрена в работах Б.В. Анисимова, М.Я. Боровского, Г.И. Васясина, Р.Л. Ибрагимова, Р.Х. Муслимова, Р.З. Мухаметшина, Г.А. Петрова, Б.В. Успенского, М.Т. Хананова, Р.С. Хисамова, Э.К. Швыдкина и др. Зоны развития природных битумов и тяжелых нефтей занимают огромные площади запада, юга, юго- и северо-востока Республики Татарстан. Нередко в их пределах в приповерхностной части разреза ведется освоение минеральносырьевых ресурсов (гипса, стройматериалов, торфа и т.п.) открытым способом и бурение различного рода скважин. На этих землях, как и в долинах рек, особенно при пересеченном рельефе, в результате снижения статической разгрузки пород резко усиливается трещиноватость глинистых водоупорных толщ, происходит раскрытие микротрещин, и водопроводимость глинистых пород может увеличиться на несколько порядков (Е.М. Пахомов, М.Н. Буянов, 1990; Ю.К. Фомкин, 1990). Одним из нежелательных последствий этих процессов может оказаться утечка углеводородных газов из залежей природных битумов и высоковязкой нефти, т.к. нередко битумоскопления (Восточно-Чумачкинское, Нижне-Кармалинское, Ашальчинское, Матросовское и др.) сопровождаются газовыми «шапками», или содержат растворённый газ. Особую опасность представляют выбросы и фонтаны свободного газа из газовых «шапок». Другое последствие - возникновение перетоков минерализованных вод, сопровождающих битумные залежи, в вышележащие горизонты пресных вод. В обоих случаях, при размещении (планировании) карьеров, шахт, штолен и скважин необходимо учитывать негативное влияние вод битумных залежей. Освоение нефтебитумоперспективных горизонтов верхней части разреза связано с загрязнением жизненно важных объектов: атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод. Природные битумы и тяжелые нефти имеют высокую вязкость, они малоподвижны или же совсем не подвижны, поэтому при промышленной разработке потребуются воздействия на битумный пласт тепловыми, химическими или другими методами, которые неизбежно приведут к изменениям экологоэкономической обстановки. Слабыми звеньями оказываются воздушный и водный бассейны, растительный и животный мир, геологическая среда.

Концепция оценки негативных последствий наличия углеводородов в верхней части разреза на геологическую среду предполагает следующую технологию подхода.

1. *Выявление скоплений природных битумов, тяжелых нефтей и газов малых глубин*.
2. *Дистанционный экологический мониторинг*. В комплексе экологических защитных мероприятий одним из главных направлений является организация контроля экологической ситуации путем ее периодического исследования, мониторинга. В ГНПП «Аэрогеофизика» (г. Москва) разработана и успешно эксплуатируется система оперативного контроля состояния объектов городского хозяйства, разработки месторождений полезных ископаемых и окружающей среды посредством комплексных дистанционных съемок, включающих методы аэрогамма-спектрометрии, тепловой инфракрасной, аэрозольной и газовой аэросъемок. Преимуществами дистанционных съемок являются их оперативность, комплексность, высокая достоверность и экономичность (возможность за один вылет получить комплекс характеристик, вследствие чего стоимость выполнения каждого вида работ существенно снижается). При этом в силу оперативности и мобильности съемок удается получить как бы мгновенный «снимок» экологической ситуации, что крайне важно для установления связей между характером и степенью загрязнения исследуемой территории и показателями качества жизни. Выполнение работ в режиме мониторинга (2–4 раза в год) позволяет установить наиболее устойчивую часть загрязняющих факторов и учесть в результатах наблюдения сезонные колебания в их концентрациях. Дистанционные аэрометоды охватывают основные компоненты мониторинга экологического состояния крупных промышленных центров и районов с наибольшей концентрацией разрабатываемых месторождений различных полезных ископаемых. Точность наблюдений аэрометодов, оперативность и компьютерное обеспечение позволяют получать материалы в сжатые сроки с минимальными затратами на единицу исследуемой площади.

3. *Геофизический мониторинг скважин.* Предполагает оценку гидрогеоэкологического состояния недр. Проводятся регулярные геофизические исследования в скважинах, пробуренных по контуру интересующих геологических объектов (месторождения природных битумов и тяжелых нефтей). Неоспоримые достоинства ГИС (Г.Е. Яковлев, 1996, 2000): – жёсткая долговременная привязка к местности пунктов наблюдений; – отсутствие влияние поверхностных (в частности, метеорологических) факторов; – возможность изучения процессов, происходящих в скважинах, в течение длительного времени после окончания бурения. Задачи: – контроль за изменением во времени количества, состава и динамики флюидов в поровом пространстве горных пород; –оценка вариаций теплового потока; - геофизическая аттестация скважин, включая определения технического состояния обсадной колонны и цементного кольца и др. С точки зрения информационных возможностей геофизические исследования скважин относятся (Г.Е. Яковлев, 2000), к детальным наблюдениям, позволяющим, в частности, определить количественные характеристики петрофизических свойств пород. Поэтому они весьма перспективны при мониторинге природно-технических систем в случае применения теплового воздействия для извлечения углеводородного сырья из битумоносных отложений.

Разработан [1–10] методологический подход всестороннего изучения верхней части геологического разреза для своевременного принятия мер по экологической безопасности как в регионах с высокой освоенностью недр, так и на площадях слабо исследованных территорий.

Комплексирование геофизических методов по вертикали служит гарантом эффективного информационного обеспечения процессов освоения месторождений углеводородного сырья.

Список литературы:

1. Боровский М.Я. Комплексное геолого-геофизическое изучение верхней части осадочного чехла / М.Я. Боровский, А.С. Борисов, Е.Г. Фахрутдинов. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2016. – 216 с.
2. Методические основы прогнозирования естественной защищенности недр по данным структурной гравиразведки / М.Я. Боровский [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М. : ВНИИОЭНГ. – 2011. – № 8. – С. 40–46.
3. Естественная защищенность недр по геофизическим данным / М.Я. Боровский [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2020. – № 9. – С. 6–8.
4. Ибрагимов Р.Л. Типизация геологической среды для оценки степени защищенности подземных вод нефтеперспективных регионов / Р.Л. Ибрагимов, М.Я. Боровский, Е.Г. Фахрутдинов // Нефть. Газ. Новации. – 2011. – № 2. – С. 6–9.
5. Высокоточная гравиразведка в природоохранных целях / М.Я. Боровский [и др.]; Гл. ред. В.И. Костицын // Теория и практика нефтяной геофизики: материалы Всеросс. науч.-практ. конфер., посвященной 90-летию А.К. Урупова (21–22 ноября 2013 г.). – Пермь : Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2013. – С. 60–66.
6. Боровский М.Я. Геоэкология недр Республики Татарстан: геофизические аспекты / М.Я. Боровский, Н.Х. Газеев, Д.К. Нургалиев. – Казань : Экоцентр,1996. – 316 с.
7. Боровский М.Я. Геофизическая технология прогноза, поисков и разведки месторождений природных битумов : дис. … на соиск. ученой степ. канд. геол.-минерал. наук. – Казань : КГУ, 2001. – 209 с.
8. Хисамов Р.С. Геофизические методы поисков и разведки месторождений природных битумов в Республике Татарстан / Р.С. Хисамов, М.Я. Боровский, Н.С. Гатиятуллин. – Казань : Изд-во «ФЭН» АН РТ, 2007. – 247 с.
9. Фахрутдинов Е.Г. Повышение эффективности геолого-геофизического изучения верхней части геологического разреза (на примере Республики Татарстан) : автореф. дис. …. канд. геол.-минерал. наук: 25.00.10 / Фахрутдинов Евгений Гамирович. – Казань : К(П)ФУ, 2021. – 26 с.
10. Якимова Фукс И.А. Перспективы нефтебитумоносности нижнепермских отложений Южно-Татарского свода : автореф. дис. … геол.-минерал. наук; 25.00.12 / Якимова-Фукс Ирина Александровна. – Казань : КГУ, 2007. – 26 с.

List of references:

1. Borovskiy M.Ya. Integrated geological and geophysical study of the upper part of the sedimentary cover / M.Ya. Borovskiy, A.S. Borisov, E.G. Fakhrutdinov. – Kazan : Kazan University Press, 2016. – 216 p.
2. Methodological basis for predicting the natural protection of the subsurface by structural gravity survey data / M.Ya. Borovskiy [et al.] // Environmental protection in oil and gas complex. – M. : VNIYOENG. – 2011. – № 8. – P. 40–46.
3. Borovskiy M.Ya. Natural protection of subsoil according to geophysical data / M.Ya. Borovskiy [et al.] // Neft. Gas. innovations. – 2020. – № 9. – P. 6–8.
4. Ibragimov R.L. Typing of the geological environment to assess the degree of protection of groundwater of oil-prospective regions / R.L. Ibragimov, M.Y. Borovskiy, E.G. Fakhrutdinov // Oil. Gas. Novations. – 2011. – № 2. – P. 6–9.

5. Borovsky M.Ya. High-precision gravity survey for environmental purposes / M.Ya. Borovsky [et al.]; Editor-in-Chief V.I. Kostitsyn // Theory and practice of petroleum geophysics: materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of A.K. Urupova (November 21–22, 2013). – Perm : Perm State National Research University, 2013. – P. 60–66.

6. Borovsky M.Ya. Geoecology of the subsoil of the Republic of Tatarstan: geophysical aspects / M.Ya. Borovsky, N.Kh. Gazeev, D.K. Nurgaliev. – Kazan : Ecocenter, 1996. – 316 p.

7. Borovsky M.Ya. Geophysical technology of forecasting, prospecting and exploration of natural bitumen deposits : dis. ... for the scientific degree of candidate of geological and mineralogical sciences. – Kazan : KSU, 2001. – 209 p.

8. Khisamov R.S. Geophysical methods of prospecting and exploration of natural bitumen deposits in the Republic of Tatarstan / R.S. Khisamov, M.Ya. Borovsky, N.S. Gatiyatullin. – Kazan : Publishing house «FEN» of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, 2007. – 247 p.

9. Fakhrutdinov E.G. Increasing the efficiency of geological and geophysical study of the upper part of the geological section (using the example of the Republic of Tatarstan) : abstract dis. .... candidate of geological and mineralogical sciences: 25.00.10 / Fakhrutdinov Evgeniy Gamirovich. – Kazan : K(P)FU, 2021. – 26 p.

10. Yakimova Fuks I.A. Prospects for oil-bitumen content of the Lower Permian deposits of the South Tatar arch : abstract dis. .... candidate of geological and mineralogical sciences: 25.00.12 / Yakimova-Fuchs Irina Aleksandrovna. – Kazan : KSU, 2007. – 26 p.