

ГЕОЭКОЛОГИЯ (ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ

Ушивцева Л. Ф., доцент, кафедра промысловая геология, гидрогеология и геохимия горючих ископаемых, Астраханский государственный университет, 414000, Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, ushivceval@mail.ru

Выполнение различного вида геологоразведочных работ (полевые и скважинные геофизические исследования; бурение, освоение и эксплуатация скважин, функционирование подземных сооружений) связано с определенными геоэкологическими рисками. Данная проблема характерна для большинства регионов мира и России, в том числе в регионах (Волго-Уральская, Прикаспийская, Западно-Сибирская, Восточно-Кавказская и др. нефтегазоносные провинциях), где проводятся геологоразведочные работы.

Геологоразведочные работы оказывают значительное влияние на окружающую среду, что выражается в разрушении осадочных пород, разливе нефтепродуктов, загрязнении атмосферы, почвенного слоя, подземных вод; образовании значительных объемов отходов производства, в частности буровых шламов, которые складываются на прилегающей к буровой территории.

Особую геоэкологическую опасность представляет процесс бурения скважины, который сопровождается различными авариями, выбросами нефти и газа, рапопроявлениями, загрязнением горных пород и подземных вод, изменением природных ландшафтов и подземной геологической сферы.

Экологически опасными являются процессы освоения скважин, при которых происходит отдувка скважин и выпуски значительного объема (десятки тыс. и млн м³ в год) газа в атмосферу и ее загрязнение, а также функционирование полигонов захоронения твердых и жидких отходов производства, подземные хранилища газа и др.

В статье обоснованы геоэкологические риски при проведении геологоразведочных работ.

Для минимизации геологических и экологических рисков при ведении геологоразведочных работ требуется применение оборудования и технологий, отвечающих самым жестким требованиям экологической и промышленной безопасности.

Ключевые слова: геоэкологическая безопасность, риски, рапопроявления, шламы пород, буровой раствор, отходы, полигоны

GEOECOLOGICAL SAFETY IN GEOLOGICAL EXPLORATION WORKS

Ushivtseva L. F., associate professor of the department of field geology, hydrogeology and geochemistry of combustible minerals of Astrakhan State University 414000, Russia, Astrakhan, pl. Shaumyana, 1, ushivceval@mail.ru

Various types of geological exploration (field and borehole geophysical surveys; drilling, development and operation of wells, operation of underground facilities) are associated with certain geoeological risks. This problem is typical for most regions of the world and Russia, including regions (Volga-Ural, Caspian, West Siberian, East Caucasian, etc).

Geological exploration work has a significant impact on the environment, which is expressed in the destruction of sedimentary rocks, oil spills, pollution of the atmosphere, soil layer, groundwater; the formation of significant volumes of production waste, in particular, drill cuttings, which are stored in the adjacent drilling area.

A special geo-ecological hazard is posed by the process of drilling a well, which is accompanied by various accidents, oil and gas outbursts, brines, pollution of rocks and groundwater, changes in natural landscapes and the underground geological sphere.

Well development processes are environmentally hazardous, in which wells are blown off and a significant volume (tens of thousands and million m³ per year) of gas is released into the atmosphere

and its pollution, as well as the operation of landfills for solid and liquid production wastes, underground gas storage facilities, etc.

The article substantiates the geoeological risks during geological exploration.

To minimize geological and environmental risks during geological exploration, the use of equipment and technologies that meet the most stringent environmental and industrial safety requirements is required

Keywords: geocological safety, risks, brine showings, rock cuttings, drilling mud, waste, landfills

Вопрос охраны окружающей среды является весьма актуальным для любого предприятия, в том числе и для предприятий, выполняющих геологоразведочный процесс. Геологоразведочный процесс включают широкий спектр работ: полевые геофизические работы (сейсмика, электроразведка, геологическое картирование, геологическая съемка), бурение, исследование и освоение скважин, добычу полезных ископаемых и оказывает существенное негативное воздействие на все компоненты окружающей среды: атмосферу, гидросферу, биосферу, литосферу. Исполнение всех требований существующего законодательства в сфере экологической безопасности при ведении работ и функционировании объектов является одной из главных составляющих политики нефтегазовых компаний.

Из наиболее распространенных проблем, осложняющих геологоразведочный процесс, являются безаварийные и безопасные условия выполнения этих работ. При проведении указанных работ не удается исключить попадание в окружающую среду нефтепродуктов, нарушение почвенного слоя, вырубка просек, загрязнение атмосферы, подземных вод, образование значительных объемов отходов, в частности, буровых шламов которые складываются на прилегающей к буровой территории и промышленных сточных вод. Проблема утилизации буровых шламов стоит остро практически во всех нефтегазодобывающих регионах, особенно она актуальна при морской нефтедобыче, где необходимо применять технологии «нулевого сброса».

Как известно, строительство скважин не обходится без применения глинистого (бурового) раствора с использованием многообразных токсичных, малотоксичных и горючих материалов (горюче-смазочные вещества, дизтопливо, нефть, битум, каустическая сода, мианол, триэтанолламин, биоксан, ингибиторы, стабилизаторы, пеногасители и др.), хранение и использование которых требует осторожности. Неправильно подобранная плотность бурового раствора, может привести к открытому нефтегазовому выбросу (фонтану). Примером может служить скв. 921 Астраханского ГКМ, при строительстве которой при спуске обсадной колонны при забое 242 м началось открытое фонтанирование газом с выбросом породы на высоту около 25 м, самовозгорание и падение вышки. Образовался кратер диаметром 4 м, станок и буровая вышка сгорели. Источником газопроявления являлась газовая локальная залежь в апшеронском ярусе в интервале 100–120 м, и неправильно подобная плотность бурового раствора. Подобные выбросы были зафиксированы также при бурении скважин на месторождении Тенгиз, Мексиканском заливе (полупогружная платформа «Deerwater Horizon» взорвалась, сгорела и затонула в 2010 году), Туркменистане и других регионах.

В целях экологической безопасности при строительстве скважин создана замкнутая система приготовления, сепарации и использования буровых растворов. Отработанные растворы поступают на глинозавод, регенерируются и затем повторно используются при строительстве новых скважин, что позволяет обеспечить охрану почв от загрязнения. Удачно подобранная конструкция и буровые растворы позволяют снизить геологические риски (осложнения) в процессе бурения: рапопроявления, обвалы горных пород, поглощения, смятия), и тем самым обеспечить безопасную проводку и дальнейшее функционирование скважины. Кроме

того, данные осложнения обуславливают аварии, удорожание и сроки строительства, перерасход химреагентов и бурового раствора.

В соответствии с требованиями экологического законодательства при бурении скважин необходимо стремиться к безотходным технологиям, в частности, к безамбарному методу строительства, поскольку амбарный способ хранения шлама приводит к загрязнению почв, поверхностных и подземных вод.

Экологически опасным является процесс освоения скважин, при котором происходит отдувка скважин с выпуском значительного объема (десятки тыс. и млн м³ в год) газа в атмосферу и ее загрязнению. С целью снижения вредного воздействия внедряются технологии и реализуются мероприятия, позволяющие снизить выбросы в атмосферу. На Астраханском ГКМ отдувка скважин проводится в подземные технологические полости.

Наиболее опасными с точки зрения экологии при строительстве скважин являются рапопроявления, нефтегазопроявления (открытые фонтаны), межколонные давления и межколонные перетоки в скважинах. Высокоминерализованные рассолы (рапа) с аномально-высокими пластовыми давлениями (АВПД) наряду с химическими реагентами и буровым раствором, являются основными источниками загрязнения водоносных горизонтов и массива горных пород, служат причиной усиленной коррозии низов обсадных колонн и подземного оборудования, что может привести к их негерметичности и разрушению. Именно зоны АВПД являются основной причиной осложнений и аварий при бурении и испытании (ГНВП, смятие колонн и т. д.).

Случаи внезапного фонтанирования и разлива рапы могут привести к загрязнению приповерхностного слоя литосферы, природных водоемов, засолению почв, гибели растительности. Особенно это актуально для месторождений, в составе пластового сырья которых присутствует сероводород – агрессивный и опасный компонент. Выбросы газа в атмосферу с губительными последствиями имели место на Астраханском, Оренбургском и ряде других месторождений [2]. Так, при бурении скважины 264 Лободинская (западный склон Прикаспийской впадины) на глубине 4359 м в солях был вскрыт рапопроявляющий горизонт с высоким содержанием сероводорода до 340 мг/м³. Фонтан сероводородного рассола с дебитом 700 м³/сут. получен с глубины 2086 м в скважине 131 Верхолеской в 1983 г., причем полностью вся колонна буровых труб была выдавлена из скважины. Из скважины 176 Рудовской из средней части усольской свиты получен аварийный фонтан рассола дебитом 3000 м³/сут., концентрация сероводорода в рапе составила 6–10 ПДК (1989 г.). На двух глубоких скважинах (№ 2, 3) Балаганкинской площади получены фонтанные притоки сероводородных рассолов с дебитами 360 и 1080 м³/сут., замерено пластовое давление $P_{пл} = 36$ МПа. Авария на скважине № 3 была ликвидирована через месяц, а скважина № 2 фонтанировала более года. Самое интенсивное рапопроявление отмечено на Ковыктинском ГКМ на одной из скважин с дебитом около 5000 м³/сут. (рис.) с глубины 2076 м (Восточная Сибирь).

Высокий процент содержания в пластовом сырье газоконденсатных месторождений сероводорода и СО₂ представляет высокую экологическую опасность при разработке месторождений (Астраханское, Оренбургское ГКМ, Тенгиз).

К опасным экологическим объектам относятся эксплуатационные скважины с наличием межколонных давлений (МКД) и межпластовыми перетоками (МПП). В соответствии с «Правилами разработки нефтяных и газовых месторождений» (п. 10.3.7) эксплуатация дефектных скважин не допускается. С этой целью проводят мероприятия по снижению давлений, создаются естественные покрышки при наличии солей в разрезе, либо скважины ликвидируют.



Рис. Аварийное фонтанирование рапы (Ковыктинское ГКМ) [1]

В процессе производственно-хозяйственной деятельности объектов нефтегазодобычи образуются значительные объемы твердых отходов производства и промышленные стоки. С целью минимизации влияния на окружающую среду на многих объектах имеются собственные полигоны захоронения ТБ и ПО а также полигоны для закачки промстоков в водоносные горизонты, залегающие выше основной залежи (Астраханское, Уренгойское, Оренбургское ГКМ). Как правило, такие горизонты выбираются из расчета, что они не содержат пресные питьевые воды. Закачка промстоков в такие горизонты позволяет обеспечивать экологический эффект, полностью исключить загрязнение стоками горизонты пресных и поверхностных вод, растительного и почвенного покрова, не оказывает отрицательного влияния на окружающую среду. В пределах АГКМ рабочими поглощающими горизонтами служат юрский и нижнемеловой водоносные горизонты, вмещающие природные воды с минерализацией до 250 г/дм^3 и залегающие в интервале 1200–1500 м. Многолетний мониторинг полигона закачки показал, что он не оказывает негативного влияния на окружающую среду.

Геоэкологическими опасными объектами служат также подземные хранилища газа и подземные емкости (полости) для хранения продуктов переработки и отходов производства. Выработка подземных резервуаров в соляных куполах подразумевает размыв солей и сброс отработанного рассола. При размыве емкостей в солях на Астраханском ГКМ образующийся рассол сбрасывается в естественные природные понижения озера Айдык и Карасор, где он естественным путем испаряется.

Отбор газа или продуктов переработки из подземных хранилищ может привести к изменению конфигурации полости, обрушению, потере устойчивости, разгерметизации и утечке продуктов. Следовательно, для предотвращения подобных негативных процессов требуется постоянный мониторинг таких объектов.

Одним из наиболее эффективных методов повышения нефтеотдачи пластов является технология гидроразрыва пластов (ГРП), позволяющая создать дополнительные пути фильтрации флюидов – трещины, с одной стороны. С другой стороны, при проведении ГРП существует риск нарушения сплошности флюидоупора над залежью и прорыв флюидов в выше и ниже лежащие пласты, обводнения залежи, загрязнению водоносных горизонтов, насыщению их газом и продуктами гидроразрыва.

Таким образом, для минимизации геологических рисков при ведении геологоразведочных работ требуется применение оборудования и технологий, отвечающих самым жестким требованиям экологической и промышленной

безопасности, а также строгое соблюдение Правил, Рекомендаций и Инструкций по безопасному ведению процесса.

Список литературы

1. Вахромеев, А. Г. Горно-геологические условия бурения рапопроявляющих зон с аномально-высоким пластовым давлением в природных резервуарах кембрия на Ковыктинском газоконденсатном месторождении / А. Г. Вахромеев, С. А. Сверкунов, А. И. Ильин, А. В. Поспеев, И. В. Горлов // Известия Сибирского отделения. – Новосибирск : Секции наук о Земле РАН – № 2 (55), 2016. – С. 74–84.
2. Новиков, В. С. Рапопроявления при строительстве скважин / В. С. Новиков, Р. С. Акулова, А. П. Зорина // Газовая промышленность. – М., 2001. – № 2. – С. 22–23.
3. Ушивцева, Л. Ф. Экологически безопасные технологии эксплуатации и ликвидации скважин с МКД / Л. Ф. Ушивцева, В. С. Мерчева, О. А. Шарова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М. : – 2012, № 6. – С. 37–42.
4. Мерчева, В. С. Мониторинг объектов окружающей среды в районе полигона по захоронению промышленных сточных вод / В. С. Мерчева, Л. Ф. Ушивцева, О. А. Шарова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М. : ВНИИОЭНГ, 2012. – № 12. – С. 7–13.
5. Мерчева, В. С. Экологически безопасные технологии эксплуатации и ликвидации скважин с МКД / В. С. Мерчева, Л. Ф., Ушивцева, О. В. Красильникова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, М. : ВНИИОЭНГ. – 2012. – № 6. – С. 37–42.
6. Мерчева, В. С. Оценка загрязнения и состояния подземных вод при разведке и разработке месторождений нефти и газа. / В. С. Мерчева, Л. Ф., Ушивцева, О. А. Шарова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М. : 2015. – № 4. – С. 36–39.
7. Несмиянова, А. С. Геоэкологические риски при строительстве скважин в солеродных бассейнах / А. С. Несмиянова, Л. Ф. Ушивцева // Материалы XXXI молодежной научной школы конференция посвященная памяти член. корр АН СССР К. О. Кратца. – Ленинград : Свое издание, 2020. – С. 196–200.
8. Ушивцева, Л. Ф. Новые технологии бурения и ликвидации скважин как способ обеспечения экологической безопасности / Л. Ф., Ушивцева, О. А. Шарова // Материалы 3 международной научно-практической конференции. – Астрахань : АГТУ, 2012. – С. 48–50.

References

1. Vakhromeev, A. G. *Mining and geological conditions for drilling brine-producing zones with abnormally high reservoir pressure in natural reservoirs of the Cambrian at the Kovykta gas condensate field. Bulletin of the Siberian Branch. Novosibirsk, Sections of Earth Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences*, 2016, no. 2 (55), pp.74–84.
2. Novikov, V. S. Akulova, R. S., Zorina, A. P. *Rapid manifestations during well construction. Gas industry*. M., 2001, no. 2, pp. 22–23.
3. Ushivtseva, L. F., Mercheva, V. S., Sharova, O. A. *Environmentally friendly technologies for the operation and abandonment of wells with MCD. Environmental protection in the oil and gas complex*. M., 2012, no. 6, pp. 37–42.
4. Mercheva, V. S. *Monitoring of environmental objects in the area of the landfill for the disposal of industrial wastewater. Environmental protection in the oil and gas complex*. M., VNIIOENG, no. 12, 2012. pp. 7–13.
5. Mercheva, V. S. *Environmentally safe technologies for operation and abandonment of wells with MKD. Environmental protection in the oil and gas complex*. Moscow, VNIIOENG, 2012, no. 6, pp. 37–42.
6. Mercheva, V. S. *Assessment of pollution and condition of groundwater in the exploration and development of oil and gas fields. Environmental protection in the oil and gas complex*. M., no. 4, 2015, pp. 36–39.
7. Nesmiyanova, A. S. *Geoecological risks during well construction in salt-bearing basins. Materials of the XXXI Youth Scientific School Conference dedicated to the memory of K. O. Kratz, Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences*. Leningrad, Own edition, 2020, pp. 196–200.
8. Ushivtseva L. F., Sharova O. A. *New technologies for drilling and liquidation of wells as a way to ensure environmental safety. Materials of the 3rd international scientific-practical conference*. Astrakhan, ASTU, 2012. – pp. 48–50.