

кера рис. 1 или двухпакерного скважинного снаряда рис. 3;

— пневмосвабирование с применением надувного пакера и дальнейшей эрлифтной прокачкой (варианты эрлифтной прокачки: с применением пневмоимпульсного генератора с применением передвижного компрессора).

Возможны и другие комбинации методов обработки фильтров и прифильтровых зон в зависимости от состояния обрабатываемой скважины и имеющихся в распоряжении исполнителя технических средств.

Выводы

Предложенная авторами классификация направлений РВР позволяет формировать рациональные комплекты технических средств для каждого из указанных методов повышения производительности технологических скважин.

Наиболее перспективным направлением ремонтной службы является создание самоходных комплексов, оснащенных оборудованием, нацеленным на реализацию группы методов поддержания производительности технологических скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Геотехнология урана* (российский опыт): монография / Под ред. И.Н. Солодова, Е.Н. Камнева. — М.: «КДУ», «Университетская книга», 2017. — 576 с.
2. Иванов, А.Г. Особенности применения полимерных труб при сооружении технологических скважин подземного выщелачивания урана / А.Г. Иванов, Д.А. Иванов, Ю.А. Арсентьев, А.П. Назаров,

В.Н. Калинин / Изв. вузов. Серия «геология и разведка». — 2019. — № 4. — С. 50 — 57.

3. Иванов, А.Г. Методические рекомендации по сооружению водо-заборных скважин с применением полимерных материалов / А.Г. Иванов, В.А. Кравцов, Е.И. Власов, В.В. Гнеушев, Н.И. Чепига. — ПО «Южполиметалл», 1991. — 74 с.

4. Иванов, А.Г. Опыт восстановления герметичности технологических скважин при ПВ. Технический прогресс в атомной промышленности, серия «Горнометаллургическое производство» / А.Г. Иванов, В.А. Кравцов, В.А. Костин, А.П. Ежов. — С. 17–19.

5. Иванов, А.Г. Сооружение и эксплуатация технологических скважин в криолитозоне / Матер. междунар. науч.-технич. конф. Решение экологических и технологических проблем на территории России, ближнего и дальнего зарубежья. Сб. науч. тр. / А.Г. Иванов, И.Н. Солодов, Е.А. Гурулев. — АО «Внипиромтехнологии», ООО «Винпресс», 2019. — С. 204–212.

6. Иванов, А.Г. О выборе материала обсадных труб для оборудования эксплуатационных скважин подземного выщелачивания / А.Г. Иванов, И.Н. Солодов // Горный журнал. — 2018. — № 7. — С. 81–85.

7. Метод интенсификации скважин различного назначения. Рекламный буклет TLM hydropuls GmbH. — Германия, Markleeberg, 2013. — 13 с.

8. Романенко, В.А. Восстановление производительности водо-заборных скважин / В.А. Романенко, Э.М. Вольницкая. — Л.: Недра, 1986. — 112 с.

9. Справочник по бурению скважин на воду / Под ред. проф. Д.Н. Башкатова. — М.: Недра. — 560 с.

© Коллектив авторов, 2020

Иванов Александр Георгиевич // AlekGeorIvanov@armz.ru
Михайлов Анатолий Николаевич // Mihailov.A.N@hiagda.ru
Алексеев Николай Алексеевич // Mihailov.A.N@hiagda.ru
Иванов Дмитрий Александрович // dexhouse@ya.ru
Арсентьев Юрий Александрович // arsentev1956@yandex.ru
Соловьёв Николай Владимирович // nvs@mgri-rggru.ru
Назаров Александр Петрович // al.naz@mail.ru

ОХРАНА НЕДР И ЭКОЛОГИЯ

УДК: 502.34+504.06

Ахмадиев А.К., Экзарьян В.Н. (МГРИ-РГГРУ)

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Современная нефтегазовая отрасль связана со многими негативными экологическими последствиями, поэтому возрастает роль в обеспечении экологической безопасности. В работе авторы указывают на наличие трех принципиальных точек зрения на экологическую безопасность. Рассматриваются основные аспекты экологической безопасности. Нормативно — правовое регулирование экологической безопасности закладывает основу экологических и правовых отношений. Проведенные исследования указывают на необходимость регулярно проводить оценку существующей системы права на различных уровнях, оценивать экологическую политику крупных российских и мировых нефтегазовых компаний, что позволит в дальнейшем корректировать управленческие

решения, от которых зависит качество окружающей природной среды. При рассмотрении природоохранного аспекта внимание уделено реабилитации природной среды. Авторы более подробно останавливаются на таком методе реабилитации как биоремедиация и затрагивают вопросы восстановления экосистем в Арктике. **Ключевые слова:** экологическая безопасность, нефтегазовая отрасль, углеводороды, реабилитация, экологическое право, биоремедиация.

Akhmadiev A.K., Ekzaryan V.N. (MGRI-RGGRU)

PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

The modern oil and gas industry is associated with many negative environmental consequences, and therefore the role in ensuring environmental safety is growing. In the work the authors point to three principal points of view on environmental safety. The main aspects of environmental safety are considered. Regulatory and legal regulation of environmental safety lays the foundation for environmental and legal relations. The conducted studies point to the need to regularly

assess the existing legal system at various levels, to assess the environmental policy of major Russian and world oil and gas companies, which will allow for further adjustment of management decisions on which the quality of the natural environment depends. When considering the environmental aspect, attention is paid to the rehabilitation of the natural environment. The authors elaborate on such rehabilitation method as bioremediation and touch upon the issues of ecosystem restoration in the Arctic. Keywords: environmental safety, oil and gas, hydrocarbons, rehabilitation, environmental law, bioremediation.

Введение

Загрязнение окружающей среды вследствие деятельности разведки, добычи, транспортировки углеводородов является одной из важных экологических проблем. Актуальность теме добавляют устойчивый интерес к углеводородам экономик многих стран (России в том числе) и расширение географии по их добыче. Например, уже сейчас около 26 % всей нефти в мире добывается в море на мелководье или больших глубинах [1]. Это совершенно новый тренд развития отрасли.

Экологические последствия нефтегазовой отрасли выражаются в нарушении рельефа, активации инженерно-геологических процессов, уничтожении растительного покрова, негативном действии бурения скважин на почвы и грунты, изменении состава природных вод, загрязнении атмосферы [4], а также в возможном сокращении биоразнообразия, пригодных для хозяйственной деятельности земель и т.д.

Техногенную опасность представляет не только систематическое воздействие на компоненты природной среды, но и внезапно возникшее событие (аварии, катастрофы и т.д.). Одна из крупнейших техногенных аварий XX в. произошла у берегов Аляски в 1989 г. — крушение танкера Exxon Valdez. Авария сопровождалась выбросом более 37 тыс. т нефти и, как следствие, гибелью 250 тыс. морских птиц, сотни арктических обитателей, двух десятков касаток. Причиной аварии были признаны человеческие ошибки в эксплуатации и управлении танкером [6]. Спустя более 20 лет произошла другая не менее известная авария. В 2010 г. в Мексиканском заливе на буровой платформе Deepwater Horizon из одной скважины глубокого бурения вырвался газ, за которым последовал взрыв, и вся платформа оказалась окутана огнем. Помимо пожара на платформе происходили и утечки нефти в море. На ликвидацию аварии потребовалось 88 дней. Причиной катастрофы снова послужил человеческий фактор [2].

В России примером крупной техногенной аварии может служить нефтепровод Возей — Головные сооружения (Коми). В 1988 г. на нем были обнаружены первые утечки нефти, причиной которых послужила коррозия металла трубопровода. Однако вместо остановки потока нефти было решено снизить рабочее давление на нефтепровод. Только в 1994 г., когда

было очевидно критическое состояние трубопровода, а масштабы разлива нефти стали заметны из космоса, было решено прекратить подачу нефти. По различным оценкам в результате аварии на территории в 120 га. было разлито до 200 тыс. т нефти [4]. Подобные факты говорят не только о необходимости повышать грамотность в действиях специалистов, но и усиливать, развивать, ставить в приоритет меры по обеспечению экологической безопасности.

Результаты и их обсуждение

Анализ существующих подходов к пониманию экологической безопасности привел к выделению трех принципиальных трактовок:

— экологическая безопасность — состояние системы, при котором предотвращены или сведены к минимуму возможности наступления техногенной аварии или катастрофы;

— экологическая безопасность — есть совокупность природоохранных и ограничительных мер, с целью минимизации уровней загрязнения, предотвращения экологических бедствий, массовой деградации природной среды;

— экологическая безопасность представляется как состояние природной системы, в которой не нарушается естественный ход развития, посредством рационального использования ресурсов [1].

В свою очередь, основными аспектами экологической безопасности, в т.ч. при добыче и переработке углеводородного сырья, выступают: нормативно-правовой, средозащитный, экономический, ресурсосберегающий, технологический, природоохранный, социальный, биосохраняющий. Остановимся на двух из них: нормативно-правовом и природоохранном.

Так как экологическая безопасность объединяет в себе интересы человека и общества в целом, то с нормативно-правовой точки зрения она рассматривается как часть многих отраслей права: морского, воздушного, природоохранного, гуманитарного, прав человека, уголовного, международной безопасности и т.д.

В правовом поле экологическая безопасность реализуется через такие принципы как: «загрязнитель платит», презумпция экологической опасности любого вида деятельности, приоритет особо охраняемых природных территорий, рациональное использование природных ресурсов и т.п. Само же эколого-правовое регулирование происходит на трех уровнях: глобальном, национальном и локальном (местном).

В ходе анализа международных природоохранных норм был выявлен ряд проблем, которые необходимо решать:

— преобладание секторального подхода. Большая часть нормативных актов связана с охраной морской и океанической среды и борьбой с глобальным изменением климата;

— сложность в координации действий;

— декларативный характер некоторых положений, что приводит к необязательности их исполнения;

— бессистемность. Эту проблему можно назвать основной, так как международное право, рассматривая систему «цивилизация — окружающая среда», само не является единой системой. Международные акты затрагивают отдельные компоненты среды, а еще чаще отдельные проблемы. Некоторые нормы дублируются, не происходит их кодификация. В настоящее время не разработан как единый подход, так и глобальный документ об охране окружающей среды;

— статичность. Многие международные нормы действуют десятилетиями, при этом не проходят стадию актуализации. С одной стороны, это демонстрирует незыблемость права, но с другой стороны, может приводить к тому, что оно через определенный промежуток времени не будет способно выполнять свои функции, так как не отвечает современным реалиям.

На национальном и локальном уровне экологическая безопасность обеспечивается конституционными и доктринальными нормами, а также природоресурсным и природоохранным правом России. Здесь также необходимо заострить внимание на некоторых проблемах. В современной эколого-правовой науке России не получили широкого развития комплексные системные исследования в сфере охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности при пользовании недрами. До конца не разработана единая четкая государственная политика в этой сфере. В законодательстве отсутствуют ясные нормативно-правовые понятия: объектов растительного мира, реабилитации природной среды, природоохранных мероприятий, экологически депрессивных территорий.

Следует отметить, что в России, которая имеет самые протяженные в мире морские границы и континентальный шельф, нет федерального закона, который бы с учетом взаимных интересов государства и промышленности, а также их взаимодействия регулировал предотвращение загрязнения морской среды, реагирования на разливы нефти и других вредных веществ в море. Существующее в этой области законодательство разрознено, не учитывает морскую специфику, носит общий характер, а иногда нормы противоречат друг другу, что приводит к разнообразию в их толковании. В России не существует и четкого механизма регулирования условий сжигания нефти, применения диспергентов для очистки от нефтяного загрязнения [3].

Нормативно — правовой аспект необходимо рассматривать не только с позиции обязательств государства, но и с позиции компании, которая формирует свою экологическую политику — особую декларацию или обязательный акт по выполнению экологических задач. Анализируя основы экологической политики ведущих российских и мировых нефтегазовых компаний, авторы пришли к выводу, что все нефтегазовые компании можно разделить на две группы. Первая группа (например, ПАО «Газпром», Exxon mobil, ПАО

«Лукойл» и др.) открыто выражает свою приверженность выполнять нормы международного права, в том числе экологического.

Вторая группа компаний (например, ОАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Новатэк», Shell и др.) вводит косвенное соблюдение международного экологического права, т.е. посредством выполнения целей устойчивого развития или введения некоторых экологических ограничений, которые совпадают с целями международного экологического права или же вообще не имеет четкой экологической политики, что может приводить к допущению значительного ущерба окружающей природной среды и ее деградации.

В природоохранном аспекте обеспечения экологической безопасности особую роль следует отвести реабилитации природной среды. И здесь также можно говорить как о проблемах, так и о тенденциях развития. При ликвидации последствий деятельности нефтегазовой отрасли в мире до сих пор находят применение методы, отношение к которым неоднозначно. Так, уже не одно десятилетие применяется метод смешивания химических диспергентов с морской водой, загрязненной нефтью. В идеале диспергенты разбивают пятна на капли, что облегчает разрушение нефти для микроорганизмов. Однако до конца предсказать ход реакции невозможно, и может возникнуть токсичный эффект для некоторых морских простейших, например, для коловратки (зоопланктон в основании морской пищевой цепи) [6]. Физические и химические методы очистки от нефти иногда используются, но не всегда эффективны и порой даже опасны. Например, сжигание нефти приводит к загрязнению атмосферы, а захоронение отходов — к изменениям состава подземных вод. Поэтому технологии очистки должны быть усовершенствованы, чтобы свести к минимуму ущерб от углеводородного загрязнения.

В настоящее время появляются новые методы ликвидации нефтяных разливов, но они пока не столь широко применяются. Среди них: впитывание губки, биоремедиация, разделение фракций нефти и воды. Одним из самых эффективных методов реабилитации на нефтяных месторождениях во всем мире признается биологическое восстановление (биоремедиация). Данный метод включает в себя две операции: инокуляцию экзогенных микроорганизмов в загрязненный участок и биостимуляцию, заключающуюся в усилении деятельности уже существующих в почве микроорганизмов. Усиление может заключаться во внесении азотных и фосфорных соединений. Исследования последних лет показывают, что биоремедиация возможна как на слабонефтезагрязненных, так и на сильнозагрязненных территориях [5-6].

Для России вопросы реабилитации природной среды особенно актуальны. Наиболее критическая ситуация наблюдается на Русском Севере, в Арктике. На данных территориях до сих пор не решена проблема накопленного экологического ущерба, в то же время наблюдается процесс интенсификации добычи полезных ископаемых. Ликвидация разливов нефти в

арктических землях чаще всего происходит механическими или физико-химическими способами. Они считаются наиболее доступными и позволяют получить мгновенный результат. Однако традиционные методы не обеспечивают полной очистки, особенно в удаленных районах. В этих условиях все более актуальным становится применение биоремедиации (использование бисорбентов и биогенных добавок) [3]. Можно предположить, что применение биологических способов реабилитации в Арктике постепенно будет расширяться.

Заключение

Обобщая изложенное, можно констатировать, что нефтегазовая отрасль играла и скорее всего, будет играть ключевую роль в развитии экономики на протяжении всего XXI в. Из этого следует, что экологическая составляющая также будет приобретать все более значимую роль, ввиду того, что существуют как «накопленные» проблемы, так и новые вызовы.

К предметам обсуждения в сфере обеспечения экологической безопасности можно отнести: проблемы нормативно-правового регулирования, внедрения «зеленых» технологий, новых методов очистки загрязненных территорий. В настоящее время в мире становится все более популярным биоремедиация, которая основывается на активности микроорганизмов, способных ликвидировать нефтяное загрязнение. К данному методу стоит присмотреться внимательнее и возможно способствовать его более широкому применению.

Особо следует обратить внимание на уже произошедшие техногенные аварии и катастрофы с целью исследования их причин и последствий. Не последнюю роль здесь играет компетентность людей, их психоэмоциональное состояние, управление техногенными рисками.

Для России в условиях постепенного истощения запасов углеводородов в «староосвоенных» регионах перспективным становится Арктика и континентальный шельф. Однако именно на этой территории экологическая обстановка является не самой утешительной. Причина тому — промышленное наследие XX в., которое привело к утрате или сокращению биоразнообразия и мест обитания живых организмов. Поэтому необходимо не только продолжать изучать и осваивать арктический регион, но и позаботиться о восстановлении и сохранении его экосистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмадиев, А.К. Экологическая безопасность нефтегазовой отрасли: нормативно-правовой аспект / А.К. Ахмадиев, В.Н. Экзарьян // Газовый бизнес. — 2019. — № 3. — С. 48-54.
2. Ергин, Д. В поисках энергии: Ресурсные войны, новые технологии и будущее энергетики / Д. Ергин / Пер. с англ. — М.: Альпина Паблишер, 2019. — 720 с.
3. Молчанов, В.П. Риски чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации; МЧС России / В.П. Молчанов, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов. — М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. — 300 с.: ил.
4. Нефтезагрязненные биоекоценозы (Процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы): монография / А.А. Оборин, В.Т. Хмурчик, С.А. Иларионов, М.Ю. Маркарова, А.В. Назаров; УрО РАН, Перм. гос. ун-т; Перм. гос. техн. ун-т. — Пермь, 2008. — 511 с.: ил.
5. Zheng, Wan, Jihong Chen. Human errors are behind most oil-tanker spills / Nature 560, 161-163 (2018). doi: 10.1038/d41586-018-05852-0.
6. Ali, N., Dashti, N., Khanafer, M. et al. Bioremediation of soils saturated with spilled crude oil. Sci Rep 10, 1116 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57224-x>.

© Ахмадиев А.К., Экзарьян В.Н., 2020

Ахмадиев Артур Константинович // art696@mail.ru
Экзарьян Владимир Нишанович // vnekzar@rambler.ru

ИСТОРИОГРАФИЯ

УДК 550.8:553.691

Печенкин И.Г. (ФГБУ «ВИМС»)

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РАБОТ ВИМСА ПО ИЗУЧЕНИЮ ГЕЛИЯ

До начала XX в. гелий считался экзотическим элементом. Значение легкого инертного газа было осознано в ходе Первой мировой войны. После гражданской войны в СССР был создан специальный Научный совет по гелию. Специалисты ВИМСа одни из первых практически обосновали представления В.И. Вернадского о «гелиевом дыхании Земли». С середины 1950-х годов в институте начались ис-

следования возможностей гелиометрического метода при поисках урана. Основой метода послужили представления о возможной концентрации радиогенного гелия в пределах урановых месторождений. Это предположение не подтвердилось. В ВИМСе А.Н. Еремеев организовал работы по площадной гелиевой съемке с составлением карт различных масштабов приповерхностного поля гелия. Была открыта ранее неизвестная закономерность — распределение повышенных концентраций свободного гелия зависит от глубинных, в т. ч. и рудоносных разломов земной коры. В 1969 г. результаты изучения гелиеносности были зарегистрированы как научное открытие. В настоящее время гелиометрический метод широко используется в науке и технике. **Ключевые слова:** ВИМС, ВИРГ, гелий, гелиометрический метод поисков, уран.