

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К МИНИМИЗАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Л.А. Коннова, доктор медицинских наук, профессор;
С.В. Шарапов, доктор технических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрена проблема сохранения экологии Арктического региона в аспекте развития добычи и транспортировки углеводородов. Предложены перспективные пути предупреждения и минимизации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в Арктике.

Ключевые слова: Арктика, нефть, разливы нефти, ликвидация разливов, история аварий с нефтью

Освоение континентального шельфа и превращение Арктики в крупнейший район мировой газо- и нефтедобычи представляет ключевую задачу России на долгосрочную перспективу. Площадь российского сектора Арктики составляет 9 млн км² и является самой большой среди арктических государств. Континентальный шельф России, приходящийся на Арктическую зону, составляет 4 млн км². На территории Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) добывается 90 % российского природного газа и 80 % нефти. Местоположение полезных ископаемых в АЗРФ, включая нефть и газ, представлено на рис. 1. В промышленном освоении Арктики заинтересованы такие крупные субъекты, как Роснефть, Газпром, НОВАТЭК, Роскосмос, «Норильский никель», Росатом, РЖД и др. Согласно данным Минэкономразвития России в АЗРФ запланировано выполнение 152 проектов с вложением 5 трлн руб. [2].

Но глобальное значение Арктики определяется не только богатствами полезных ископаемых, но и тем, что она является индикатором изменения климата на нашей планете и ее антропогенного загрязнения. В связи с этим в рамках программы ООН по защите окружающей среды в Арктике ведется постоянный глобальный мониторинг органических загрязнителей.



Рис. 1. Места добычи нефти и газа в АЗРФ [1]

В то же время АЗРФ обозначена зоной особой ответственности, которая включает и решение серьезных проблем для сохранения экологии Арктики. Одной из таких проблем в районах добычи, хранения и транспортировки нефти и газа является загрязнение нефтью и нефтепродуктами почвенных покровов арктической тундры, водных просторов и льда. Особенно опасны разливы нефти во льду в связи с тем, что в мире сегодня отсутствуют методы их ликвидации. Что касается арктической тундры, восстановление ее почвенного покрова требует длительного времени, а эффективных технологий восстановления почв, загрязненных в результате промышленной добычи нефти на Севере, пока нет, они несовершенны и очень затратны. Это объясняет тот факт, что основным принципом борьбы с разливами нефти и нефтепродуктов признана превентивность, то есть меры, предупреждающие аварийные разливы.

Причинами аварийных разливов нефти может быть износ оборудования, нарушение технологических режимов на этапах хранения, транспортировки и правил обращения с нефтепродуктами, аварии на танкерах, аварии при перевозке по автомобильным и железным дорогам, стихийные бедствия, а также такое природное явление, как таяние вечной мерзлоты.

Рассматривая этапы хранения нефти и нефтепродуктов, следует отметить пробел в законодательстве, суть которого в том, что склады и базы с хранением горючих жидкостей в объеме менее 1 000 т не имеют сегодня класса опасности и не попадают под категорию опасных производственных объектов – в соответствии с принятым в 2013 г. ФЗ № 22-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». В связи с этим предпринимателям выгоднее размещать нефтепродукты на небольших по объему объектах в нескольких местах хранения и таким образом уклоняться от регистрации их в качестве опасных. Это увеличивает риск аварийных ситуаций, особенно при расположении таких объектов в населенных районах. Кроме этого, существуют отличия между правовым регулированием и обеспечением безопасности на суше и на море. Поэтому совершенствование экологического законодательства можно рассматривать сегодня как актуальную задачу проблемы сохранения экологической безопасности в АЗРФ.

Основным видом транспорта нефти и газа в России являются трубопроводы (рис. 2). Длина магистральных трубопроводов к 2012 г. составляла 250 тыс. км, из них – 55 тыс. км составляют нефтепроводы, 20 тыс. км – нефтепродуктопроводы и 175 тыс. км – газопроводы [3]. Сегодня затраты на профилактику и устранение неполадок в трубопроводах на территории Арктики составляют 55 млрд руб./г. [4].



Рис. 2. Трубопровод в АЗРФ

К Арктическим трубопроводам относятся газо- и нефтепроводы, которые находятся севернее 60-й параллели. Их особенности связаны с климатическими и грунтовыми условиями мест прокладки. Потепление климата и таяние вечной мерзлоты создает проблемы угрозы повреждения ранее проложенных трубопроводов, которые в СССР в вечной мерзлоте впервые стали строить в начале 60-х гг. Сначала за Полярным кругом был построен экспериментальный магистральный газопровод (МГП) Мессояха-Норильск диаметром 500 мм, затем МГП Игрим-Серов и нефтепровод Шаим-Тюмень. МГП Уренгой-Помары-Ужгород также берет начало за полярным кругом, его строительство началось в 70-х гг. Среди МГП есть трубопроводы диаметром 1 220 и 1 400 мм из центральных и северных районов Тюменского региона, из районов Печоры в промышленные центры Западной Сибири, в центр европейской части России и в ЕС.

По мнению специалистов, освоение и развитие Арктики должно основываться на принципе превентивности – раннего предупреждения негативных экологических тенденций или их минимизации. Важнейшим шагом в плане экологической безопасности в АЗРФ представляется совершенствование правовой базы природопользования в Арктике и внедрение международных стандартов хозяйствования в регионе. Размещение и развитие промышленных объектов в АЗРФ должно соответствовать принципу эколого-экономической сбалансированности.

В настоящее время при строительстве трубопроводов в АЗРФ используют новые технологии с учетом требований сохранения экологического равновесия региона. В 2017 г. введен в эксплуатацию магистральный трубопровод «Бованенково–Ухта-2» (1 265 км), нефтепровод «Заполярье-Пурпе» и «Куюмба-Тайшет». Газопровод обеспечит добычу газа с Бованенковского месторождения, запас газа которого составляет 4,9 трлн м³ газа. При строительстве современного газопровода использовалась отечественная техника и соблюдались экологические нормы. «Бованенково-Ухта-2» является сегодня самым современным магистральным газопроводом в мире, он необходим для нового экспортного маршрута поставки газа в Европу через «Северный поток-2» (рис. 3).

Нефтепровод «Куюмба-Тайшет» длиной 700 км строили на территории полного бездорожья, вечной мерзлоты, болот и высокой сейсмичности. При этом для того, чтобы не нанести вред природе, обходили заповедные и охраняемые территории и производили рекультивацию земель после строительства.

На Ямале дан старт отгрузке нефти через терминал «Ворота Арктики», который находится в 700 км от существующей трубопроводной инфраструктуры [5]. Впервые нефть будет отгружаться морем. Терминал позволяет осуществлять отгрузку нефти в экстремальных природно-климатических условиях при температуре до минус 50 °С, ветре до 40 м/с и толщине льда в Обской губе до 2,5 м. Терминал морской, с берегом его соединяет морской нефтепровод. Арктический нефтеналивной терминал «Ворота Арктики» полностью соответствует самым высоким требованиям промышленной безопасности и охраны окружающей среды, на терминале применена технология нулевого сброса, загрязняющие вещества не попадают в акваторию Обской губы.

Проблемным вопросом при организации работ по освоению Арктики является деградация вечной мерзлоты, которая занимает более 60 % стратегически важных для России территорий. В районах вечной мерзлоты сосредоточено более 30 % разведанных запасов нефти, около 60 % – природного газа. Проблема в том, что с конца XX в. глубина сезонного протаивания вечной мерзлоты увеличивается за счет повышения температуры. В результате уменьшается несущая способность вечной мерзлоты и создается опасность повреждения фундаментов домов и сооружений, построенных на мерзлоте. В условиях вечной мерзлоты, которая постоянно меняет свою структуру, строить сложно. Возведенные сооружения нагревают грунт, и он теряет монолитность, начинает подтаивать и смещаться. Неправильно построенные дома разрушаются, в Канаде, например, жителям пришлось покинуть целых два небольших города, построенных в годы войны: их дома вечная мерзлота буквально

вывернула из земли. Строить основания зданий на мерзлоте можно, только приняв специальные меры для поддержания постоянной температуры грунта.



Рис. 3. Действующие и реализуемые проекты трубопроводов

Проблема с вечной мерзлотой диктует необходимость инновационно-логистического подхода к строительству, разработки новых норм и правил строительства и внедрения инновационных технологий. Примером может быть Ванкорское нефтегазовое месторождение, где производственные и жилые объекты стоят на вечной мерзлоте. Рядом со всеми строениями (что бы это ни было) установлены термостабилизаторы, благодаря которым не разрушаются хрупкие грунты тундры. С одной стороны, все построенное стоит прочно и надежно, с другой – тундре не будет нанесен вред [6].

Особенно опасна ситуация подтаивания вечной мерзлоты в районах со старой системой трубопроводов, поскольку возрастает вероятность их повреждений с разливами нефти и выбросами газа. Кроме деформации нефте- и газопроводов происходит просадка и провалы автомобильных и железных дорог. Протаивание вечной мерзлоты оказывает разрушающее воздействие на железные дороги, что создает серьезные проблемы с их эксплуатацией (рис. 4).



Рис. 4. Участок многолетних деформаций пути и опор контактной сети БАМ [7]

Постоянный ремонт и восстановление очень затратно, требуется постоянная защита дорог на участках льдистых грунтов для превентивного предохранения многолетнемерзлых грунтов в основании земляного полотна от деградации [7]. Для надежности эксплуатации дорог в районах вечной мерзлоты необходим адекватный выбор конструктивно технологических решений и способов проведения работ при их создании и содержании. Но, кроме этого, экономическая целесообразность делает необходимой постоянную защиту дорог от инженерно-геокриологических процессов и явлений. Это подразумевает как применение способов охлаждения земляного полотна, так и постоянный контроль, и прогноз изменения мерзлотных условий на трассе.

Главной транспортной магистралью в АЗРФ является Северный морской путь (СМП), который на 50 % короче всех морских путей из Европы на Дальний Восток. Поскольку на континентальном шельфе находятся большие запасы нефти и газа, СМП становится важной транспортной артерией для танкеров газовозов и нефтевозов. Расширение транспортных перевозок нефти и нефтепродуктов по СМП увеличивает риск разливов нефти, причинами которых могут быть аварии транзитных танкеров, следующих по СМП, и танкеров, осуществляющих северный завоз в морские порты на побережье, а также танкеров в прибрежном и каботажном плавании. Для минимизации риска разливов, связанных с авариями танкеров, особое внимание и ресурсы направлены на предупреждение и исключение аварий судов, то есть на обеспечение безопасности мореплавания. Существует, например, такая авторитетная организация как ИТОРФ (The International Tanker Owners Pollution Federation Limited) – «Международная Федерация танкерных судовладельцев по предотвращению загрязнения окружающей среды». С другой стороны, важным фактором является готовность к минимизации негативных последствий аварий с нефтеразливами.

Известно, что по токсичности, масштабам загрязнения и вовлечения в хозяйствование нефть является одним из наиболее существенных факторов экологического риска, особенно для уязвимой экосистемы Арктики. Негативное влияние нефти на природу и человека обусловлено токсичными компонентами нефти, которые обладают мутагенными и канцерогенными свойствами, ингибируют биосинтез и т.д. Согласно российскому законодательству, разливы нефти и нефтепродуктов классифицируются как чрезвычайные ситуации (ЧС). Поэтому организация и проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в Российской Федерации осуществляется в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) [8]. Повышение уровня готовности всех служб спасения РСЧС, в том числе арктических сил и средств МЧС России, к минимизации последствий разливов нефти и нефтепродуктов и защиты от их воздействий представляет одну из важных задач обеспечения безопасности в АЗРФ. Характеристика уровней разливов нефти в территориальных морях России обобщена в таблице по данным работы [9]. Причинами крупных разливов нефти из танкеров (по данным анализа 500 случаев) являются:

- посадка на мель 32,75 %
- столкновения судов 29,45 %
- разрушение корпуса 13,9 %
- пожары и взрывы 11,65 %

Таблица. Характеристика разливов нефти в территориальных морях Российской Федерации

Уровень	Количество вылившейся нефти	Угроза окружающей среде	Характер ЧС
Первый	До 100 т	Минимальная	Территориальная
Второй	От 100 до 5000 т	Серьезная угроза	Региональная
Третий	Свыше 5000 т	Катастрофическая	Федеральная



Рис. 5. Места катастроф и аварийных разливов нефти и нефтепродуктов из танкеров в мировом океане [11]

В период с 1970 по 2015 гг. около половины разливов нефти произошло в открытом море, когда суда были на ходу. В большинстве случаев (в 59 %) причиной становились повреждения корпуса, полученные при столкновении с другими судами или при посадке на мель. Вторая половина случаев произошла в континентальных или ограниченных водах, где риск столкновения или посадки на мель увеличивается, зато тоннаж судов, а значит и объём пролитой нефти уменьшается. Одним из перспективных путей сокращения разливов представляется техническое совершенствование судов, особенно обшивки корпуса и конструкции танкеров [10].

По мнению специалистов, расширение грузопотока на СМП с учетом экстремальных арктических условий и достаточно узкого водно-ледового коридора может привести к росту числа ЧС со столкновением судов и посадкой на мель [11]. В плане поиска минимизации разливов нефти из танкеров существуют разные подходы, например, материаловедческие исследования по совершенствованию прочности конструкционных материалов для корпусов арктических судов [12]. С другой стороны, для повышения уровня готовности к ЧС с разливом нефти и нефтепродуктов необходимо изучать логистику транзитных перевозок, логистику завозов этих продуктов в прибрежные порты, каботажное плавание судов. Важной частью подготовки к ЧС представляется изучение мирового опыта реагирования и ликвидации таких ситуаций. В Арктическом регионе в 1989 г. у побережья Аляски произошел один из самых крупных разливов нефти в результате аварии с танкером, который налетел на риф [13]. В море вылилось 40,9 млн л нефти (260 тыс. баррелей). Нефтью было загрязнено около 2 000 км береговой линии. Очистка началась с распыления диспергентов с вертолета, но это не имело успеха – диспергент не перемешивался с нефтью из-за спокойной поверхности моря. Был применен и ликвидационный поджиг нефти с предварительной изоляцией от остального региона огнестойким ограждением [14]. Поджиг был достаточно успешным, однако к дополнительному сжиганию нефти не стали прибегать из-за неподходящей погоды. К механической очистке приступили сразу после катастрофы, используя боны и скиммеры, но скиммеры были готовы только через 24 ч после аварии, а толстый слой нефти, перемешанный с бурыми водорослями, засорял оборудование. Позднее история аварии у побережья Аляски достаточно широко обсуждалась в научных и специальных изданиях, были всесторонне рассмотрены негативные экологические и экономические последствия аварии. Представляет интерес опыт штата Аляски

по организации муниципальных групп реагирования на разливы и их взаимодействия с органами государственного управления (<http://dec.alaska.gov/spar/perp/docs/commun.pdf>). В России сжигание нефти на море запрещено, отсутствуют огнестойкие заградительные боны. Не рекомендовано и применение в арктических условиях диспергентов [11]. Проблемам, связанным с разливами нефти на арктическом шельфе и их ликвидации, посвящена книга «Ликвидация разливов нефти на арктическом шельфе» [15].

Государственная программа освоения континентального шельфа, которая была принята правительством России в 2012 г. и продлена на период до 2030 г., предусматривает и добычу газа в объеме около 230 млрд м³. В плане повышения уровня готовности к ЧС следует учитывать и существующие технологии переработки газов в сжиженный природный газ (СПГ), метанол и диметиловый эфир непосредственно на месте добычи [16]. Возможность конверсии в жидкие или более легко сжижаемые продукты непосредственно на месте добычи рассматривается сегодня в качестве перспективного способа транспортировки углеводородов.

Таким образом, развитие нефтегазовой промышленности в Арктической зоне России требует особого внимания к экологической безопасности эксплуатации нефтепромыслов, хранению и транспортировке нефти и нефтепродуктов. Необходимо актуализировать экологизацию ключевых сфер экономики АЗРФ – нефтегазового комплекса и транспортной отрасли – Экологизация подразумевает использование инновационных подходов к строительству, разработке и внедрению новых материалов и технологий, направленных на снижение риска негативных экологических последствий. Для повышения готовности сил и средств РСЧС к минимизации возможных ЧС с разливами нефти необходимо особое внимание уделить:

- мониторингу состояния старой системы трубопроводов;
- проведению упреждающих оценок экологических угроз, связанных с риском разливов на воде при использовании танкеров;
- изучению логистики завоза нефтепродуктов в порты АЗРФ;
- развитию системы реагирования на нефтеразливы с учетом мирового опыта;
- расширению межведомственных взаимодействий сил и средств РСЧС и взаимодействию ведомств РСЧС с крупными нефтедобывающими компаниями.

Учитывая масштабность АЗРФ, представляется перспективным создание мобильных региональных групп реагирования и взаимодействия с органами государственного управления.

Литература

1. Никишин А. Арктика: территория лидерства // Российская Федерация сегодня. 2017. № 12. С. 30–33.
2. Фишкин Д.О. О подходах к социально-экономическому развитию арктической зоны Российской Федерации // Международное сотрудничество в Арктике: новые вызовы и векторы развития: материалы конф. URL: russiancouncil.ru (дата обращения: 17.07.2018).
3. Экспорт нефти и газа России. URL: <http://newsruss.ru/doc/index.php> (дата обращения: 17.07.2018).
4. Россия тратит на арктические трубопроводы 55 млрд рублей/год. URL: <https://neftegaz.ru/news/view/135745-Rossiya-tratit-na-arkticheskie-truboprovody-55-mlrd-rublejgod> (дата обращения: 15.07.2018).
5. На Ямале дан старт отгрузки нефти через терминал «Ворота Арктики». URL: <https://regnum.ru/news/economy/2137036.html> (дата обращения: 13.07.2018).
6. Сердце Ванковера, или как добывают нефть в тундре. URL: <http://fedpress.ru/article/2031697> (дата обращения: 13.06.2018).
7. Кондратьев В. Материалы и технологии. URL: <file:///C:/Users/User/Desktop/> (дата обращения: 15.06.2018).

8. Национальная система реагирования на аварийные разливы нефти и нефтепродуктов в Российской Федерации. URL: <http://osr-arctic.ru/ru/spravochnaaya-informaciya/nacionalnaya-sistema-reagirovaniya-na-avariynye-razlivy-nefti-i> (дата обращения: 17.06.2018).
9. Основы инженерной экологии / В.В. Денисов [и др.]: учеб. пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2013. 633 с.
10. ИТОГФ о статистике разливов нефти. URL: <http://seafarers.com.ua/is-it-possible-to-stop-oil-spillage/6488/> (дата обращения: 12.07.2018).
11. Богоявленский В.И. Безопасность и рациональность при добыче нефти и газа в Арктике // Экология и жизнь. URL: <http://www.ecolife.ru/zhurnal/articles/24671/> (дата обращения: 15.07.2018).
12. Российская Арктика: системный взгляд. URL: <http://www.uran.ru/node/3956>(дата обращения: 13.07.2018).
13. Крушение «Эксон Вальдес»:экологическая катастрофа у берегов Аляски. URL: <http://tass.ru/proisshestviya/1070508><http://tass.ru/proisshestviya/1070508> (дата обращения: 10.06.2018).
14. Выброс нефти из танкера Эксон Валдес. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 17.07.2018).
15. Ликвидация разливов нефти на арктическом шельфе URL: <s03.static-shell.com/content/dam/shell-new/local/country/rus/.../osr-book-rus.pdf>(дата обращения: 11.07.2018).
16. Гимаева А.Р. Хасанов И.И., Бахтизина А.Р. Плавушие заводы по переработки природного газа и попутного нефтяного газа в условиях Арктики // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2017. № 5. С. 37–41.

