

12. Дончева А. В., Казакова Л. К., Калуцков В. Н. Ландшафтная индикация загрязнений природной среды. — М.: Экология, 1992. — 256 с.
13. Сигал И. Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Недра, 1988. — 312 с.
14. Черненко Т. В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение. — М.: Недра, 2002. — 191 с.

УДК 502.1:504.61:553.982.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕДОБЫЧИ В ХАНТЫ-МАНСЬСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ

А. В. Соромотин

*НИИ экологии и рационального использования
природных ресурсов Тюменского государственного
университета*

Обсуждаются основные виды техногенного воздействия при нефтедобыче на окружающую среду на всех этапах освоения месторождений. Оцениваются масштабы негативных экологических последствий при нефтедобыче.

The authors consider principle sorts of man-made influences on the environment during oil production at all oil field development. The scales of negative ecological consequences during oil production were estimated.

Нефть представляет собой один из основных источников энергии и сырья для современной цивилизации. Единственным экономически оправданным способом получения нефтепродуктов является разработка природных месторождений. Вместе с тем, процессы и масштабы добычи, подготовки, транспортировки и переработки углеводородного сырья с их негативными экологическими последствиями стоят в одном ряду с объектами химической и горнодобывающей промышленности. Более половины всей нефти добывается в России на территории Ханты-Мансийского автономного округа. Являясь основным нефтегазодобывающим регионом страны с полувековой историей освоения, ХМАО испытывает на себе весь комплекс экологических проблем и их последствий.

Период техногенного воздействия на природные комплексы региона при нефтедобыче можно разделить на пять основных этапов, качественно и количественно отличающихся друг от друга: сейсмологическая разведка, геологоразведочное и поисковое бурение, обустройство месторождения, эксплуатация месторождения и транспорт нефти к местам переработки, послеэксплуатационный период. Следует отметить, что уникальной чертой рассматриваемого региона в настоящий период является временное сосуществование всех этих этапов. Такая

ситуация обусловлена, с одной стороны, продолжающейся геологической и сейсмологической разведкой, а с другой — поэтапным освоением разведанных ранее месторождений и продуктивных пластов, вовлечение в эксплуатацию «забаланных» месторождений. Нередко ликвидированные скважины и «умирающие» месторождения соседствуют с буровыми вышками и новыми технологическими объектами добычи нефти. Рассмотрим все эти этапы техногенного воздействия отдельно.

1. Сейсмологическая разведка. Предваряет освоение территории и является обязательным методом поиска и локализации месторождений нефти и газа. Упрощенно представляет собой взрывные работы, проводимые в зимнее время. Среди всего комплекса технологических мероприятий при нефтедобыче, сейсморазведка оказывает минимальное воздействие на окружающую среду. Сопровождается вырубкой площадок под места базировок сейсмоотрядов и просек для бурения шурфов под взрывчатку и протаскивания вагоночехов с регистрирующей аппаратурой. Основное воздействие происходит на лесфонд в результате рубок и захламления порубочными остатками, что приводит к ухудшению санитарного состояния и повышению горимости лесов. Нормы отвода земель при этом не нарушаются [1]. Само по себе присутствие человека в лесу и проведение взрывных работ является фактором беспокойства для животных, а браконьерство наносит серьезный вред охотничье-промысловой фауне. Существенное очаговое воздействие оказывается в местах базировок сейсмопартий в виде загрязнения почвы и грунтовых вод нефтепродуктами, захламления территорий порубочными остатками, бытовыми и производственными отходами, металлоломом.

2. Геологоразведочное и поисковое бурение. При геологоразведочных работах на нефть и газ основное негативное воздействие на окружающую природную среду происходит при строительстве поисково-разведочных скважин. Для этого отводится во временное пользование земельный участок, на котором производится вырубка леса и обустройство различных технологических объектов (буровая и вер-

толетная площадки, подъездной путь, жилой поселок, технологическая зона). Результаты измерения 52 площадей участков разведочных скважин с помощью GPS навигатора в Нефтеюганском районе ХМАО показали, что территория, испытывавшая воздействие буровых работ без учета подъездного пути, составляет в среднем 3,5 га на 1 участок. Это даже меньше расчетных нормативов для бурового станка с глубиной бурения до 2900 м (4,64 га), хотя фактические размеры изменялись в зависимости от ландшафта от 0,9 га.

На территории округа пробурено более 5 тысяч поисково-разведочных скважин, причем большая часть бурилась 10–15 лет назад. Вследствие длительного простоя и отсутствия технического обслуживания эти скважины разрушаются, что приводит к нарушению герметичности и нефтеводогазовым проявлениям на их устье. Утечка нефти и минерализованных пластовых вод формирует стойкий очаг химического загрязнения прилегающей территории. Из обследованных нами скважин подтекала каждая третья.

Максимальное негативное воздействие на окружающую природную среду при геологоразведочном бурении заключается в химическом загрязнении при утечке жидкостей из устьев скважин, миграции хмреагентов и нефти из буровых амбаров, разливов ГСМ на местах хранения топлива, стоянок транспорта и дизельных агрегатов. К основным потенциальным химическим загрязнителям при строительстве скважины относятся:

- буровые растворы, промывочные и задавочные жидкости, а также химические реагенты и материалы, используемые для их приготовления;

- отходы бурения, состоящие из бурового шлама и отработанного бурового раствора, буровых сточных вод и нефти;

- горюче-смазочные материалы;
- хозяйственно-бытовые сточные воды и твердые бытовые отходы.

При обследовании старых буровых площадок было установлено, что две из трех имели нефтяное загрязнение в виде разливов нефти, горюче-смазочных материалов и скоплений нефти в буровых амбарах.

Помимо этого при испытании скважин происходило сжигание попутного

газа, приводившее к локальному загрязнению атмосферы. Территории многих площадок захламлены брошенной древесиной лиственных пород объемами до 1000 м³ и металлоломом до 10 т (без учета брошенных буровых вышек).

Необходимо отметить, что в подавляющем большинстве случаев естественные восстановительные процессы на территориях разведочных скважин преобладают над деградационными. Восстановление древесной растительности происходит так быстро, что многие площадки 20–30-летней давности практически невозможно обнаружить даже с вертолета.

3. Обустройство месторождения. Наиболее масштабный этап, в течение которого создается вся инфраструктура нефтегазодобывающего комплекса. Точечное воздействие на окружающую среду, оказываемое при геологическом изучении, перерастает в локальное и даже в региональное. В первую очередь изымаются значительные земельные ресурсы. При этом максимальное воздействие оказывается именно в период строительства скважин и технологических объектов нефтегазодобычи. Например, в структуре земельных ресурсов Ханты-Мансийского АО на земли промышленности (в первую очередь, нефтегазовый комплекс) и транспорта приходится около 135 тысяч га, что составляет 0,25% всей территории округа. Год от года возрастает площадь нарушенных земель, утративших свою хозяйственную ценность и являющихся источниками отрицательного воздействия на окружающую среду. К началу 2004 г. площадь таких земель составила по ХМАО 53,4 тысячи га [2, 3]. То есть, по официальной статистике, на 100 га отводимых под нужды нефтедобычи земель 40 га становятся непригодными для использования по своему назначению. Наши исследования на Мамонтовском и Федоровском месторождениях показали, что на каждый гектар, отведенный под размещение скважин и кустового оборудования, приходится от 0,7 до 3,0 га нарушенных, в непосредственной близости от кустовой площадки, земель. При этом строительство одной скважины сопровождается деградацией в среднем 2000 м² поверхности почвы.

Можно выделить следующие основные виды отрицательного воздействия на при-

родную среду за время обустройства месторождений:

- деградация и уничтожение почвенного покрова в результате минерализация земель и засыпки провонным грунтом при строительстве технологических объектов;

- уничтожение травянистой, кустарниковой и древесной растительности (в том числе и по причине антропогенных гарей);

- нарушение гидрологического режима территорий, приводящее впоследствии к прогрессирующему подтоплению или осушению земель;

- загрязнение территории производственным и бытовым мусором;

- браконьерство.

Обустройство месторождений сопровождается также значительным химическим и биологическим загрязнением всех природных сред, включая подземные горизонты. Источниками химического загрязнения в этот период являются:

- буровые амбары;

- разливы нефти и минерализованных вод, случающиеся при испытаниях скважин;

- склады химреагентов;

- производственные объекты, не имеющие эффективных очистных сооружений (автобазы, базы буровых бригад и пр.);

Наибольшую экологическую опасность представляют буровые амбары, содержащие отходы бурения. Многие из них находятся в водоохранных зонах и представляют серьезную угрозу речным, озерным и болотным экосистемам. Как правило, отходы промыслового бурения скважин имеют 3 класс опасности (умеренно опасные). В настоящее время только на территории Ханты-Мансийского АО общее число некультивированных амбаров превышает 2000 [2, 3]. В среднем каждый амбар 10–20-летней давности содержит около 2000 м³ бурового шлама и около 1000 м³ воды, загрязненной растворимыми химреактивами и нефтью.

При освоении территории округа происходит интенсивное развитие природно-антропогенных и антропогенных геологических процессов и явлений (по классификации Ф. В. Котлова [4]). Среди природно-антропогенных процессов наибольшее распространение получили экзогенные геологические процессы и явления:

плоскостная эрозия и дефляция почв, оврагообразование, речная эрозия, заболачивание. Яркий пример развития природно-антропогенной дефляции — образование песчаных раздувов на легких песчаных почвах в районе п. Покачи.

Среди геологических процессов,носящих исключительно антропогенный характер, можно выделить:

- геотермические процессы и явления (промерзание грунтов и подземных вод, протаивание мерзлых грунтов). В результате строительства технологических объектов в районах с очаговым и реликтовым распространением многолетнемерзлых пород происходит искусственное потепление грунтов, содержащих подземный лед;

- гидролитогенные процессы и явления, проявляющиеся в понижении уровня грунтовых и подземных вод, а также химическое загрязнение этих вод.

Самым масштабным проявлением гидролитогенных процессов, вызванных деятельностью человека, является формирование обширных зон подтопления и осушения территорий в результате изменения или нарушения направления поверхностного стока. Эти процессы активизируются при прокладке линейных объектов (автодорог) через болотные комплексы. Визуально проявляются в виде мелких озер и луж вдоль одной из сторон дорожного полотна

4. Эксплуатация месторождения. Наиболее протяженный во времени период техногенного воздействия, исчисляемый десятилетиями. В это время происходит не только усугубление экологической ситуации непосредственно на месторождениях, но и возникает новая реальная угроза техногенных катастроф, связанных с транспортом добытой нефти.

Возрастание напряженности экологического состояния территорий промыслов вплоть до «экологического бедствия» обусловлено, с одной стороны, отсутствием или низкой эффективностью природоохранных мероприятий по ликвидации последствий обустройства месторождений, и, с другой стороны, возникновением новых проблем. Основная причина — старение технологического оборудования и накопление производственных и бытовых отходов на территориях промыслов.

Основным видом отрицательного воздействия на природные комплексы во время эксплуатации месторождений является химическое загрязнение окружающей среды нефтью, различными химическими веществами, газообразными выбросами факелов, производственными и бытовыми отходами. Наибольшую опасность представляют нефтезагрязненные и засоленные земли и водные поверхности, общая площадь которых в Ханты-Мансийском АО, по нашим расчетам, может составлять от 20 до 30 тысяч га. Причинами попадания нефти в окружающую среду являются: порывы коллекторов системы нефтесбора; утечки из шламовых амбаров через нарушенную обваловку; разбрызгивание и разливание при поломке задвижек; разбрызгивание при фонтанировании с факелов; утечки с кустовых и производственных площадок различных технологических объектов. Наибольшее число зафиксированных разливов нефти происходит в результате порывов нефтепроводов, причем 96 аварий из 100 обусловлены коррозией труб. Анализ статистических данных по аварийности из-за коррозионного износа на нефтегазодобывающих предприятиях Ханты-Мансийского автономного округа показал, что средний срок службы внутрипромысловых коллекторов до первой аварии составляет от 2 до 3 лет. Причем, более 90% случаев приходится на внутреннюю коррозию. Выделяют несколько типов внутреннего коррозионного износа труб — канавочная коррозия по нижней стороне трубы, свищи по телу трубы и коррозия по сварному шву. С максимальной скоростью протекает и наиболее часто встречается канавочная коррозия. Скорость ее может достигать 4 и даже 6 мм в год, при средних скоростях других видов коррозий, измеряемых десятками долями миллиметра в год [5].

В качестве примера для иллюстрации типологических характеристик нефтяного загрязнения в Среднем Приобье приведем данные наземного обследования производственной территории крупнейшего нефтегазодобывающего предприятия региона — ОАО «Юганскнефтегаз», введенного нами в 1999–2002 гг. Всего было выявлено 611 нефтезагрязненных

участков общей площадью более 750 га (табл. 1). Оценка биотопической приуроченности показала, что каждый второй разлив или 2/3 загрязненной территории приходятся на различные типы болот.

Рассматривая характер распределения разливов нефти по площадям не-

обходимо подчеркнуть очевидную диспропорцию между незначительным количеством крупных (более 1 га) разливов — всего 26% от общего числа и тем фактом, что почти 85% замазученной территории приходится именно на эти участки (табл. 2).

Таблица 1

**Биотопическое распределение нефтяного загрязнения
производственной территории**

Биотопы	Количество, шт.	Площадь, га	% от общего количества	% от общей площади
Болота	338	516,81	55,4	68,6
Водные поверхности	106	27,82	17,3	3,7
Минерализованные	13	10,21	2,1	1,4
Лесные земли	128	153,42	20,9	20,4
Пойменные	20	43,16	3,3	5,7
Прочие	6,0	1,39	1,0	0,2
Всего	611	752,81	100	100

Таблица 2

**Характеристика нефтяного загрязнения производственной территории
ОАО «Юганскнефтегаз» по площадям разливов**

Категории разливов	Количество, шт.	Процент от общего количества	Площадь, га	Процент от общей площади	Средняя площадь, га
До 0,1 га	192	31,4	9,55	1,3	0,05
0,1-1,0 га	259	42,4	107,13	14,2	0,41
Более 1,0 га	160	26,2	636,13	84,5	3,98
Всего	611	100	752,81	100	1,23

При этом усредненный крупный разлив имеет площадь почти 4 га. Основное число разливов имеют размеры до 0,1 до 1 га.

Сходные результаты распределения нефтяных разливов по площадям и биотопической приуроченности на примерах некоторых месторождений Ханты-Мансийского автономного округа показаны в работах С. Н. Гашева и др. [6], Б. Е. Чижова [7], В. Н. Бобова и др. [8]. В частности, для Мамонтовского месторождения установлено, что и по концентрации и по общей площади преобладают участки с сильной степенью загрязнения. Причем, подавляющее количество

свежих разливов (85%) имеют сильную степень загрязнения [9].

Анализ официальных данных по аварийности в системе нефтесбора на территории Ханты-Мансийского автономного округа за последние 14 лет показывает, что в среднем происходит от 1600 до 2000 аварий в год. Максимальная аварийность отмечалась в середине 90-х годов прошлого столетия и в 2004 г. Динамика количественных показателей аварийности показывает устойчивую тенденцию к повышению числа аварий за последние несколько лет (рис. 1). Количество нефтесодержащих вод, попавших в окружающую природную среду в сред-

нем составляло 3,7 тыс. т, если не учитывать экстремальный 1996 г., когда объем разлившейся нефти составил максимальную величину за весь период от-

четности — более 33,5 тыс. т! В среднем в результате одной аварии выливалось более 3 т нефтесодержащих вод, с максимумом в 1996 г. — 12,6 т.



Рис. 1. Динамика основных показателей аварийности при эксплуатации месторождений [3, 4]

5. Ликвидация месторождения (скважин). Экологические проблемы на этой завершающей стадии освоения месторождений углеводородного сырья сходны со вторым этапом — геологоразведочным бурением, хотя многократно превышают по масштабам. Основную угрозу представляют стойкие очаги химического загрязнения среды, к которым относятся: некультивированные разливы нефти, брошенные буровые амбары и полигоны хранения отходов, подтекающие скважины с разрушенным устьем, технологические емкости с ГСМ и пр. Приблизительное представление о продолжительности и характере послеексплуатационного воздействия можно получить, анализируя состояние старых разведочных скважин. Например, буровой шлам, находящийся в амбаре около разведочной скважины, бурившейся в 1969 г., имел стойкий

запах нефти. Анализы показали, что содержание нефтепродуктов в шламе ($C_{10}-C_{40}$) составляло 5870 мг/кг. Количество нефтепродуктов в донных осадках буровых амбаров 20–30-летней давности может достигать нескольких граммов на килограмм, а в местах хранения ГСМ почва имеет запах нефтепродуктов на глубине более 1,5 метров.

При существующей в настоящее время культуре добычи нефти и технологическим приемам следует предположить, что перевод последствий освоения и эксплуатации месторождений на территории округа, да и во всей Западной Сибири, до уровня точечных или очаговых затянется на десятилетия. Говорить о полном восстановлении естественной природной среды можно лишь в плане обсуждения естественного хода биогеоценотических и геологических процессов на Земле и роли в них человека.

Библиографический список

- Захаров А. И., Гаркунов Г. А., Чижов Б. Е. Виды и масштабы воздействий нефтедобывающей промышленности на лесной фонд Ханты-Мансийского автономного округа // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. — Выпуск 6. — Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 1998. — С. 149–160.
- О состоянии окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа. Информационный бюллетень. НПЦ «Мониторинг», Ханты-Мансийск. ГУИПП «Полиграфист», 2004. — 162 с.

3. О состоянии окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа. Информационный бюллетень. НПЦ «Мониторинг», Ханты-Мансийск. ГП «Полиграфист», 2005. — 118 с.
4. Котлов Ф. В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. — М.: Недра, 1978. — 261 с.
5. Соромотин А. В. Нефтяное загрязнение земель в зоне средней тайги Западной Сибири // Экология и промышленность России. — № 8. — 2004. — С. 8–11.
6. Гашев С. Н., Рыбин А. В., Казанцева М. Н., Соромотин А. В. Масштабы нефтесолевого загрязнения Ханты-Мансийского автономного округа и объемы средств на рекультивацию // Биологическая рекультивация нарушенных земель: Тез. докл. Междунар. совещ. — Екатеринбург, 1996. — С. 27–30.
7. Чижов Б. Е. Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа. Тюмень: Из-во Ю. Мандрики, 1998. — 144 с.
8. Бобов В. И., Гашев С. Н., Казанцева М. Н., Пауничев Е. А. Опыт наземного обследования и паспортизации нефтезагрязненных земель // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. — Вып. 6. — Тюмень, 1998. — С. 45–48.
9. Казанцева М. Н., Казанцев А. П., Гашев С. Н. Характеристика нефтяного загрязнения территории Мамонтовского месторождения нефти // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. — Вып. 2. — Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2001. — С. 86–90.