Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Институт нефти и газа им. М. С. Гуцериева
Кафедра бурения нефтяных и газовых месторождений

М.Б. Полозов, Н.Г. Трубицына, С.Ю. Борхович

Экология

Учебник

Ижевск
2025

УДК 622.27(07)
ББК 33.36р30
П523
Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор каф. геологии и геофизики нефти и газа ФГБОУ ВО «УГГУ» **А.А. Липаев**,
канд. техн. наук, доцент каф. разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений ФГБОУ ВО «УдГУ» **А.Г. Миловзоров.**

Полозов М.Б., Трубицына Н.Г., Борхович С.Ю.

П523 Экология : учебник / М.Б Полозов, Н.Г. Трубицына, С.Ю. Борхович. – Ижевск : Удмуртский университет, 2025. – 147 с. – Текст : электронный.

Учебник предназначен для изучения основ воздействия нефтегазового комплекса на окружающую среду при добыче, подготовке и транспортировке углеводородов. Приводится теоретическая информация по основам оценки влияния на окружающую среду при техногенном воздействии. Учебник содержит теоретический материал, систематизированный по разделам, контрольные вопросы.

Издание предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, а также по специальности 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии.

УДК 622.27(07)
ББК 33.36р30

© Полозов М.Б., Трубицына Н.Г., Борхович С.Ю., 2025
© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2025

Предисловие

Нефть – один из важнейших видов энергетического сырья. На ближайшую перспективу потребность индустриально развитых стран в энергии по-прежнему будет удовлетворяться главным образом за счет нефти.

Особенно быстрыми темпами будет развиваться добыча нефти на континентальных шельфах. Предполагается, что в ближайшие годы на долю нефти, получаемой из морских месторождений, будет приходиться около 50 % всей добываемой в мире нефти.

Ежегодно нефтедобывающими предприятиями осуществляется большой комплекс природоохранных мероприятий. Однако в этой области выполнены только основные и первоочередные мероприятия. Поэтому проблема охраны природы и рациональное использование природных ресурсов на нефтяных и газовых месторождениях страны приобретают особую актуальность. В последнее время появились новые тенденции в мероприятиях по охране окружающей среды на нефтяных и газовых промыслах. Так, например, имеется в виду внедрение в практику разведки и добычи нефти принципиально новых технологических схем, блочного оборудования, предназначенного для полного предотвращения загрязнения водоемов промышленными отходами производства.

Пособие содержит материалы, характеризующие влияние нефтяного комплекса на окружающую среду на различных стадиях освоения месторождений – от работ по разведочному бурению до разработки месторождения. В ходе освоения предмета «Экология» у студентов должны быть сформированы компетенции, способствующие возможности применения в практической деятельности как принципов рационального использования и охраны окружающей среды при недропользовании, так и безопасного управления в сфере охраны окружающей среды и безопасности при функционировании нефтегазовых объектов.

Актуальность данного пособия заключена в том, что приводятся фактические данные, характеризующие особенности антро-

погенного загрязнения на всех стадиях нефтедобычи, начиная от разведочного бурения, заканчивая обустройством месторождения. Большой плюс данного пособия в наличии контрольных вопросов, позволяющих студентам сразу проконтролировать себя в части усвоения материала и подготовки к экзамену.

Хотя данное пособие больше ориентировано на студентов Института Нефти и Газа им. М.С. Гуцериева Удмуртского государственного университета (УдГУ), можно надеяться, что оно будет так же полезно при проведении семинарских занятий и на других факультетах УдГУ, и в школах при подготовке специализированных занятий, посвященных тематике, которая связана с промышленным воздействием на окружающую среду.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время человечество находится в периоде **сверхинтенсивного** использования ресурсов окружающей среды – расход ресурсов превышает их прирост, что неизбежно ведет к **исчерпанию** ресурсов.

Современное экологическое состояние территории России можно определить как **критическое**. Продолжается интенсивное загрязнение природной среды. На фоне ухудшения социально-экономических условий проживания граждан России проблема экологического неблагополучия приобрела особую остроту. Она представляет реальную угрозу самим биологическим основам здоровья и жизнедеятельности населения страны.

При этом важно учитывать, что негативным последствиям экологических процессов присуща значительная инерционность. Так, если сегодня полностью прекратится выброс озоноразрушающих веществ, то уже накопившееся их количество в атмосфере будет разрушать слой озона еще на протяжении десятилетий. Последствия выброса радиоактивных веществ от взорванных в атмосфере и под землей ядерных бомб и от работающих атомных станций также будут сказываться негативно на состоянии окружающей природной среды еще долгие годы.

Общеизвестно, что среди экологически неблагополучных отраслей отечественной промышленности топливно-энергетический комплекс (далее ТЭК) занимает едва ли не первое место. На его долю приходится свыше 40 % общих загрязнений окружающей среды

Предприятия ТЭК ежегодно нарушают около 30 тыс. га земель, при этом рекультивируют менее половины. [13].

Нефтегазодобывающая отрасль – одна из самых экологически опасных отраслей хозяйствования. Она отличается большой землеемкостью, значительной загрязняющей способностью, высокой взрыво- и пожароопасностью промышленных объектов. Химические реагенты, применяемые при бурении скважин, добыче и подготовке нефти, а также добываемые углеводороды и примеси к ним

являются вредными веществами для растительного и животного мира, а также для человека.

Нефтегазодобыча опасна повышенной аварийностью работ, т. к. основные производственные процессы происходят под высоким давлением. Промысловое оборудование и трубопроводные системы работают в агрессивных средах.

В вопросах охраны окружающей среды существует два крайних противоположных мнения. Одно сводится к тому, что вмешательство в окружающую среду необходимо резко ограничить, т. к. современные методы хозяйствования могут привести к катастрофическим последствиям. Другое мнение заключается в том, что потенциал самовосстановления природы достаточно велик, и поэтому не следует затрачивать большие средства на ее охрану и проведение рекультивационных работ.

Применительно к регионам с развитой нефтегазодобывающей промышленностью концепция подхода к проблемам охраны окружающей среды должна учитывать и следующие факторы:

1. Чтобы выжить, человек **должен** хозяйствовать на земле, добывать нефть, газ и другие полезные ископаемые.

2. На современном этапе развития науки и техники не существует таких технологий добычи, транспорта и переработки нефти, которые реализовывались бы без отрицательного воздействия на природу.

Рациональное природопользование является компромиссом между необходимостью действий для обеспечения хозяйственной деятельности и соответствующим состоянием окружающей природной среды (т. е. необходимо оптимально совмещать 1 и 2 фактор: добывать нефть и осваивать месторождения, сводя к минимуму негативные последствия, максимально восстанавливая нарушенные территории, не допуская аварийных разливов нефти).

Успешная реализация любых компромиссных решений может быть достигнута только путем формирования и соблюдения ограничительных мер, определяющих: 1) содержание 2) условия разумного использования природных ресурсов и 3) экологическую безопасность принимаемых решений.

Цель данного учебно-методического пособия – формирование компетенций интеграции, как результата структурирования имеющихся знаний в области разработки месторождений нефти и газа и охраны окружающей среды, так и компетенций познавательной деятельности, которые связаны с решением познавательных задач с применением нестандартных решений, что стимулируется наличием в пособии контрольных вопросов синтетического характера.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Общественные отношения по поводу охраны окружающей природной среды (ОПС) классифицируются в зависимости от характера вредного воздействия.

Во-первых, это общественные отношения (ОО) по поводу *химического воздействия* на природу. Имеется в виду загрязнение атмосферного воздуха в результате выбросов загрязняющих веществ, загрязнение вод стоками, загрязнение почвы химическими удобрениями и ядохимикатами.

Во-вторых, это ОО по поводу ухудшения состояния ОПС в результате воздействия вредных *физических воздействий:* шум, вибрации, электромагнитные поля, радиационное загрязнение.

В-третьих, это общественные отношения по поводу предотвращения вредных *биологических воздействий* в связи с применением биотехнологий, загрязнения ОС вредными микроорганизмами.

В некоторых регионах России степень отрицательного антропогенного воздействия на ОПС достигла такого уровня, что возникает необходимость объявления этих территорий зонами экологического бедствия.

Экология – это синтетическая наука, которая делится на множество разделов, из которых можно выделить три основных:

• общая экология или биоэкология изучает взаимоотношения живых систем с окружающей средой и между собой;

• геоэкология изучает динамику геосфер, включая биосферу. их взаимодействие и геофизические условия жизни;

• прикладная экология изучает аспекты инженерной и социальной охраны среды обитания человека.

Термин «экология» был предложен Э. Геккелем **в 1886 г.** и первоначально обозначал одну из ветвей биологии, изучающую взаимосвязь видов живых существ и среды их обитания.

Задачей экологии как науки является исследование деятельности человека на окружающую среду, а также изучение процессов

восстановления нарушенных человеком естественных природных условий. Экология также служит научной основой рационального использования природных ресурсов, включая полезные ископаемые.

Антропогенный ландшафт – преобразованный человеческой деятельностью природный ландшафт. Обычно действующие и заброшенные объекты недропользования выглядят удручающе.

За 100 лет *техносфера* увеличилась до 40 млн км^2, а биосфера суши сократилась на 15 %: площадь деградированных земель достигла 2 млрд га, площадь лесов снизилась до 38 млн км^2. Ежегодно на дорогах мира появляются 16 млн. новых автомобилей. Появились новые виды оружия массового поражения. Более того, человек раздвинул границы техносферы далеко за пределы биосферы: космос, недра, океаны, микромир [3; 9].

Главными задачами экологической *охраны природы являются:* сохранение природных ландшафтов и их биоценоза, научно обоснованное землепользование, восстановление чистоты водного и воздушного бассейнов, экологизация технологических процессов, связанных с природопользованием.

Вся сумма воздействий человека на природную среду состоит из трех групп факторов: населения, потребления и технического прогресса.

Численность населения является важнейшим геоэкологическим фактором, поскольку она предопределяет потребности общества в питании, одежде и других услугах и ресурсах. Численность населения продолжает расти и по прогнозам должна стабилизироваться на уровне 10 млрд человек. Существует опасность, что потребности населения Земли превзойдут имеющиеся ресурсы, что может привести к геоэкологическому кризису и кровопролитным конфликтам. В некоторых странах Африки численность населения уже непроизвольно регулируется вследствие межплеменных столкновений и гражданских войн.

Потребление является вторым важнейшим геоэкологическим фактором. Потребности людей растут быстрее, чем численность населения. Разница в уровнях потребления различных стран очень

велика. Развитые страны в большей степени используют системы жизнеобеспечения Земли, сбрасывая в воду и воздух значительно больше загрязнителей. чем развивающиеся страны. С 1900 г. объем мирового промышленного производства увеличился почти в 25 раз. Регулирование антропогенного давления на экосферу Земли может проводиться посредством управления численностью населения или величиной всемирного потребления, или обоими путями сразу.

Технический прогресс – это третий важнейший геоэкологический фактор. Под этим термином понимается весь комплекс процессов переработки природных ресурсов и использования систем жизнеобеспечения Земли. Человечество ежегодно перерабатывает около 100 млрд. т. сырья, используя при этом энергетические мощности до 10^{10} кВт. Все эти процессы антропогенны и не характерны для природы: сырье извлекается из невозобновляемых ресурсов; энергия производится благодаря сжиганию горючих ископаемых, не вовлеченных в естественные круговороты вещества; произведенные продукты выбрасываются на свалки через относительно короткое время, вызывая загрязнение окружающей среды.

Именно технический прогресс вызывает процессы деградации экосферы. Вместе с тем технический прогресс рассматривается как основа, благодаря которой можно решить им же порожденные основные геоэкологические проблемы. Очевидно. что человечеству необходимо в ближайшее время обеспечить переход к новым, менее вредным и более управляемым технологиям.

Геоэкология – это научное направление, изучающее Землю как систему геосфер в процессе их взаимодействия со всей совокупностью живого вещества. Если давать более короткое определение, то можно сказать, что *геоэкология* – это наука об интеграции геосфер и общества.

К базисным законам экологии, имеющим прямое отношение к геоэкологии недропользования, следует отнести:

• ограниченность природных ресурсов и падение природно-ресурсного потенциала;

• внутреннее динамическое равновесие экологических систем;
• снижение энергетической эффективности недропользования;
• оптимальность или рациональность в геоэкологии.

Закон ограниченности природных ресурсов и падения природно-ресурсного потенциала справедлив только на современном этапе жизнедеятельности человека. В настоящее время исчерпаемость отдельных видов минерально-сырьевых ресурсов – это объективная реальность. Здесь имеется в виду ограниченность тех природных ресурсов, которые вовлечены в сферу деятельности человека и в дальнейшем не восстановимы. Это положение касается прежде всего энергоносителей, в особенности нефти и природного газа. На самом деле энергетический потенциал Земли и количество солнечной энергии, получаемое Землей, неисчерпаемы.

Закон снижения энергетической эффективности недропользования является следствием ограниченности природных ресурсов. На давно разрабатываемых месторождениях полезных ископаемых более низкие показатели добычи. Усложняющиеся географические и горно-геологические условия залегания на новых месторождениях полезных ископаемых требуют повышенных энергетических и экономических затрат.

Закон оптимальности и рациональности в геоэкологии оказывает влияние на производственную мощность объекта недропользования. Несбалансированность уровня развития производительных сил с минерально-ресурсным потенциалом объектов недропользования приводит к социальной напряженности. Несоблюдение этого закона приводит к негативным социально-экологическим последствиям.

Сегодняшняя стратегия развития цивилизации преимущественно основывается на *технократическом* подходе, ставящем человека и его технологии превыше всего. Сторонники этого подхода считают, что законы природы не могут и не должны мешать экономическому росту и прогрессу человечества. К сожалению, этот подход характерен для большинства людей, включая людей, наделенных властью – хозяйственников и политиков. Эти люди

не понимают, что прогресс цивилизации ограничен *экологическим императивом* – безусловной зависимостью человека от состояния живой природы.

Эволюция биосферы обусловлена тремя группами факторов: развитием планеты как космического тела; биологи ческой эволюцией живых организмов и развитием человека. В. И. Вернадский сделал вывод о переходе биосферы в новое состояние – ноосферу. *Ноосфера* –это новая геологическая оболочка Земли, создаваемая человеческим обществом на научной основе [11; 12].

Контрольные вопросы

1. Что такое экологический императив.
2. Чем характеризуется экоцентрический подход.
3. Что такое антропогенный ландшафт, условия формирования.
4. Чем характеризуются общественные отношения по поводу охраны окружающей природной среды.

2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТИ

Нефть имеет сложный химический состав и представляет собой смесь углеводородных и других соединений. Основные составляющие нефти – метановые, нафтеновые и ароматические углеводороды, содержащие от 5 до 17 атомов углерода. Главными элементами в составе нефти являются углерод (до 87 %) и водород (до 14 %). Среди других компонентов в составе нефти присутствуют сера (до 6 %), азот (до 0.3 %), кислород (до 3 %). В малых количествах в нефти содержатся тяжелые металлы и другие элементы. В нефти могут быть растворены различные газы органического и неорганического происхождения [6].

Сами углеводороды бесцветны, а цвет нефти придают содержащиеся в ней смолы и асфальтены. Смолы обладают интенсивной окраской и сильной красящей способностью. Асфальтены – вещества с молекулярной массой 1600–6000, которые не плавятся при высокой температуре.

Физические свойства нефти зависят от преобладания в ней тех или иных классов углеводородов. В зависимости от преимущественного содержания углеводородов нефть может называться парафиновой, нафтеновой или ароматической. Наблюдается зависимость – чем больше геологический возраст нефти, тем больше в ее составе парафина, и чем больше в нефти парафина, тем меньше в ее составе смол и асфальтенов.

Высокопарафинистая нефть характеризуется наименьшим содержанием серы, ванадия и никеля. Высокое содержание парафина в нефти осложняет и удорожает процессы ее добычи, транспортировки и переработки. При добыче и перекачке высокопарафинистой нефти парафин отлагается на стенках труб. В магистральных трубопроводах толщина отложений парафина достигает 30 мм.

Свойства нефти в пластовых условиях из-за высоких давлений, температур и содержания растворенного газа значительно отличаются от свойств дегазированной нефти. Физические свойства нефти в пластовых условиях необходимо знать при составлении

схем разработки месторождения, выборе технологии извлечения нефти из пласта, а также оборудования для сбора нефти на промыслах.

При разработке месторождений из скважины поступает многофазная смесь, содержащая нефть, газ. воду и механические примеси. Соотношение названных фаз в составе нефти меняется в процессе разработки месторожден: на начальном этапе разработки содержание воды может быть низким, а в конце разработки обводненность нефти может быть очень большой и достигать 80 %. Пластовая вода и механические примеси в нефти являются балластом при ее транспортировке по магистральным трубопроводам, поэтому содержание воды в нефти ограничивается значениями 0.5–1.0 %. При подъеме нефти по скважине образуются прямые и обратные эмульсии. При этом эмульсию типа «вода в нефти» нельзя разделить на составляющие простым отстаиванием.

В пластовых водах растворены различные соли, которые вместе с водой попадают в нефть. Для снижения коррозии внутренней поверхности трубопроводов и оборудования на промыслах производят обессоливание нефти. Кроме того, промысловая подготовка нефти включает в себя операции по отделению газа, обезвоживанию и деэмульсации, очистке от примесей и стабилизации. В зависимости от степени подготовки (содержание воды и хлористых солей) установлено три группы нефти, поставляемых на НПЗ по МТ.

По содержанию серы нефти бывают малосернистые (менее 0,2%), сернистые (0,2–3.0 %) и высокосернистые (более 3,0 %). Сера в нефти содержится в виде сероводорода, меркаптанов и сульфидов. Содержание серы в нефти ухудшает ее качество, вызывая серьезные осложнения в технологии переработки, подготовки и транспорта нефти.

В зависимости от плотности при 20 °С различают нефти легкие (менее 850 кг/ м^3), средние (850–885 кг/ м^3) и тяжелые. Наиболее ценными являются легкие нефти, в которых преобладают бензиновые и масляные фракции.

Фракционный состав нефти определяют в лабораторных условиях путем разгонки. Разгонка основана на том, что каждый

углеводород имеет собственную температуру кипения. Легкие углеводороды кипят при относительно низких температурах, а тяжелые – при высоких температурах – выше 300 °С.

При поставке нефти на экспорт ее цена зависит от свойств, которые определяют возможность получения широкого ассортимента продуктов, а также от содержания серы и парафинов. Но физико-механическим свойствам нефть, поставляемая на экспорт, подразделяется на четыре типа. Нефть типов 1 и 2 должна сдаваться с массовой долей воды не более 1.0 % и концентрацией хлористых солей не более 100 мг/л. Массовая доля парафина должна быть не более 6 %, объемный выход фракций при температуре 300 °С – не менее 43 %. Нефть может являться сырьем для получения тяжелых металлов, например, ванадия. Если нефть по ряду показателей соответствует более высокому типу, а хотя бы по одному – более низкому, то нефть следует отнести к более низкому типу.

Свойства нефти определяет количественное соотношение между парафиновыми, нафтеновыми, ароматическими углеводородами и другими компонентами. Эти свойства необходимо учитывать на всех этапах обращения с нефтью: при товарно-учетных операциях; при перекачке, при переработке и использовании в качестве топлива.

Свойство теплоемкости особенно важно для нефти, которая транспортируется по трубам с предварительным подогревом. Теплоемкость увеличивается с повышением температуры при уменьшении плотности. Подогрев нефти снижает ее вязкость и делает пригодной для перекачки. Для большинства разновидностей нефти теплоемкость находится в пределах 1500–2500 Дж/кг • град (350–600 кал/кг-град).

Свойство теплопроводности определяет перенос тепловой энергии в объеме неподвижной нефти в соответствии с законом теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности для различных разновидностей нефти находится в интервале 0.1–0.2 Вт/м• К.

На температуру застывания нефти Т сильное влияние оказывают парафины и асфальто-смолистые вещества. Это такая темпе-

ратура, при которой охлаждаемая нефть не изменяет уровня при наклоне пробирки на 45° в течение 1 мин. При этой температуре нефть теряет подвижность. Переход нефти из жидкого состояния в твердое происходит постепенно, в некотором интервале температур. С позиций физико-химической механики нефтяных дисперсных систем температура застывания нефти определяется как переход из свободно дисперсного золя в связанно-дисперсное состояние (гель).

Чем ближе температура нефти к Т, тем больше энергии требуется на ее перекачку. Для снижения температуры застывания применяют депрессорные присадки. При охлаждении нефти в процессе перекачки по МН возможно образование пространственной структуры или выпадение в осадок парафинов. Эти явления создают трудности при эксплуатации МТ и их оборудования. Скрытая теплота плавления парафинов, примерно равна 230 Дж/кг • град. Температура застывания легких разновидностей нефти составляет около 25 °С. Парафинистые мангышлакские нефти могут застывать при +30 °С. Такие нефти можно перекачивать только специальными методами.

Давление насыщенных паров (ДНП) является важным показателем испаряемости нефти и безопасности ее транспортировки и хранения. ДНП – это давление паров нефти над ее поверхностью в замкнутом объеме в условиях термодинамического равновесия. Испарение углеводородных жидкостей происходит при любых температурах до наступления динамического равновесия, пока газовое пространство не будет полностью насыщено их парами. В этом состоянии число испаряющихся и конденсирующихся молекул выравнивается. Величина ДНП зависит от температуры нефти и оказывает влияние на образование паровых пробок в трубопроводах, на величину потерь от испарения при закачке и хранении нефти в резервуарах.

В трубопроводном транспорте стабильность нефти ограничивается условиями поставки, согласно которым ДНП не должно превышать 66650 Па.

Средние давления насыщенных паров различных нефтепродуктов имеют следующие значения (Па): бензин 9.3–10^4, керосин 0.6–10^4, дизельное топливо 0.1 • 10^4.

Кипение нефти – это процесс образования и роста пузырьков пара внутри объема нефти с последующим прорывом пузырьков газообразных фракций углеводородов сквозь свободную поверхность в окружающую среду. При кипении испарение происходит не только со свободной поверхности, но и внутрь пузырьков газа, которые содержатся в нефти.

Кипение обеспечивается не только за счет подвода тепла к нефти, но и за счет снижения внешнего давления ниже значений ДНП. В этом случае пузырьки увеличиваются в объеме, всплывают и прорываются в окружающую среду.

Количество тепла, расходуемое на превращение в пар одного килограмма жидкости при температуре ее кипения, называют теплотой испарения. Средние значения теплоты испарения (кДж/кг): бензина – 300; керосина – 240; дизельного топлива – 210; масел – 190 [13].

При хранении нефти в открытых земляных амбарах происходит испарение ее легких фракций. Например, динамика испарения мангышлакской нефти, хранящейся в земляном амбаре, следующая: в течение первого месяца – 95; в течение второго месяца – 15; в течение третьего месяца – 10 кг/т естественной убыли.

При трубопроводном транспорте нефти и нефтепродуктов особый интерес представляет частный случай кипения движущейся жидкости, возникающий вследствие местных понижений давления. Это явление называется кавитацией. Кавитация может проявляться как в виде появления отдельных пузырьков, так и в виде заполненных каверн, присоединенных к поверхности обтекаемых тел. Подобные каверны неустойчивы. Попадание такой каверны в область высокого давления заканчивается ее схлопыванием, похожим на гидравлический удар. В этот момент происходит мгновенное местное повышение давления, в результате чего поверхности твердых тел подвергаются многократным микроударам. Со временем

происходит кавитационное разрушение (эрозия) материалов. Такого рода разрушения встречаются на поверхностях роторов насосов, арматуры, лопастей судовых винтов.

Контрольные вопросы

1. Перечислить основные компоненты нефти.
2. Перечислить физические и химические свойства нефти.
3. Что такое давление насыщенных паров нефти.

3. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

3.1. Концепция охраны окружающей природной среды

Современная концепция охраны окружающей природной среды опирается на положения науки о взаимодействии общества и природы, экологическую государственную политику и принципы охраны окружающей природной среды, выработанные в практике развития стран.

Осознание опасности деградации природной среды привело к возникновению новой формы взаимодействия общества и природы – **охране** окружающей природной среды. Первоначально она проявлялась в форме консервативной, **заповедной охраны** редких, достопримечательных объектов природы, памятников природы, естественных экологических систем. Интенсивная эксплуатация природных богатств, вызванная развитием промышленности и сельского хозяйства, привела к необходимости нового вида природоохранной деятельности – **рациональному использованию** природных ресурсов, при котором требования охраны включаются в сам процесс хозяйственной деятельности по использованию природных ресурсов.

В естественных экосистемах, не испытавших в значительной степени антропогенного воздействия, качество окружающей природной среды обеспечивается самой природой. При ведении хозяйственной деятельности в таких условиях задача состоит в том, чтобы не нарушать сложившегося баланса. В нарушенных экосистемах улучшение качества окружающей природной среды достигается регулированием степени удовлетворения экономических интересов предприятий-производителей и требований экологической защиты природы. Такой **метод регулирования получил название управление качеством окружающей природной среды.** В нем проявляется сущность **охраны** окружающей природной среды в современных условиях - **достижение оптимального соотношения экономических и экологических интересов общества**, при котором обеспе-

чивается качество жизни человека, т. е. удовлетворяются его материальные и духовные потребности на основе дальнейшего развития экономики, и сохраняется здоровая, продуктивная, многообразная окружающая его естественная среда обитания.

3.2. Правовые аспекты охраны окружающей природной среды

Природоохранным законодательством называется совокупность юридических норм, принятых государством и направленных на охрану и сбережение природных ценностей, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, обеспечение, формирование и улучшение качества окружающей среды в интересах настоящих и будущих поколений.

По своей структуре природоохранное законодательство состоит из головного (основного) закона и отраслевых законодательных актов. Основной природоохранный закон носит комплексный характер, т. е. он по своему содержанию охватывает не одну группу, а всю совокупность объектов либо всю окружающую природную среду в целом. Характерной чертой этого закона является соединение природоохранного интереса с хозяйственной деятельностью, влияющей на природную среду, экологизацию промышленной деятельности, подчинение требованиям охраны здоровья.

Отраслевое природоохранное законодательство имеет четырехзвенную структуру, подразделяясь на законы, правительственные постановления, нормативные акты министерств и ведомств, акты местных органов власти. Отраслевой принцип правового регулирования охраны природной среды господствует в законодательстве Российской Федерации. Основные природоохранные законы РФ посвящены использованию и охране отдельных объектов природы.

Главной особенностью природоохранного законодательства на современном этапе является возрастание его активной роли в регулировании хозяйственных отношений, во внедрении экологических правил в нормативные акты, регламентирующие планирование,

проектирование, строительство, ввод в эксплуатацию, эксплуатацию предприятий, оборудования и иных объектов, оказывающих прямое и косвенное воздействие на окружающую среду.

Природоохранное законодательство образует базу для организации правового регулирования природоохранительных (экологических) отношений.

Объекты, цели и способы такого регулирования указываются в комплексных и отраслевых законах об охране природы, окружающей среды.

В законах под **объектами охраны** подразумеваются природные блага, ценности природы, ее достопримечательности и памятники, природные ресурсы, окружающая человека среда. Такими природными объектами являются: земля, недра, вода, воздух, растительный и животный мир. Кроме того, в законах отмечаются ландшафты (типичные и редкие ландшафты, пейзажи, не характерные пейзажи), памятники природы, достопримечательные места и объекты природы: заповедники, заказники, курорты, зоны отдыха, зеленые насаждения населенных пунктов [10].

Классифицирующим признаком, по которому определяется отнесение тех или иных объектов материального мира к **охраняемым** объектам природы, является экологическая взаимосвязь с окружающей природной средой, в силу чего природное вещество, изъятое человеком из природы, перестает быть объектом охраняемой природы и переходит в разряд **товарных** ценностей.

Помимо отдельных **природных объектов** природоохранное законодательство предусматривает понятие **«природные ресурсы»**. Закон об охране природы Российской Федерации подчеркивает, что совокупность природных ресурсов составляет природное богатство (ст. 14 Закона).

Природные ресурсы подразделяются на два вида – экологические и экономические. В первом случае они охватывают всю природу как источник жизни. Во втором- они трактуются в более узком смысле – как источники материального производства общества, объекты потребления природы со стороны общества, служа-

щие естественным сырьем, материалом для хозяйственной деятельности человека. Ограниченность экономических ресурсов природы, их невосполнимость (полезные ископаемые) или относительно длинное по времени их воспроизводство (леса) вызывает необходимость организации их рационального использования.

Цели охраны окружающей природной среды законодательством подразделяются на **общие и специальные**. Общие цели состоят в обеспечении благоприятного качества окружающей среды, экологического равновесия, здоровья людей и благосостояния человека, сохранении красот природы, продуктивной и многообразной окружающей естественной среды для людей.

Специальные цели указывают на конкретные задачи, вытекающие из общей цели, применительно к отдельным видам природоохранной деятельности предприятий, охране отдельных природных объектов и комплексов. В частности, специальные цели раскрываются в Основах законодательства РФ о земле, водах, недрах и лесах.

Способы осуществления целей и задач многообразны. В современной экологической литературе довольно часто приходится иметь дело с равнозначной оценкой таких понятий, как охрана окружающей природной среды, защита окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов, обеспечение природопользования и т. д. Охрана все чаще употребляется применительно к природе в собственном ее смысле, а защита – к окружающей человека среде.

В законе об охране природы раскрываются и **способы решения экологических задач**. Они заключаются в проведении мероприятий по предупреждению, предотвращению и устранению загрязнения окружающей природной среды, иных вредных воздействий хозяйственной деятельности, в организации разумного, научно обоснованного, рационального и планового использования ресурсов природы, восстановлении и воспроизводстве природных богатств, формировании благоприятной для человека окружающей среды, воспитании экологического сознания в обществе, рационального отношения к природной среде как среде жизни человека и материальной основы развития общества.

Охрана окружающей природной среды обеспечивается различными способами – биологическими, химическими, физическими, механическими, санитарно-гигиеническими и т. д. **Правовая** охрана окружающей среды – один из способов природоохранной деятельности, в которой проявляется **экологическая функция государства**.

Она состоит в издании и применении законов, постановлений, иных нормативных актов, направленных на охрану окружающей природной среды, контроль за их соблюдением и. выполнением; меры ответственности и возмещения вреда.

Правовые меры охраны природы осуществляются на базе двух групп нормативно-правовых предписаний.

К первой относятся правовые нормы, которые входят в состав предохранительного законодательства. Это законы, постановления, которые содержат общие экологические требования по охране земель, воздуха, вод, лесов, животного и растительного мира и т. п. Такие требования воздействуют на хозяйственные отношения через хозяйственное законодательство путем его экологизации.

Вторую группу составляют правовые нормы хозяйственного законодательства, иных отраслей законодательства, отражающие экологические требования.

На основе **эколого-хозяйственных норм** разрабатываются **технические нормы и стандарты**, в которых реализуются природоохранные императивы. По указанным нормам и стандартам ведется планирование, проектирование, строительство и эксплуатация производственных и иных объектов.

Эти группы норм раскрывают одну сторону правового механизма окружающей природной среды, другой его стороной является система гарантий. В нее входят: экономические гарантии (планирование, материальное стимулирование), организационные (управление, контроль), юридические (ответственность), идеологические (воспитание).

Для оценки результатов и выбора решения важное значение имеет система правовых приоритетов. В законодательстве закреп-

ляются отраслевые приоритеты и общие приоритеты, которыми являются здоровье и благополучие человека.

Весь этот комплекс норм образует правовую отрасль – **экологическое право**.

Предметом экологического права являются экологические отношения между предприятиями и природой. Эти отношения подразделяются на два вида: ресурсовые (земельные, водные, лесные) – отношения по **использованию** природной среды и природоохранные – по ее **охране**.

Эти два вида отношений существуют в единстве своих взаимосвязей. Но это единство противоречиво. Использование природной среды вызывает необходимость ее охраны. Охрана для выполнения своих задач ограничивает использование требованием соблюдения законов развития природы, т. е. рационализирует его.

3.3. Экономический механизм возмещение ущерба природной среде при эксплуатации месторождений нефти и газа

Любая хозяйственная деятельность, связанная с вмешательством в природную среду, нарушает сложившиеся в ней экологические связи и зависимости, причиняет ей вред, который может выражаться в загрязнении путем выброса вредных отходов производства, применении химических средств защиты растений в сельском хозяйстве, порче, повреждении, ухудшении качества отдельных компонентов природы, разрушении экологических связей и экологического баланса при строительстве промышленных объектов и тому подобных результатов преобразовательной деятельности человека.

По своим последствиям вред, причиненный природной среде, может быть экономическим и экологическим.

Экономический вред проявляется в форме потерь имущества, предполагаемых доходов.

Экологический вред выражается в потерях вследствие загрязнения окружающей среды, истощения и ее разрушения. Его особенности заключаются в двух признаках: отдаленности факта причинения вреда от его проявления в реальной действительности;

невосполнимости и необратимости вреда, когда он причиняется невоспроизводимым объектам природы, здоровью человека, его жизни, генетической программе живого.

Эти особенности отражаются на формах и способах возмещения. Экономический вред возмещается по правилам имущественной ответственности: предоставление равноценной вещи или путем натуральной либо денежной компенсации.

Натуральная и денежная компенсации применяются и при возмещении экологического вреда. Однако натуральная компенсация здесь возможна в строго ограниченных случаях, когда возможно восстановить потери в природной среде и ее ресурсах. Денежная компенсация выражается в затратах на восстановление, оздоровление, улучшение природной среды, ибо не все из них поддаются денежной оценке, а предполагаемый ущерб из-за отдаленности своего проявления не имеет в ряде случаев реального объема.

Экономический и экологический вред взаимосвязаны. Так, экономический вред влечет за собой вред экологический, и наоборот, ухудшение экологической обстановки дает потери в экономике.

Другое важное обстоятельство, которое влияет на способы возмещения вреда природной среде, состоит в делении этого вреда на правомерный и противоправный. **Правомерный вред** разрешается законом в силу неизбежности хозяйственной деятельности. **Неправомерный** или **противоправный вред** возникает в результате нарушения природоохранного законодательства в хозяйственной деятельности.

Объективной границей между ними служат установленные законодательством пределы хозяйственного воздействия на природную среду, исключающие наступление вредных последствий. К числу таких объективных критериев для разграничения относятся государственные стандарты качества окружающей природной среды, иные условия, определяющие возможность и допустимость нормального экологического риска.

Правомерный вред носит плановый характер. Он исходит из реальных возможностей восстановления потерь в природной среде.

Поэтому причинение такого вреда в процессе производственно-хозяйственной деятельности и его возмещение предусматриваются в государственных плановых заданиях. Обязанность министерств и ведомств, предприятий и организаций по возмещению правомерного вреда вытекает из их хозяйственной деятельности по факту причинения вреда и носит название экономической ответственности.

Неправомерный вред является составной частью экологического правонарушения. Он возмещается при наличии вины нефтяной компании в порядке юридической, а точнее, гражданско-правовой ответственности.

Эти два вида ответственности выполняют следующие функции – репарационные (компенсация причиненного вреда), репрессивные (наказание за вред путем взыскания стоимости причиненного вреда или возложение обязанности по ликвидации его последствий); воспитательные (влияние на правовое и экологическое воспитание природопользователя и предупреждение возникновения вреда).

Если юридические меры ответственности связываются, как правило, с нарушением установленных правовых предписаний в области охраны окружающей среды, то экономические меры обычно наступают по факту причинения вреда природной среде.

Экономические меры выполняют три функции. Первостепенное значение имеет их **стимулирующая** функция, позволяющая материально заинтересовать предприятия, загрязняющие природную среду, в проведении комплекса природоохранных мероприятий по обеспечению экологической безопасности. Другая функция – **компенсационная**, направленная на восстановление потерь в природной среде. Следует отметить также и превентивное влияние подобных мер для **предупреждения** возможных уклонений от требований экологической безопасности при планировании, размещении и проектировании предприятий-загрязнителей и других объектов.

К экономическим мерам относятся различные виды хозяйственных платежей за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, платы за пользование природными ресурсами,

компенсации потерь в природной среде. Как правило, они применяются в случаях правомерного причинения вреда в ходе хозяйственной деятельности. Размер таких платежей повышается, если природопользователь превышает установленные для него рамки воздействия на природную среду.

Наиболее распространенная мера экономического воздействия – хозяйственные платежи, которые устанавливаются за использование природной среды для сбора и выброса отходов производства. Они существуют в виде хозяйственных штрафов, взносов, сборов с предприятий-ресурсопользователей. Хозяйственные платежи взыскиваются в установленном порядке за счет средств предприятия и направляются на проведение мер по охране природной среды.

Экономические нормативы платы за выбросы загрязняющих веществ в природную среду учитывают особенности природных комплексов, составы и свойства выбросов, затраты, необходимые для ликвидации или предотвращения загрязнения. Источником таких платежей является прибыль (доход) предприятия. За превышение допустимых выбросов, аварийное загрязнение природной среды размер платы повышается в кратном размере по отношению к нормативу. Плата за выбросы взыскивается в бесспорном порядке.

Экологические правонарушения меньшей степени опасности являются предметом административной ответственности. Наиболее распространенной мерой административной ответственности за экологические правонарушения является денежный штраф, налагаемый в соответствии с законом государственным природоохранным органом.

Кроме того, в числе мер административного воздействия применяются: предупреждение, замечание, общественное порицание, изъятие незаконно произведенной продукции, орудий, инструментов и других предметов, используемых для незаконного присвоения объектов природы. В качестве меры административного пресечения используется такое средство воздействия на нарушителя, как ограничение или запрещение, прекращение деятельности хозяйственного объекта, загрязняющего окружающую среду [10].

Контрольные вопросы

1. В чем состоит суть концепции охраны окружающей природной среды.

2. Перечислить основные документы, регламентирующие охрану окружающей среды в нефтедобыче.

3. Перечислить объекты и субъекты охраны окружающей среды в нефтедобыче.

4. В чем состоит суть экономического механизма возмещения вреда природной среде.

4. УПРАВЛЕНИЕ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

4.1. Экологическая политика государства

К основным направлениям государственной политики в области экологии можно отнести следующие:

• рациональное использование природных ресурсов (темпы потребления исчерпаемых ресурсов топлива должны согласовываться с темпами освоения замещающих их источников энергии);

• снижение загрязнения ОС выбросами, сбросами и отходами (реализация принципа «загрязнитель платит»);

• ресурсосбережение – снижение энерго- и материалоемкости продукции и услуг;

• сохранение и восстановление ландшафтного и биологического разнообразия, поддержание способности природных систем к саморегуляции.

Важнейшим условием реализации государственной экологической политики является проведение непрерывного экологического сопровождения всех этапов хозяйственной деятельности. Это требует тесного взаимодействия проектных, изыскательских, контролирующих организаций, местных и региональных органов власти и управления, а также общественных организаций [10; 13].

Существуют следующие виды и механизмы *экологического сопровождения* хозяйственной деятельности:

• предъявление экологических требований (ФЗ «Об охране окружающей среды», «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера». «Об охране здоровья граждан»);

• экономический механизм охраны ОС (ФЗ «О плате за землю». «О плате за использование водных объектов»);

• нормирование качества ОС (ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». «Об охране атмосферного воздуха»);

• оценка воздействия на ОС (ФЗ «О недрах». «О радиационной безопасности населения». «Об отходах производства и потребления». «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Земельный и Водный кодексы);

• экологическая стандартизация (ФЗ «О стандартизации». СНиПы. СанПиНы);

• экологическое лицензирование и сертификация (ФЗ «О недрах». «О лицензировании отдельных видов деятельности». «О сертификации продукции и услуг»);

• лимитирование природопользования (ФЗ «Об охране окружающей среды» (ОПС). «О животном мире». Водный и Лесной кодексы);

• мониторинг ОС (ФЗ «Об охране ОС». «О гидрометеорологической службе»);

• ответственность за экологические правонарушения (ФЗ «Об использовании атомной энергии». «О безопасности гидротехнических сооружений». Уголовный кодекс);

• государственная и общественная экологическая экспертиза (ФЗ «Об экологической экспертизе»).

Законодательство об охране ОПС регулирует отношения, определяет экологические требования при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, эксплуатации и ликвидации предприятий.

Методы регулирования в сфере охраны ОПС специфичны. Их отличительной чертой является *сочетание императивного и экономического методов* регулирования.

В сфере охраны ОПС применяется главным образом *императивный метод*. Именно административными мерами в ближайшее время можно добиться каких-то положительных результатов в решении проблем охраны природы. Этот метод основан на использовании административных предписаний, содержащихся в экологическом праве. Это разного рода запреты, ограничения, нормативы воздействий, это выдача лицензий, сертификатов и разрешений.

Например, ФЗ «Об охране окружающей среды» запрещает ввод в эксплуатацию объектов, не обеспеченных современными технологиями и установками по очистке, обезвреживанию и утилизации вредных отходов, выбросов и сбросов; не обеспеченных средствами контроля загрязнений; без проекта рекультивации земель. Этот закон допускает выбросы и сбросы вредных веществ, захоронение отходов на основе разрешений, выдаваемых специально уполномоченными на то государственными органами.

Методы экономического регулирования в сфере охраны окружающей среды воздействуют на имущественные интересы природопользователей. К числу основных экономических методов относятся плата за загрязнение ОПС и налогообложение. Эти методы стимулируют экологически безопасную деятельность как наиболее выгодную с экономической точки зрения.

Высшей юридической силой по отношению к иным законодательным актам обладает Конституция РФ. Ст. 17 рассматривает право граждан на благоприятную ОС в качестве естественного и неотъемлемого права человека, принадлежащего ему от рождения. Ст. 42 содержит конституционную норму о праве каждого гражданина на достоверную информацию о состоянии ОС и о возмещении ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

В основе правового регулирования экологических отношений лежат следующие начала или принципы.

Принцип приоритета охраны жизни и здоровья человека является основополагающим в экологическом праве. Согласно ФЗ «Об охране окружающей среды» каждый гражданин имеет право на охрану здоровья от неблагоприятного воздействия ОПС, вызванного хозяйственной деятельностью: аварий, катастроф и стихийных бедствий.

На данном принципе основано все содержание российского экологического законодательства: «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г.», «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 г., «Об отходах производства

и потребления» от 24 июня 1998 г., «О радиационной безопасности населения».

Одним из способов реализации этого права является нормирование в сфере окружающей среды, которое устанавливает предельно допустимые нормы воздействия на ОПС. Нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ и предельно допустимых уровней (ПДУ) физических воздействий устанавливаются для оценки состояния ОПС.

Принцип сочетания экологических и экономических интересов общества. Следование этому принципу заключается не в том, чтобы остановить экономическое развитие и научно-технический прогресс, а в том, чтобы хозяйственная деятельность осуществлялась в определенных экологических пределах и наносила бы минимальный ущерб ОПС.

Здесь наиболее действенным средством является процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и экологическая экспертиза. Эти правовые инструменты носят превентивный характер и применяются на стадии принятия решений и проектировании объектов. На основании оценки делаются выводы о допустимости воздействия намечаемой деятельности на ОС. В процессе экологической экспертизы устанавливается, соответствует ли намечаемая деятельность экологическим требованиям.

Принцип рационального использования природных ресурсов с учетом законов природы. Реализация этого принципа увязана с необходимостью воспроизводства природных ресурсов и недопущения необратимых последствий для ОПС. С этой целью устанавливаются правила поведения, ограничения, запреты и лимиты в сфере природопользования.

Принцип ответственности за нарушение требований природоохранного законодательства. Соблюдение принципа законности обеспечивается государственным контролем и привлечением виновных к уголовной, административной и дисциплинарной ответственности.

Принцип гласности. Реализация этого принципа основана на положениях ст. 41 Конституции РФ. Граждане имеют право требовать полной и достоверной информации о состоянии ОС и мерах по ее охране.

Принцип международного сотрудничества в охране ОС. Воздействие общества на ОС не ограничивается рамками национальных границ: проблема озонового слоя, загрязнение Мирового океана.

Эти принципы сформулированы в ФЗ «Об охране ОПС»:

• экологическое благополучие одного государства не может обеспечиваться за счет других государств:

• деятельность на территории государства не должна наносить ущерба ОПС как в пределах, так и за пределами его юрисдикции;

• свободный обмен информацией по проблемам ОПС и природосберегающих технологий:

• оказание помощи в чрезвычайных экологических ситуациях.

4.2. Ведение государственных кадастров в сфере природопользования

Функции управления – это особые по содержанию виды деятельности, необходимые для организации эффективной охраны ОПС. Управление в этой сфере представляет собой исполнительно-распорядительную деятельность органов власти, целью которой является обеспечение экологической безопасности, сохранение ОПС и ее восстановление. Содержание функций управления определяется социальными, экономическими и экологическими требованиями.

Ведение государственных кадастров особо-охраняемых территорий и отходов предусматривается законом «Об охране окружающей природной среды». Этот закон возлагает на государственные органы ведение земельного, водного, лесного кадастров, государственных кадастров недр, животного мира и особо охраняемых природных территорий.

Порядок ведения *земельного кадастра* регулируется соответствующим законом. Государственный земельный кадастр определяется как свод сведений о категории и правовом режиме земель,

о землевладельцах и землепользователях и расположенных на земельных участках объектах. Сведения земельного кадастра носят открытый характер.

Государственный *кадастр месторождений* включает сведения по каждому месторождению о количестве и качестве полезных ископаемых, о горно-технических и экологических условиях разработки (ст. 30 Закона РФ «О недрах»).

Государственный *лесной кадастр* содержит сведения о количественных и качественных характеристиках лесного фонда, которые используются при управлении лесным хозяйством (ст. 68 Лесного кодекса РФ).

Государственный *водный кадастр* – это свод сведений о водных объектах, водных ресурсах, а также о водопользователях (ст. 79 Водного кодекса РФ). Водопользователи в обязательном порядке представляют в Минприроды России данные, подлежащие включению в кадастр. На основе этих данных принимаются решения в области использования и охраны водных объектов. Кроме того, ведется государственный *учет подземных вод с* целью рационального их использования, восстановления и охраны.

Государственный *кадастр объектов животного мира* ведется в целях обеспечения охраны и использования животного мира, сохранения и восстановления среды его обитания (ФЗ «О животном мире»). Государственный *кадастр* отходов включает федеральный классификационный каталог отходов, государственный реестр объектов размещения отходов, банк данных об отходах и о технологиях использования и обезвреживания отходов различных видов.

4.3. Учет и регистрация вредных воздействий на ОПС

Государственный *учет и регистрация вредных воздействий на* ОПС предусматривается ст. 21 закона «Об охране атмосферного воздуха». Эта функция управления позволяет создавать объективную картину воздействия человека на природу, бороться с загрязнением ОС и предотвращать подобное негативное воздействие.

Предприятия, осуществляющие деятельность в области обращения с отходами, обязаны вести учет образовавшихся использованных, обезвреженных, переданных другим лицам, а также размещенных отходов (ст. Г 9 ФЗ «Об отходах производства и потребления»). Государственной регистрации подлежат все потенциально опасные вещества природного и искусственного происхождения.

В содержание рассматриваемой функции управления входит также деятельность по *экологической паспортизации* предприятий. Экологический паспорт предприятия является нормативно-техническим документом. Он содержит сведения об использовании предприятием природных, вторичных ресурсов и о влиянии его производства на ОС [10].

4.4. Государственный экологический мониторинг

Государственный *экологический мониторинг* как функция управления представляет собой систему наблюдений за состоянием ОПС, происходящими в ней процессами, за уровнем загрязнения атмосферного воздуха, почвы, водных объектов, а также за последствиями влияния на растительный и животный мир. Цель мониторинга – обеспечить заинтересованные организации и население текущей информацией об изменениях в ОПС и прогнозами ее состояния (ст. 69 ФЗ «Об охране ОПС», «Об охране озера Байкал», «О космической деятельности». «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»), а также установление и устранение вредного воздействия на человека факторов среды обитания.

4.5. Планирование природоохранной деятельности

Планирование природоохранной деятельности предусматривается ст. 17 ФЗ «Об охране окружающей природной среды», ст. 28 Градостроительного кодекса, ст. 7 ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Эта функция управления осуществляется в составе федеральных программ социально-экономического развития с учетом природоресурсного потенциала региона. В этих программах находит свое отражение экологическая политика государства.

4.6. Лицензирование в сфере охраны ОПС

Лицензирование в сфере охраны ОПС осуществляется территориальными органами Минприроды России. Предусматривается выдача лицензий на утилизацию, складирование, перемещение, размещение, захоронение, уничтожение промышленных отходов и материалов. Лицензионный орган проводит экспертизу представленных материалов, оценивает их полноту и достоверность, соответствие вида деятельности экологическим требованиям, определяет условия действия лицензии.

Лицензия является официальным документом, который разрешает осуществление указанного в ней вида деятельности и определяет обязательные требования его осуществления. При невыполнении лицензиатом предписаний государственных органов действие лицензии приостанавливается или аннулируется.

4.7. Сертификация в сфере охраны ОПС

Сертификация продукции – это процедура подтверждения в письменной форме соответствия продукции установленным требованиям. Сертификация способствует регламентации деятельности предприятия с точки зрения охраны природной среды. В частности, в сфере технологии сертификация способствует внедрению экологически безопасных процессов и оборудования, производству экологически безопасной продукции, повышению ее качества и конкурентоспособности. В области управления и контроля способствует предотвращению ввоза в страну экологически опасной продукции и отходов.

Требования с необходимости сертификации закреплены в нескольких законодательных актах. Например, ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (ст. 15) предусматривает, что производство и использование топлива на территории России допускаются только при наличии сертификатов, подтверждающих соответствие топлива требованиям охраны атмосферного воздуха. Обязательной сертификации подлежат почвы земельных участков сельскохозяйственного назначения, агрохимикаты и пестициды.

Подтверждение соответствия – это процедура, результатом которой является выдача документального свидетельства – *сертификата соответствия* или декларации о соответствии. Экологические сертификаты оформляются по установленной форме, срок их действия – до 5 лет. Система сертификации может создаваться только юридическими лицами независимо от форм их собственности.

4.8. Экологический контроль

Экологический контроль предполагает проведение наблюдений за состоянием ОПС, проверки выполнения мероприятий по охране природы и соблюдению требований природоохранного законодательства и нормативов качества ОПС (ст. 71, 72, 73 ФЗ «Об охране ОПС»). Государственный экологический контроль осуществляется в целях сохранения и улучшения качества ОПС. Соответствующие должностные лица территориальных органов Минприроды России являются государственными инспекторами по охране природы.

В процессе экологического мониторинга осуществляется наблюдение и выявление фактов и процессов ухудшения и деградации ОС. Однако результаты экологического мониторинга не имеют юридического значения в отличие от результатов экологического контроля. *Производственный* экологический контроль осуществляется экологической службой предприятий. *Общественный* экологический контроль осуществляется общественными объединениями.

4.9. Экологический аудит

Инвестиционная привлекательность и реальная стоимость предприятий определяется не только стоимостью их основных средств, но и в значительной мере их «экологичностью», соответствием деятельности предприятия нормам, правилам и стандартам. Возникает необходимость объективного засвидетельствования соответствия деятельности предприятия по рациональному использованию природных ресурсов, охране ОС, достоверности его документации, отражающей результаты этой деятельности.

Экологический аудит – это засвидетельствование соответствия деятельности предприятия требованиям обеспечения техногенной безопасности ОС и экологической безопасности предприятия, достоверности его отчетной документации о платежах за природопользование и загрязнение ОС.

4.10. Экологические платежи

Правовые основы регулирования платы за загрязнение ОС определены в законе «Об охране окружающей среды». Плата за загрязнение ОС взимается:

• за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов и другие загрязнения в пределах установленных лимитов;

• за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов сверх установленных лимитов.

Взимание платы предусмотрено за следующие виды вредного воздействия на ОПС:

• выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников;

• сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные объекты;

• размещение отходов;

• другие виды вредного воздействия (шум, вибрация, электромагнитные и радиационные воздействия).

Базовые нормативы платы представляют собой условную и зафиксированную в денежном выражении оценку вреда, причиненного ОС. Плата за загрязнение взимается по факту загрязнения ОС.

Базовые нормативы платы за размещение отходов определяются исходя из затрат на проектирование и строительство полигонов для обезвреживания, хранения и захоронения отходов.

4.11. Экологическое страхование

Рискованный характер техногенной деятельности, обусловленный противоречиями между целями экономического развития и экологическими требованиями, порождает специфические отно-

шения по предупреждению и преодолению техногенных воздействий на природные объекты и возмещению причиненного ущерба. Указанные общественные отношения составляют правовую категорию экологического страхования. Ее сущность состоит в учете страхового риска и организации соответствующих защитных мер.

Риск – это величина, учитывающая вероятность наступления нежелательного случайного события и связанные с ним убытки.

Экологическое страхование, осуществляемое в виде страхования ответственности за аварийное загрязнение ОС, преследует цель обеспечения техногенной безопасности ОС и компенсации убытков третьих лиц. Здесь используется известный эффект рассредоточения риска во времени и пространстве.

Уплачивая страховые премии, величина которых необременительна для страхователя, последний перекладывает гарантию возмещения убытков третьим лицам на страховщика. При этом возмещаемый ущерб может многократно превосходить взносы страхователя. Страховщик же учитывает то, что аварии носят вероятностный характер, как правило, не происходят одновременно и на одном и том же предприятии.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит суть экологической политики.
2. Перечислить принципы рационального использования природных ресурсов.
3. Какие кадастры в сфере природопользования существуют.
4. Описать суть мониторинга окружающей природной среды.
5. Сформулировать основные моменты сертификации в сфере охраны окружающей природной среды.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Служба охраны окружающей среды на нефтедобывающих предприятиях создается с целью организации природоохранной деятельности предприятий и всех его подразделений. На нее возлагается ответственность за обеспечение осуществления мероприятий по охране окружающей среды, регламентированных соответствующими нормативными актами. В своей работе служба руководствуется принципами **управления** охраной окружающей среды, в основе которых лежат целевой и комплексный подходы к проблеме.

Природоохранная деятельность предприятий строится с учетом единства цели и основных интересов охраны окружающей среды на всех уровнях хозяйствования- от предприятия до народного хозяйства в целом. **Основной целью природоохранной деятельности нефтегазодобывающих объединений и входящих в его состав предприятий и организаций является снижение отрицательного воздействия производственных процессов на окружающую среду**. Следовательно, основной задачей служб по охране окружающей среды является **организация работ по снижению отрицательного воздействия предприятий на окружающую среду региона.**

Охрана окружающей природной среды охватывает целый комплекс **технических, технологических, организационных и экономических мероприятий**, осуществляемых с одной целью – снижения воздействия производственных процессов на окружающую среду. Отсюда возникает необходимость разработки подхода к организации управления этой сферой деятельности предприятий.

Принцип **комплексности** в управлении охраной окружающей среды предполагает учет всех сторон природоохранной деятельности, включая вопросы определения окружающей среды в процессе производства, **источников и масштабов загрязнения, оценки экономического ущерба**, причиняемого народному хозяйству за-

грязнением среды, **внедрения природоохранных мероприятий** и определения их экономической эффективности, общей оценки природоохранной деятельности предприятий, **разработки** эффективных **путей снижения отрицательного воздействия производственных процессов** на окружающую среду.

Одним из важнейших принципов управления природоохранной деятельностью предприятий является учет специфики воздействия отрасли на окружающую среду. **Основная специфика нефтедобывающей промышленности состоит в территориальной разбросанности промысловых объектов, большой протяженности нефтепроводов и водоводов, токсичности и экологической опасности применяемых материалов и химреагентов, нефтепромысловых сточных вод и отходов производства для окружающей среды, водоемкости технологических процессов и потреблении большого количества пресной воды.** Это усиливает опасность загрязнения водоемов, земель и воздушного бассейна на значительных территориях и нанесения ущерба большому числу предприятий и хозяйств, расположенных на территории нефтедобывающего района. Поэтому охрана окружающей среды выдвигается в число основных производственных задач коллективов предприятий.

Для координации природоохранной деятельности всех предприятий и организаций, входящих в состав нефтегазодобывающего объединения, функционирует специальный **отдел охраны окружающей среды** в аппарате управления производственного объединения согласно существующему «Типовому положению об отделе охраны окружающей среды и недр производственного предприятия».

Согласно типовому положению, отдел подчиняется генеральному директору или главному инженеру предприятия. Основной функцией отдела является руководство подразделениями службы охраны окружающей среды предприятий и организаций и ведомственный контроль за их деятельностью. На отдел возлагается ответственность за разработку и осуществление мероприятий, направленных на уменьшение вредного воздействия производственной деятельно-

сти предприятия на окружающую среду, за технически правильное и перспективное развитие предприятий и организаций в вопросах охраны окружающей среды.

В соответствии с основными задачами по охране и рациональному использованию природных ресурсов на отдел охраны окружающей среды производственного предприятия возлагаются следующие функции:

1. Разработка и представление в установленном порядке в вышестоящую организацию, координирующим организациям сводных проектов комплексных программ, перспективных и годовых планов по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов по производственному предприятию и контроль за выполнением этих планов и программ [13].

2. Разработка и согласование с природоохранными органами, а также с Государственным санитарным надзором, Государственной инспекцией рыбоохраны, Государственной инспекцией по регулированию использования и охране вод и Государственной инспекцией по контролю за работой газоочистных и пылеулавливающих установок в установленном порядке сводных комплексных программ, перспективных и годовых планов внедрения достижений науки и техники по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов производственного предприятия и контроль за осуществлением этих программ и планов.

3. Определение соответствия техники и технологии, применяемой в производственном предприятии, современному уровню развития науки и техники в части требований охраны природы и рационального использования ресурсов.

4. Согласование заказов, технических заданий и условий на создание и внедрение новых технологических процессов, технических средств в части охраны природы, в том числе и технологических процессов, заимствованных из других отраслей и закупаемых за рубежом.

5. Участие в создании и внедрении новых технологических процессов, технических средств и организации оснащения источни-

ков загрязнения очистными сооружениями, обеспечивающими снижение выбросов вредных веществ в водоемы, атмосферу и в почву до нормативов предельно допустимых выбросов (сбросов) или временно согласованных выбросов (сбросов). Осуществление контроля за эксплуатацией этих сооружений.

6. Рассмотрение проектной документации и выдача заключений в части соблюдения правил охраны природы и рационального использования природных ресурсов, включая:

• проекты новых технологических процессов, технических средств, препаратов;

• проекты реконструкции технологических процессов, технических средств, в том числе на применение техники, технологических процессов; внедрение пусковых комплексов и т. д.

7. Организация проведения конференций, совещаний, семинаров, школ передового опыта и выставок по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов.

8. Ведомственный плановый и выборочный контроль за деятельностью предприятий и организаций в части соблюдения правил охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

9. Участие в планировании и контроль за рациональным использованием материальных, финансовых и людских ресурсов на охрану окружающей среды и недр производственного предприятия.

С целью обеспечения эффективного контроля за состоянием природной среды на территории нефтегазовых месторождений, оперативного проведения мероприятий по предотвращению загрязнения окружающей среды на всех предприятиях и подразделениях (НГДУ, УБР) созданы эффективные, активно действующие службы охраны окружающей среды. Основная обязанность такой службы – организация работ по охране окружающей среды.

Основной работой этого подразделения является ежегодная **паспортизация всех источников загрязнения окружающей среды, разработка мероприятий по снижению отрицательного воздействия производственных процессов на окружающую среду, анализ и контроль результатов и их выполнения**, привлечение

к делу охраны среды всех руководителей предприятий, цехов добывающего предприятия.

5.1. Принципы управления охраной природы в нефтяной и газовой промышленности

Проблему охраны природы невозможно решить в отрыве от целого ряда вопросов, связанных с функционированием экономического механизма природопользования.

Основными функциями управления являются планирование, организация, контроль, регулирование, учет и т. п.

Функция планирования при управлении качеством окружающей среды приобретает первостепенное значение, причем в управлении окружающей средой различают две стороны: управление через организацию экономической деятельности и управление непосредственно объектами окружающей среды.

Главной **целью управления** должно быть **развитие экономики** при уменьшении потребления и использования ресурсов окружающей среды. При этом необходимо добиваться ограничения отрицательного воздействия производства на окружающую среду и, если возможно, улучшения состояния окружающей среды.

В соответствии с действующими принципами ответственность за состояние охраны окружающей среды возложена на главных инженеров предприятий и организаций производственных объединений, которые отвечают за:

• организацию расследования и оперативное руководство ликвидацией загрязнений водоисточников и земельных угодий при залповых выбросах;

• оперативное руководство ликвидацией загрязнений водоисточников и земельных угодий;

• охрану окружающей среды и организацию расследования, оперативное руководство ликвидацией загрязнений водоисточников при залповых выбросах при бурении скважин;

• охрану недр и окружающей среды при разведке и разработке нефтяных месторождений.

На предприятиях и организациях, входящих в состав производственных объединений, внедряется комплекс мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов.

При бурении скважин производятся следующие мероприятия:

• внедрение кустового способа строительства скважин с целью сокращения занятия сельскохозяйственных земель;

• сохранение плодородного слоя почвы, рекультивация временно отведенных земель после окончания бурения;

• организация учета земель;

• очистка и повторное использование буровых растворов;

• изоляция поглощающих и пресноводных горизонтов для исключения их загрязнений;

• применение нетоксичных реагентов для приготовления промывочных жидкостей;

• применение соответствующих типов промывочных жидкостей для предотвращения нефтегазопроявлений;

• цементирование скважин до устья для исключения загрязнения пресноводных горизонтов;

• ликвидация буровых отходов и горюче-смазочных материалов без нанесения ущерба природе;

• обеспечение цехов и подразделений УБР схемами подъездов к буровым, строительства ЛЭП и водоводов;

• осуществление инструктажа водителей всех транспортных средств и спецтехники о маршрутах проезда к объектам и о недопустимости заезда на сельскохозяйственные угодья;

• внедрение других мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

При добыче, подготовке и транспортировке нефти и газа осуществляются следующие мероприятия:

• очистка и повторное использование нефтепромысловых сточных вод в системе поддержания пластового давления (ППД) нефтяных и газовых месторождений;

• строительство мощностей по очистке и утилизации сточных вод;

• организация предварительного сброса попутной воды на месторождениях;

• защита трубопроводов и оборудования от коррозии, подбор и применение ингибиторов и бактерицидов;

• регулярный контроль за техническим состоянием и герметичностью фонда скважин, трубопроводов и оборудования, своевременное обнаружение и ликвидация утечек;

• всемерное сокращение расхода пресной воды;

• сбор и утилизация попутного нефтяного газа;

• использование сточных вод сторонних предприятий для заводнения продуктивных пластов;

• ремонт и замена старых трубопроводов и оборудования нефтяных и нагнетательных скважин;

• контроль за качеством строительства трубопроводов;

• разработка мер по защите окружающей среды при ремонтных и восстановительных работах на скважинах;

• охрана земельных ресурсов, восстановление земель после загрязнения; ликвидация нефтяного шлама без нанесения ущерба окружающей среде и т. д.

В нефтегазодобывающих управлениях (НГДУ) в составе цеха научно-исследовательских и промышленных работ (ЦНИПР) организованы лаборатории охраны окружающей среды. Лаборатория выполняет следующие работы:

• исследование химического состава вод из контрольных водопунктов, составление обзорных карт районов деятельности НГДУ и схемы бассейнов рек с нанесением возможных источников загрязнения, разработка мероприятий по предотвращению загрязнения водных источников;

• паспортизация нефтепроводов и водоводов, анализ их работы и причин аварийности, выявление опасных мест, разработка мероприятий по повышению их надежности и снижению аварийности;

• определение и изучение скорости коррозии на установках и трубопроводах, разработка мероприятий по снижению аварийности;

• испытание и внедрение новых ингибиторов коррозии и бактерицидов;

• обоснование норм расхода ингибиторов, контроль за состоянием дозировки ингибиторов в систему трубопроводов;

• контроль качества подготовки сточных вод, закачиваемых в продуктивные пласты;

• исследование параметров рабочих зон (замеры уровня шума, вибрации, эффективности работы вентиляционных установок, освещенности рабочих мест, загазованности в цехах и на рабочих местах), разработка мероприятий;

• определение потерь нефти при подготовке, внутрипромысловом сборе и транспортировке.

На службу охраны окружающей среды УБР возлагаются следующие обязанности:

• организация учета земель;

• составление графика и контроль за возвратом временно занимаемых земель;

• обеспечение максимального внедрения кустового способа строительства скважин с целью сокращения занятия сельскохозяйственных угодий;

• обеспечение цехов и подразделений УБР схемами подъездов к буровым, строительства ЛЭП и водоводов, согласованными с землепользователями;

• осуществление инструктажа водителей всех транспортных средств и спецтехники о маршрутах проезда к объектам и о недопустимости заезда на сельскохозяйственные угодья;

• осуществление контроля за выполнением всеми подразделениями и цехами УБР мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

В состав задач служб охраны окружающей среды входят также разработка плана природоохранных мероприятий, оперативные (квартальные или месячные) планы внедрения мероприятий, ежемесячный контроль за выполнением этих мероприятий. Каждый месяц в отдел труда и заработной платы представляется справка о выпол-

нении мероприятий по охране окружающей среды, где расшифровываются причины невыполнения мероприятий. Сведения о выполнении плана мероприятий по охране окружающей среды учитываются при оплате труда инженерно-технических работников за результаты производственной деятельности предприятий [6].

Несмотря на большую работу, проводимую службами и организациями по охране окружающей среды, все же имеются некоторые недостатки в организации природоохранной деятельности нефтегазодобывающих и буровых предприятий. **Неудовлетворительным остается качество очистки нефтепромысловых сточных вод**, что обусловлено, прежде всего, нехваткой очистных сооружений и аварийным состоянием имеющихся мощностей. Имеют место **выбросы нефтяного газа в атмосферу и сжигание его в факелах** из-за нехватки сооружений по его утилизации или отсутствия потребителей, особенно на сероводородсодержащий попутный газ. Не ликвидированы факты **залповых сбросов** загрязняющих промышленных **стоков в водоемы**, порчи земель в результате **порывов нефтепроводов и водоемов** сточных вод. Не повсеместно организован учет водопотребления и водоотведения, практически отсутствует учет потерь нефти и сточных вод при добыче, подготовке и транспортировке, выхода прочих загрязняющих веществ в окружающую среду.

Совершенствование системы управления осуществляется в следующих направлениях.

5.2. Совершенствование системы информационного обеспечения

Сюда входят **количественные показатели** о ресурсах, загрязняющих агентах, их объемах, об источниках загрязнения, санитарном состоянии окружающей среды и т. п.

В настоящее время данные по загрязнению окружающей среды представляются в директивные органы как сводный отчет по формам статотчетности. Содержащаяся в этих документах информация в достаточном объеме отражает **количество и качество**

веществ, загрязняющих водоемы и атмосферу. Однако контроль за заполнением документов еще затруднен.

Особую сложность в получении необходимой информации представляет первичный учет загрязнений. Слабая техническая оснащенность инструментальным оборудованием не позволяет подразделениям, ответственным в отрасли за охрану природы, проводить достаточно точный контроль. В связи с этим для отрасли особую важность имеют **методические разработки по экологической и экономической оценке, построенные на укрупненных показателях с использованием минимума информации.**

Другим направлением в области совершенствования информационного обеспечения является учет **экономических результатов** в разрезе отдельных природоохранных мероприятий.

Использование в качестве основы информационного обеспечения данных по отдельным мероприятиям позволит наряду с совершенствованием планирования организовать качественный контроль и учет.

5.3. Критерии качества среды и нормативы воздействия

Современный период развития мировой экономики связан с интенсификацией производства, увеличением объемов используемых природных ресурсов и поступлением во все возрастающих масштабах вредных веществ в биосферу. Научно-техническая революция обостряет проблемы природопользования.

Практически вся производственная деятельность человека оказывает воздействие на природу. В результате в окружающей среде происходят количественные и качественные изменения, из которых негативные можно условно подразделить на две категории: нарушения и загрязнения.

Загрязнение – это привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, информационных или биологических агентов, или превышение в рассматриваемое время естественного среднемноголетнего уровня (в пределах его крайних колебаний) концентрации перечис-

ленных агентов в среде, нередко приводящее к негативным последствиям. Кроме того, загрязнение приводит к увеличению концентрации физических, химических, информационных и биологических агентов сверх недавно наблюдавшегося количества (например, помутнение речных вод после дождя). Под антропогенным загрязнением понимаются такие изменения природной среды, которые происходят при решающей роли вредных веществ и энергии, выделяемых главным образом производственными предприятиями.

Под нарушением понимаются изменения, происходящие при решающей роли иных факторов деятельности человека.

В наиболее общем виде загрязнение – это все то, что не в том месте, не в то время и не в том количестве, какое естественно для природы, что выводит ее системы из состояния равновесия, отличается от обычно наблюдаемой нормы и (или) нежелательно для человека. Загрязнение может быть вызвано любым агентом, в том числе самым «чистым» (например, лишняя по отношению к природной норме вода в экосистеме суши – загрязнитель). В кибернетическом смысле загрязнение – это временный или постоянный шум, увеличивающий энтропию системы. Загрязнение может возникать в результате естественных причин (загрязнение природное) и под влиянием деятельности человека (загрязнение антропогенное, которое обычно и имеется в виду при обсуждении проблем загрязнения). Уровень загрязнения контролируется величинами ПДК и другими нормативами.

Общие причины неблагоприятного воздействия антропогенной деятельности в основном следующие:

1. Ложность полного изолирования технологии от биосферы, в том числе при применении особо токсичных соединений и элементов.

2. Неполнота протекания химических реакций и, как следствие, образование (выделение) побочных продуктов производства: фильтратов, шламов, промывных вод, газообразных продуктов пиролиза, газов, не вступивших в реакцию, и т. п. В числе прочих в окружающую среду попадают такие вещества, как бенз(а)пирен,

полихлорбифенилы, в том числе признанные суперэкотоксикантами диоксины.

3. Проблема отходов. В мире ежегодно добывается более 1000 млрд. т горных пород, в бывшем СССР – 15 млрд. т. Из этого объема 50% превращаются в отходы и складируются в виде отвалов. В цветной металлургии полезно используется около 0,5% добываемой горной массы.

4. Проведение технологических процессов в жестких условиях, далеких от условий биосферы (при высоких давлениях, температурах, скоростях, электромагнитных полях и т. д.). Производство, применение и направление в отходы устойчивых и неизвестных в природе соединений, веществ и материалов.

5. Использование в повышенных концентрациях соединений, не встречающихся в природе: пестициды, антибиотики и пр.

6. Неуклонный рост энергоемкости.

Любому из объектов окружающей среды присущи свойства, характеризующие качество объекта, определяющие его «потребительскую ценность» для человека.

Основой природоохранной политики является оценка качества окружающей природной среды, управление этим качеством с целью поддержания его на уровне, обеспечивающем благоприятные условия для здоровья и жизни человека и функционирования экологических систем.

В Российской Федерации управление качеством окружающей среды основано на системе природоохранных норм и правил, которая является средством сочетания хозяйственной деятельности природопользователей, требований охраны окружающей природной среды и рационального использования природных ресурсов.

Природоохранные нормы и правила следует рассматривать как систему стандартизированных регламентов, соблюдение которых должно обеспечить охрану природных комплексов с целью их сохранения и создания благоприятных условий среды обитания живого организма, а также рациональное использование природных ресурсов на основе достижений научно-технического прогресса.

Нормирование качества окружающей среды является центральной идеей Закона РФ об охране окружающей природной среды, суть которого определена статьей 18 Конституции РФ, которая гласит: «В интересах настоящего и будущего поколений в РФ принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли и ее недр, растительного и животного мира, сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды».

Роль нормативов качества окружающей природной среды сводится, с одной стороны, к оценке ее качества, с другой – к установлению лимитов на источники вредного воздействия. Все нормативы качества являются экологическими нормативами, поскольку определяют качество природной среды.

Нормативы качества окружающей природной среды подразделяются на медицинский, технологический и научно-технический показатели. **Медицинский** показатель определяет пороговый уровень угрозы здоровью человека, его генетической программе. **Технологический** – характеризует способность экономики обеспечить выполнение установленных пределов воздействия на человека и среду его жизни. **Научно-технический** – определяет возможность научно-технических средств контролировать соблюдение воздействия на компоненты природной среды и человека.

Нормативы предельно допустимых воздействий на окружающую природную среду утверждаются компетентными органами, которыми в нашей стране являются Министерство здравоохранения Российской Федерации и Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды.

Все нормативы качества окружающей природной среды подразделяются на три группы: санитарно-гигиенические, производственно-хозяйственные и комплексные.

Санитарно-гигиенические нормативы являются составной частью природоохранного нормирования и направлены на охрану здоровья человека с учетом его потребностей в благоприятной

окружающей среде. К этой группе нормативов качества относятся нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ, предельно допустимых уровней (ПДУ) воздействия радиации, шума, вибрации, электромагнитных полей.

Санитарно-гигиеническое нормирование имеет самостоятельное значение, поскольку оно охватывает не только экологическую, но и производственную и жилищно-бытовую сферу жизни человека. Главная его задача состоит в установлении санитарных норм и правил, которые в обязательном порядке должны выполняться государственными и общественными структурами, предприятиями и учреждениями различных форм собственности, должностными лицами и отдельными гражданами на всей территории Российской Федерации.

ПДК вредных веществ в нашей стране установлены и утверждены для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, для поверхностных вод, используемых в сельскохозяйственных целях, для атмосферного воздуха, для лесной растительности.

Впервые нормативы предельно допустимых концентраций в воздухе населенных пунктов (исходя из гигиенических требований в СССР) были разработаны и внедрены в практику природоохранной деятельности с 1949 г.

Предельно допустимая концентрация – максимальная концентрация примеси в атмосфере, почве или воде, отнесенная к определенному времени, которая при периодическом воздействии (прямом или косвенном) или на протяжении всей жизни человека (или других живых организмов, для которых они установлены) не оказывает вредного воздействия на него (включая отдаленные последствия) и на окружающую среду в целом. Эта величина обоснована клиническими и санитарно-гигиеническими исследованиями и носит законодательный характер.

В России, как правило, ПДК соответствуют самым низким значениям, которые рекомендованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). Для атмосферного воздуха устанавливаются два

значения норматива: максимальная разовая в пределах 20–30 мин. И среднесуточная величина ПДК. Например, NO_2 соответственно 0,085 и 0,04 мг/м^3; SO_3 – 0,30 и 0,005; С – 0,100 и 0,030; СО – 3,0 и 1,0; сажа – 0,150 и 0,050 мг/м^3. Максимальная разовая величина ПДК не должна допускать неприятных рефлекторных реакций человеческого организма (насморк, ощущение запаха и др.), а среднесуточная – токсичного, канцерогенного, мутагенного воздействия [6; 13; 15].

ПДК токсических веществ для вод установлены раздельно для хозяйственно-бытовых и рыбохозяйственных объектов. Например, для аммиака соответственно 2,0 и 0,05 мг/л, цинка –1,0 и 0,01, никеля – 0,1 и 0,01 мг/л.

Поскольку разработка ПДК занимает определенный промежуток времени (иногда год-два), «новым» веществам временно могут устанавливаться в качестве нормы так называемые ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ).

Нормативы предельно допустимого уровня (ПДУ) радиационного воздействия на окружающую среду, а также на продукты питания устанавливаются в величинах, которые не представляют опасности для здоровья людей. Ионизирующее излучение, проникая в живые ткани, нарушает протекание в клетках биохимических процессов, что приводит к физическим, химическим и физиологическим изменениям в организме, вызывая патологические отклонения.

Различают естественное и искусственное радиоактивное загрязнение окружающей среды. Источником естественного излучения являются космическое излучение и природные радионуклиды. К источникам искусственного радиоактивного загрязнения относятся ядерные испытания, атомные энергетические установки, радиоактивные материалы, медицинская аппаратура, различные приборы и бытовая техника.

Допустимые уровни воздействия антропогенных источников ионизирующих излучений на население и окружающую среду определены нормами радиационной безопасности НРБ-76\87. Защита населения и окружающей среды от действия источников ионизиру-

ющих излучений достигается соблюдением требований основных санитарных правил ОСП-72\87. В этом документе регламентированы сбор, удаление и обезвреживание жидких и твердых радиоактивных отходов и основные положения по проектированию и эксплуатации пылеочистки вентиляционных и технологических выбросов от содержащихся в них радионуклидов в атмосферу.

Контроль за состоянием радиоактивного загрязнения окружающей природной среды осуществляется Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а за уровнем радиационной безопасности населения – органами Министерства здравоохранения РФ.

Предельный нормативный критерий по уровню радиационной безопасности для населения России рекомендован Минздравом РФ в количестве 35 бэр за 70 лет, исходя из предельно допустимой нормы облучения в 0,5 бэр за календарный год.

Нормативы ПДУ воздействия шума, вибрации, магнитных и электрических полей относят к видам физического загрязнения окружающей природной среды. Основным объектом такого воздействия является человек, его трудоспособность и здоровье.

Шумом называют комплекс звуков, выходящих за пределы звукового комфорта. ПДУ шума устанавливают органы здравоохранения. Существуют санитарные нормы и правила, строительные нормы и правила, в которых предусмотрены меры противошумовой защиты.

ПДУ шумового воздействия на человека выражают в децибелах. Обычный бытовой шум оценивается в 20 децибел, городской шум – в 30–40 децибел. Шум в 90 децибел вызывает у человека болезненные ощущения.

Вибрация – это сложный колебательный процесс, возникающий от различных механических источников. Вибрация, как и шум, измеряется в децибелах. ПДУ вибрационного воздействия в жилых домах регламентируются «Санитарными нормами допустимых вибраций в жилых домах» 1304–75.

Минздравом РФ утверждены предельно допустимые уровни воздействия электромагнитного излучения как на работающих, так и на население, проживающее вблизи таких источников (радио- и телевизионные станции). ПДУ напряженности электромагнитных полей установлены «Санитарными нормами и правилами защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты» 2971–34. В зонах около радиотехнических объектов в основу нормирования положены «Временные санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электромагнитных полей, создаваемых радиотехническими объектами» 2963–84.

К другим видам физического воздействия относится *тепловое загрязнение* окружающей природной среды. Оно связано с работой крупных предприятий металлургической, химической, целлюлозно-бумажной промышленности, электростанций и других промышленных установок, требующих для охлаждения технологического оборудования большого количества воды. Для предотвращения воздействия теплового загрязнения на окружающую природную среду устанавливаются допустимые отклонения температуры воды в естественных условиях. Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами (1991 г.) регламентируется летняя температура воды в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

Система санитарно-гигиенических нормативов ПДК является основой для разработки производственно-хозяйственных нормативов качества окружающей природной среды [13].

К производственно-хозяйственным нормативам качества окружающей природной среды относятся нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ) и предельно допустимых сбросов (НДС). Эти нормативы относятся непосредственно к источнику вредного воздействия и регулируют его поведение.

Источником выброса ЗВ называется объект, который производит выбросы и сбросы вредных веществ в окружающую природную среду. На предприятии может быть несколько источников вы-

бросов и сбросов. Поэтому нормативы ПДВ и НДС устанавливаются по источникам вредного воздействия на основе их инвентаризации.

Нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ устанавливаются по каждому источнику загрязнения, согласно действующим нормативам ПДК вредных веществ в окружающей природной среде [6].

ПДВ – это масса выбросов вредных веществ в единицу времени от совокупности источников загрязнения конкретного предприятия или города в целом с учетом «перспективного развития» промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере, создающая приземную концентрацию, не превышающую их предельно допустимые концентрации (ПДК, с учетом суммации вредного воздействия) для населения (согласно ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями»), если нет других более жестких требований или ограничений.

НДС – это масса вредных веществ в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте (согласно «Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. Утверждена приказом МПР России от 17.12.2007 г. № 333»).

Если сброс сточных вод осуществляется в черте населенного пункта и нормативы качества воды должны обеспечиваться в любом створе водного объекта, – к сточным водам предъявляются те же требования, что и к воде водного объекта.

Эти нормативы загрязняющих веществ устанавливаются для тех предприятий, которые не в состоянии обеспечить нормативы предельно допустимых выбросов или сбросов. Предприятия, получившие разрешения работать по временно согласованной схеме выбросов, сбросов, обязаны разработать и внедрить технические мероприятия по снижению выбросов, сбросов по этапам до достижения норм ПДВ и НДС.

Превышение ПДК является следствием превышения ПДВ каким-либо источником выбросов. В нормативы ПДВ в настоящее время в нашей стране укладываются до 20 % загрязняющих производств. Часть предприятий работает на 40–50 % ВСВ, а остальные загрязняют окружающую среду на основе лимитных выбросов и сбросов, которые определяются по фактическому загрязнению на определенном отрезке времени.

Комплексные нормативы качества окружающей природной среды включают предельно допустимые нормы нагрузки (ПДНН) на окружающую природную среду и нормы санитарных и защитных зон.

Предельно допустимые нормы нагрузки на природную среду – это размеры антропогенного воздействия на природные ресурсы, природные комплексы, которые не приводят к нарушению экологических функций природной среды.

Эти нормы нагрузки устанавливаются с учетом недопущения необратимых изменений в окружающей природной среде.

Существуют отраслевые и региональные ПДНН на окружающую природную среду. *Отраслевые* ПДНН применяются к отдельным видам природных ресурсов. Например, может быть определено оптимальное количество посетителей на экскурсию в заповедник или предельные нормы пребывания людей на 1 га лесных угодий. *Региональные* ПДНН устанавливают экологические ограничения на использование водных ресурсов, лесных богатств, на развитие хозяйственной деятельности и т. п.

Нормативы санитарных и защитных зон устанавливаются для охраны водоемов и иных источников водоснабжения, курортных, лечебно-оздоровительных зон, населенных пунктов и других территорий от загрязнения и других вредных воздействий. Санитарно-защитные зоны выполняют две взаимосвязанные функции: охранительные и оздоровительные.

Например, ГОСТ 17.1.01-77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод» предусматривает образование зон санитарной охраны открытых и подземных источников водоснабже-

ния. Такую зону ГОСТ определяет как территорию или акваторию, на которой устанавливается особый санитарно-эпидемиологический режим для предотвращения ухудшения качества воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и охрана водопроводных сооружений [13].

В целях охраны рыбохозяйственных водоемов от попадания в них химикатов, применяемых в сельском хозяйстве, устанавливается 200-метровая охранная зона, в которой запрещается применение и хранение этих химикатов.

Постановлением Правительства РСФСР от 18 декабря 1991 г. утверждено Положение о государственных заповедниках. Этим положением предусмотрено создание вокруг заповедника охранных зон, в которых запрещается хозяйственная или иная деятельность, негативно влияющая на режим охраны заповедников.

Возможны и другие подходы к разработке комплексных нормативов качества. Так, одни ученые пытаются представить воздействие человеческого общества на окружающую среду суммой показателей демографического (плотность населения), физико-механического (отражает рост воздействия современных машин и механизмов) и технологического (за нормативные показатели которого могут быть приняты ПДК, НДС и ПДВ, предложенные для многочисленных видов загрязнителей атмосферы, гидросферы и биосферы, а интегральным показателем является частота превышения ПДК) воздействий. Другие рекомендуют использовать максимально допустимую нагрузку (МДН) – условную меру современных воздействий, не оказывающих вредного влияния (прямого или косвенного) на человеческий организм, а для экосистем – предельно допустимую экологическую нагрузку (ПДЭН), при которой не наблюдаются нарушения нормального функционирования данной экосистемы. В качестве пороговых значений МДН и ПДЭН предполагается использовать некоторые безразмерные единицы, по физическому смыслу близкие к ПДК. Введение раздельных показателей воздействия на человеческий организм и экосистемы представляется вполне целесообразным. Вместе с тем имеется немало трудностей,

связанных с неоднозначностью пороговых значений ПДЭН для различных экосистем и ответных реакций биоты на антропогенное воздействие. Поэтому оценить степень суммарного воздействия на природную среду и наметить систему природоохранных мероприятий можно лишь в схематическом виде[3; 6; 13;18].

Контрольные вопросы

1. Перечислить принципы управления охраной природы в нефтяной и газовой промышленности.

2. Перечислить критерии качества среды и нормативы воздействия.

6. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Экологическая опасность производства характерна для многих отраслей промышленности – химической, пищевой, текстильной, деревообрабатывающей, горнодобывающей, производства строительных материалов, транспорта и т. д. Не является исключением и нефтегазодобывающее производство.

Первой характерной особенностью нефтегазодобывающего производства является повышенная опасность его продукции, т. е. добываемого флюида – нефти, газа, высокоминерализованных и термальных вод и др. Эта продукция пожароопасна, для всех живых организмов, опасна по химическому составу, гидрофобности, по возможности газа в высоконапорных струях диффундировать через кожу внутрь организма, по абразивности высоконапорных струй. Газ при смешении с воздухом в определённых пропорциях образует взрывоопасные смеси. Степень такой опасности наглядно проявилась при аварии, которая произошла неподалеку от г. Уфы. Имела место утечка газа из продуктопровода, образовалось скопление взрывоопасных компонентов. От искры (на этом участке двигались поезда) произошел мощный взрыв, приведший к многим человеческим жертвам.

Второй особенностью нефтегазодобывающего производства является то, что оно способно вызывать глубокие преобразования природных объектов земной коры на больших глубинах – до 10–12 тыс. м. В процессе нефтегазодобычи осуществляются широкомасштабные и весьма существенные воздействия на пласты (нефтяные, газовые, водоносные и др.). Так, интенсивный отбор нефти в больших масштабах из высокопористых песчаных пластов-коллекторов приводит к значительному снижению пластового давления, т. е. давления пластового флюида – нефти, газа, воды. Нагрузка от веса вышележащих пород первоначально поддерживалась как за счет напряжений в породном скелете пластов, так и за счёт давления пластового флюида на стенки пор. При снижении пласто-

вого давления происходит перераспределение нагрузки – снижается давление на стенки пор и, соответственно, повышаются напряжения в породном скелете пласта. Эти процессы достигают таких широких масштабов, что могут приводить к землетрясениям, как было, например, в Нефтеюганске. Здесь следует отметить, что нефтегазодобыча может воздействовать не только на отдельный глубокозалегающий пласт, но и на несколько различных по глубине пластов одновременно. Иными словами, нарушается равновесие литосферы, т. е. нарушается геологическая среда.

В практике нефтегазодобывающего производства известны и многолетние истечения минерализованных вод из скважин и сероопроявления из пластов.

В целях поддержания пластового давления широко применяется закачка поверхностных вод и различных смесей в пласты, что приводит к полному изменению физико-химической обстановки в них. Гридин считает [1], что в пластах образуются водонефтяные эмульсии, различные суспензии, меняется химический состав вод, поры могут закупориваться осадками, образующимися в процессе реакции поверхностных вод с пластовыми, там могут развиваться инородные бактерии и т. д.

В процессе сооружения основного производственного объекта нефтегазодобывающего производства, т. е. при бурении скважины во вскрытом ею интервале все пласты получают гидравлический канал связи между собой и атмосферой. При определённых условиях, складывающихся в результате нарушения технологии бурения или её несовершенства, вскрытые пласты сообщаются между собой и могут происходить перетоки вод, нефти и газа между пластами. В аварийных ситуациях при открытом фонтанировании флюиды могут изливаться на дневную поверхность и непосредственно загрязнять окружающую природную среду, атмосферу, растительность.

После ликвидации фонтанов нередки перетоки высоконапорных флюидов через вышележащие пласты на дневную поверхность в виде грифонов. В случаях глушения фонтанов (газовых) с помо-

щью атомных взрывов наблюдались некоторые незначительные повышения уровня радиоактивности.

Современная технология крепления скважин несовершенна и не обеспечивает надёжного разобщения пластов за обсадной колонной. По этой причине через заколонное пространство большинства работающих скважин происходят межпластовые перетоки флюидов из высоконапорных пластов в низконапорные, т. е. чаще всего снизу вверх. В итоге резко ухудшается качество всей гидросферы.

В процессе бурения скважин даже без нарушения технологии происходит поступление буровых растворов в поглощающие горизонты, а также проникновение фильтрата растворов в околоскважинное пространство. Таким образом, осуществляется загрязнение гидросферы на всех этапах жизни скважины, на всех стадиях ее работы.

Именно перечисленные выше процессы привели к загрязнению питьевых вод на территории Татарстана. Его жители во многих населённых пунктах вынуждены пользоваться привозной питьевой водой.

Третьей особенностью нефтегазодобывающего производства является то, что практически все его объекты, применяемые материалы, оборудование, техника являются источником повышенной опасности. Сюда же относится весь транспорт и спецтехника – автомобильная, тракторная, авиа и т. п. Опасны трубопроводы с жидкостями и газами под высоким давлением, все электролинии, токсичны многие химреагенты и материалы. Могут поступать из скважины и выделяться из раствора такие высокотоксичные газы, как, к примеру, сероводород; являются экологически опасными факелы, в которых сжигается неиспользуемый попутный нефтяной газ.

Во избежание ущерба от этих опасных объектов, продуктов, материалов система сбора и транспорта нефти и газа должна быть герметизирована.

Однако аварии на указанных объектах, а также на паро- и глинопроводах приводят к очень тяжёлым экологическим послед-

ствиям. Так, порывы нефтепроводов и глинопроводов загрязняют земли, почвы, воды.

Четвёртой особенностью нефтегазодобывающего производства является то, что для его объектов необходимо изымать из сельскохозяйственного, лесохозяйственного или иного пользования соответствующие участки земли. Иными словами, нефтегазодобывающее производство требует отвода больших участков земли (нередко на высокопродуктивных угодьях). Объекты нефтегазодобычи (скважины, пункты сбора нефти и т. п.) занимают относительно небольшие площадки в сравнении, например, с угольными карьерами, занимающими очень большие территории (как сам карьер, так и отвалы вскрышных пород). Однако число объектов нефтегазодобычи очень велико. Так, фонд скважин в нефтедобыче близок к 150 тысячам. Ввиду очень большой разбросанности объектов нефтегазодобычи очень велика протяжённость коммуникаций – постоянных и временных автодорог, железных дорог, водных путей, ЛЭП, трубопроводов различного назначения (нефте-, газо-, водо-, глино-, продуктопроводов и т. д.). Поэтому общая площадь отводимых под нефтегазодобычу земель - пашен, лесов, сенокосов, пастбищ, ягельников и т. д. достаточно велика.

Пятой особенностью нефтегазодобывающего производства является огромное количество транспортных средств, особенно автотракторной техники. Вся эта техника - автомобильная, тракторная, речные и морские суда, авиатехника, двигатели внутреннего сгорания в приводах буровых установок и т. д. так или иначе загрязняют окружающую среду: атмосферу – выхлопными газами, воды и почвы - нефтепродуктами (дизельным топливом и маслами).

По уровню отрицательного воздействия на окружающую природную среду нефтегазодобывающее производство занимает одно из первых мест среди отраслей народного хозяйства. Оно загрязняет практически все сферы окружающей среды – атмосферу, гидросферу, причём не только поверхностные, но и подземные воды, геологическую среду, т. е. всю мощность вскрываемых скважиной пластов в совокупности с насыщающими их флюидами.

Характер воздействия на экологию обусловлен, в частности, и тем, что все технологические процессы нефтегазодобывающего производства – разведка, бурение, добыча, переработка, транспорт – оказывают отрицательное влияние на окружающую среду.

Следует учитывать, что период, охватывающий разведку, изыскание и собственно строительство объектов нефтегазового комплекса (НГК), как правило, намного короче, чем плановый срок эксплуатации. Однако техногенные воздействия в этом периоде характеризуются гораздо большей интенсивностью, чем при эксплуатации, хотя носят иной характер. Экологический ущерб обусловлен здесь в основном физико-механическими воздействиями на почвы, грунты, флору, фауну, дестабилизацией гидрологической обстановки, активизацией эрозионных процессов, сведением растительности, загрязнением водоёмов, гибелью ихтиофауны, распугиванием животных, негативным, как правило, влиянием на образ жизни коренного населения осваиваемых территорий и пр. Особенно опасными эти виды экологического ущерба становятся в сочетании с низкой технофильностью осваиваемых территорий.

Уже только указанные обстоятельства выдвигают экологические проблемы нефтегазового строительства в ряд важнейших, требующих глубокого и всестороннего изучения, обязательного их учёта при проектировании, инженерных изысканиях и строительстве объектов НГК.

Решение проблемы экологического обеспечения нефтегазового строительства осуществляется на основе системного программно-целевого подхода, поскольку всякий раз требуется взаимосвязанное решение целого комплекса задач, связанных с определением источников вредных воздействий и загрязнений по всей совокупности технологий нефтегазового строительства; экологических резервов осваиваемых территорий; характера взаимодействий строительного производства с компонентами природной среды с учётом региональных факторов; экологической ситуации на момент начала строительства (фоновое состояние) и прогноза на период строительства и эксплуатации, т.е. оценки реальной и потенциальной экологиче-

ской опасности на весь период существования объекта для штатной и аварийной ситуаций; системы критериев и количественных показателей устойчивости ландшафтов к воздействиям и эффективности природоохранительных мероприятий и т. д.

Особую остроту экологические проблемы нефтегазового строительства приобрели при освоении нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений Севера и Крайнего Севера Западной Сибири и Европейской части России. Экстремальность экологической ситуации там обусловлена повсеместным залеганием многолетнемёрзлых пород (ММП), низкой биологической активностью и скудностью местной флоры и фауны вследствие продолжительного периода отрицательных температур. Специфические природно-климатические, инженерно-геологические, геокриологические, гидрологические, геоботанические и т. п. условия районов распространения многолетнемерзлых грунтов, а также повышенная хрупкость и уязвимость экосистем Крайнего Севера осложняются к тому же социальными и бытовыми проблемами малых народностей, населяющих эти районы, что предъявляет особые требования к тактике и стратегии освоения арктических и субарктических месторождений углеводородного сырья. Непрерывно в этом направлении и совершенствуются технические решения по добыче, сбору, подготовке и транспорту нефти и газа, организации и технологии строительства [13].

Контрольные вопросы

1. Перечислить характерные особенности нефтегазодобывающего производства.

2. Перечислить основные способы уменьшения количества земельных площадей, изымаемых для нужд нефтедобычи.

3. В чем состоит опасность добываемого в ходе нефтедобычи флюида?

4. Перечислить способы уменьшения антропогенной трансформации литосферы в процессе бурения.

7. ИСТОЧНИКИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

При добыче нефти объем, качественный и количественный состав загрязняющих веществ определяются физико-химическими свойствами извлекаемого флюида, технологией разработки залежей, системой сбора и транспортировки нефти.

При проведении геологоразведочных работ, эксплуатации месторождений и транспортировке нефти происходит изъятие земельных площадей, загрязнение природных вод и атмосферы. Все компоненты окружающей среды в районах нефтедобычи испытывают интенсивную техногенную нагрузку, при этом уровень негативного воздействия определяется масштабами и продолжительностью эксплуатации залежей УВ.

Процессы разведки, бурения, добычи, подготовки, транспортировки и хранения нефти и газа требуют больших объемов воды для технологических, транспортных, хозяйственно-бытовых и противопожарных нужд с одновременным сбросом таких же объемов высокоминерализованных, содержащих химические реагенты, поверхностно-активные вещества и нефтепродукты, сточных вод.

Источники загрязнения территории и водных объектов на нефтепромыслах присутствуют в той или иной мере на любом участке технологической схемы от скважины до нефтяных резервуаров нефтеперерабатывающих заводов.

Основными загрязнителями окружающей среды при технологических процессах нефтедобычи являются: нефть и нефтепродукты, сернистые и сероводородсодержащие газы, минерализованные пластовые и сточные воды нефтепромыслов и бурения скважин, шламы бурения, нефте- и водоподготовки и химические реагенты, применяемые для интенсификации процессов нефтедобычи, бурения и подготовки нефти, газа и воды [2; 3].

7.1. Строительство скважин

Применяемая ныне технология строительства скважин вызывает как техногенные нарушения на поверхности земли, так и изменения физико-химических условий на глубине при вскрытии пластов-коллекторов в процессе бурения. Загрязнителями окружающей среды при проходке и оборудовании скважин являются многочисленные химические реагенты, применяемые для приготовления буровых растворов. К настоящему времени не все реагенты, входящие в состав буровых растворов, имеют установленные ПДК и лимитирующие показатели вредности.

Существенно загрязняют окружающую среду нефть и нефтепродукты, которые могут поступать на поверхность не только в качестве компонентов буровых растворов, но и при использовании горюче-смазочных материалов, при испытании скважин или в результате аварии.

При строительстве буровой загрязнение атмосферы в основном ограничивается выбросами в атмосферу отработанных газов от двигателей транспортных средств.

Работа дизельных установок в течение года на одной буровой обеспечивает выброс в атмосферу до 2 т УВ и сажи, более 30 т оксида азота, 8 т оксида углерода, 5 т сернистого ангидрида. Перевод буровых станков на электропривод позволит снизить расход нефтепродуктов, уменьшить загрязнение территории и ликвидировать выбросы в атмосферу продуктов сгорания топлива.

Таблица 1

Негативное воздействие на окружающую среду поисково-разведочных и эксплуатационных работ на нефтяных месторождениях

Производственно-технопогические стадии	Природные объекты		
	Земная поверхность	**Водная среда**	**Атмосферный воздух**
Поиски и разведка	Нарушение и загрязнение почвенного и растительного покрова. Отчуждение земли под строительство буровых установок и размещение временных поселков. Активизация экзогенных геологических процессов. Снижение биопродуктивности экосистем	Загрязнение поверхностных и подземных вод промывочной жидкостью, засоление поверхностных водоемов при самоизливе рассолов, вскрытых структурно-поисковыми и разведочными скважинами	Аварийные выбросы нефти и газа в процессе бурения и освоения скважин. Газопылевое загрязнение при строительстве дорог и промышленных площадок
Добыча	Изъятие земель из сельскохозяйственного оборота под нефтепромысловые объекты	Нарушение изолированности водоносных горизонтов из-за перетоков	Загрязнение УВ, сероводоро дом, оксидами серы и азота при эксплуатации скважин. Выделение отработанных газов транспортными средствами и двигателями буровых установок
Первичная переработка и транспортировка	Отвод земель под складирование отходов. Нарушение экологической обстановки при строительстве и эксплуатации магистральных нефтепроводов	Утечка нефтепродуктов и хим. реагентов из резервуаров и дозирующих установок. Загрязнение поверхностных и подземных вод ГСМ, бытовыми и техническими отходами	Распыление и розлив нефти и нефтепродуктов. Потери при испарении легких фракций нефти во время хранения в резервуарах и производстве сливо-наливных операций

В период проходки скважины негативное воздействие на почвенный слой, поверхностные и подземные воды оказывают буровые растворы, расход которых на один объект может достигать 30 $м^3$/сут. Кроме того, при бурении скважин возможно применение нефтепродуктов в объеме до 1 тыс.т в год.

В период испытания скважины преобладает углеводородное загрязнение, а на этапе демонтажа буровой происходит загрязнение территории за счет использованных технических материалов и неподлежащего восстановлению оборудования.

В состав промывочных жидкостей входит целый ряд химических ингредиентов, которые обладают токсичными свойствами (аммоний, фенолы, цианогруппы, свинец, барий, полиакриламид и пр.). Особенно тяжелые экологические последствия вызывает сброс промывочных жидкостей специального назначения, например, на соляровой основе. Наличие органических реагентов способствует образованию суспензий и коллоидных систем в сточных водах.

Отработанные растворы складируются в земляных амбарах, стенки и дно которых укрепляются глинистыми коллоидно-химическими или пленочными экранами. Вместимость амбаров достигает нескольких тысяч кубических метров. Благодаря низкой водопроницаемости экранов, они в достаточной степени предохраняют почвенный покров, грунты зоны аэрации и подземные воды от загрязнения. Содержимое амбаров утилизируется непосредственно на месте их расположения. Глубина заложения емкостей для хранения буровых растворов определяется положением уровня грунтовых вод. Мощность насыпного грунта при ликвидации накопителей должна быть не менее одного метра [6].

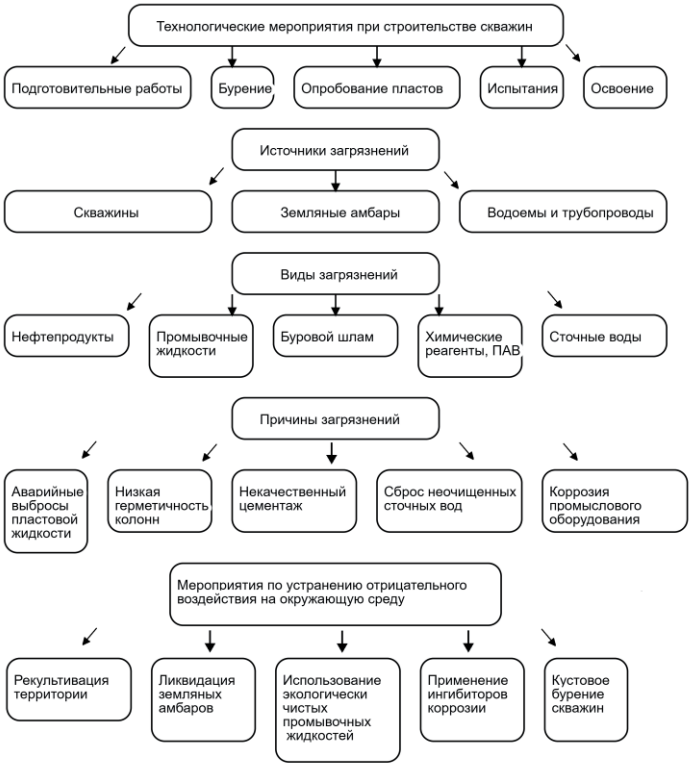


Рис.1. Схема техногенного воздействия на окружающую среду при строительстве скважин

Способ ликвидации амбаров путем засыпания их грунтом не исключает пространственного распространения загрязняющих веществ при их фильтрационно-диффузионной миграции. Установлено, что при годовом количестве осадков 600–650 мм скорость движения фронта засоления песчано-глинистых отложений и грунтовых вод достигает 30 м/год. В результате минерализация грунтовых вод, оказавшихся под влиянием рассматриваемого источника захоронения бурового раствора, возрастает в 200–250 раз, а площадь загрязнения может составить несколько гектаров [2] .

На площадях интенсивного хозяйственного освоения практикуется сбор шлама и отработанных буровых растворов в контейнеры и вывоз их в специальные места захоронения.

7.1.1. Источники загрязнения

Для разработки природоохранных мероприятий, исключающих негативное влияние процессов строительства скважин на объекты природной среды, необходимо знание источников загрязнения окружающей среды. Под **источником загрязнения** понимаются технологические процессы, воздействующие на природную среду при строительстве скважин.

Источником **геомеханических** нарушений являются следующие технологические процессы:

• снятие и складирование плодородного слоя земли при подготовке территории буровой;

• устройство насыпной площадки под буровую (при кустовом строительстве скважин);

• устройство шламовых амбаров (ША) (земляных котлованов) – для сбора и хранения отходов бурения;

• сооружение технологических площадок под оборудование буровой;

• засыпка ША при их ликвидации;

• рекультивация территории буровой;

• строительство дорог;

• вырубка, корчевание леса.

Гидрогеологические нарушения связаны с процессом бурения и выражаются в поступлении в водоносные горизонты загрязнителей (поглощение буровых растворов) или водопроявлениях, что приводит к изменению гидрогеологического режима естественного функционирования водоносного комплекса.

Процесс **бурения** сопровождается: 1) применением материалов и химических реагентов различной степени опасности; 2) значительными объемами водопотребления и 3) образованием отходов, опасных для флоры и фауны, представленных буровыми сточными

водами (**БСВ**), отработанным буровым раствором (**ОБР**) и буровым шламом (**БШ**).

Объектами загрязнения при бурении скважин является геологическая среда и гидро- и литосферы (открытые водоемы, почвенно-растительный покров). Они загрязняются из-за несовершенства технологических процессов, из-за попадания в них материалов, хим. реагентов, нефтепродуктов и отходов бурения.

Источники загрязнения при бурении скважин условно можно разделить на ПОСТОЯННЫЕ и ВРЕМЕННЫЕ. К первым относятся фильтрация и утечки жидких отходов бурения из ША. Ко вторым – нарушение герметичности зацементированного заколонного пространства, приводящее к заколонным проявлениям и межпластовым перетокам; поглощение бурового раствора при бурении; выбросы пластового флюида на дневную поверхность; затопление территории буровой паводковыми водами или при таянии снегов и разлив при этом содержимого ША.

Общим для второй группы является то, что источники загрязнения носят вероятностный характер, а их последствия трудно предсказуемы.

Наибольшую опасность для объектов природной среды представляют производственно-технологические отходы бурения.

Соотношение отходов бурения каждого вида БСВ:ОБР:БШ определяется используемой технологией бурения.

Наибольший объем среди отходов бурения составляют буровые сточные воды, т. к. строительство скважин сопровождается потреблением значительных объемов воды: суточная потребность буровой в технической воде колеблется от 25 до 120 м^3 в зависимости от:1) природно-климатических условий; 2) геолого-технических особенностей проводки скважин и 3) от организации системы водоснабжения: прямоточная – источниками водообеспечения служат открытые водоемы (озера, ручьи, реки), артезианские скважины или оборотная – объем сточных вод меньше, но степень их загрязненности выше. Как показала практика, в среднем норма водопотребления составляет 0.9–1.1м^3 на 1 м проходки.

В среднем суточные объемы образующихся БСВ могут составлять 20–40м^3 на одну скважину (куст).

По условиям образования БСВ можно разделить на 3 категории:

• производственные сточные воды (формируются в процессе выполнения технологических операций, работы оборудования);

• хозяйственно-бытовые;

• атмосферные (связаны с атмосферными осадками, их объем может достигать 1.5–8 % от общего объема БСВ).

Основными объектами водопользования и водоотведения на буровой (т. е. источниками образования БСВ) являются:

• насосная группа (охлаждение штоков шламовых насосов);

• дизельный блок;

• рабочая площадка буровой вышки (мытье);

• блок очистки буровых растворов (от выбуренной породы);

• узел приготовления и утяжеления растворов;

• циркуляционная система (зачистка емкостей от осадка бурового раствора);

• блок химреагентов.

На бурящихся скважинах сбор производственных и атмосферных сточных вод осуществляется в водяные амбары, как правило, самотеком по водоводным каналам, устроенным либо в грунте, либо представляющих собой металлические или железобетонные желоба. Поступление БСВ из одного амбара в другой осуществляется естественным перетоком или с помощью перекачивающих устройств.

Такие амбары в подавляющем большинстве случаев сооружаются в минеральном грунте с соблюдением требований гидроизоляции.

Сточные воды загрязнены буровым раствором и его компонентами, выбуренной породой, хим. реагентами, нефтью, нефтепродуктами. Поэтому водяные амбары представляют собой серьезный источник загрязнения природной среды.

Одними из опасных видов отходов бурения считаются отработанный буровой раствор и буровой шлам или выбуренная порода.

Промывочная жидкость, циркулирующая в скважине, служит для удаления продуктов разрушения горных пород с забоя. В мировой практике в 95 % для этого используются глинистые буровые растворы на водной основе плюс хим. реагенты, т. к. качество промывочной жидкости определяет эффективность буровых работ: механическую скорость бурения, вероятность возникновения различного рода осложнений, в т. ч. поглощений, флюидопроявлений, нарушение устойчивости горных пород и т. д.

Для регулирования реологических, фильтрационных и структурно-механических свойств буровых растворов и используют хим. реагенты. В качестве профилактической противоприхватной добавки большое распространение получила нефть.

Промывочная жидкость – это химическая продукция, т. к. при ее получения использован широкий ассортимент материалов, хим. реагентов и добавок. Только в США выпускается свыше 1900 наименований различных компонентов промывочных жидкостей, производством которых занимаются около 100 фирм. Таким образом, попадание промывочной жидкости в природную среду потенциально таит в себе опасность проявления негативных последствий.

Реальная же опасность ущерба ПС от промывочной жидкости и ОБР связана с совместным действием 3-х факторов:

- высокой вероятностью попадания в объекты ПС;
- токсичностью содержащихся хим. реагентов;
- высокой концентрацией хим. реагентов.

По степени воздействия на организм ВВ подразделяются на четыре класса опасности и токсичности (ГОСТ 12.1.007-76):

1-й – вещества чрезвычайно опасные и токсичные;

2-й – вещества высоко опасные и высокотоксичные;

3-й – вещества умеренно опасные и токсичные;

4-й – вещества малоопасные и малотоксичные.

Классы токсичности и опасности ВВ устанавливают в зависимости от норм и показателей, указанных в таблице.

Объемы образования ОБР и БШ зависят от многих факторов и нигде не регламентируются, но есть методики расчета объемов

ОБР и БШ, в т. ч. и при ликвидации осложнений и аварий, в соответствие с которыми может быть сделан расчет при составлении рабочих проектов на строительство скважин.

Иногда для расчетов используется «удельный норматив», т. е. объем отходов, образующихся при бурении 1 м скважины. Такие удельные нормативы устанавливаются статистически для каждого региона. Например, для Западно-Сибирского региона удельный объем образования БСВ, ОБР и БШ при бурении скважин, соответственно, составляет 0.24; 0.2 и 0.18 $м^3$/1 м проходки [13].

Ежегодно в отрасли образуется свыше 25 млн. $м^3$ отходов. Такие объемы отходов с учетом их высокой загрязненности и предопределяют техногенез процессов строительства скважин.

Объемы загрязнения природной среды определяются, в первую очередь, надежностью мест локализации отходов бурения, в частности, принятой в настоящее время технологии земляных котлованов для сбора и хранения отходов бурения. Такие амбары подлежат ликвидации после окончания строительства скважин. Однако и технология их ликвидации несовершенна, поэтому **ША являются основными источниками загрязнения природной среды при бурении скважин.**

Основными путями проникновения отходов бурения в объекты гидро- и литосферы являются фильтрация в почвогрунты и утечки при нарушении обваловок и стенок амбаров, а также при паводках, в период дождей и интенсивного таяния снегов (смотри схему).

Проблема ликвидации шламовых амбаров еще далека от своего решения. В целом по отрасли ежегодно неликвидированными остается до 16.3 % амбаров. При этом из-за несвоевременного возврата земель наносится урон сельскому хозяйству, сами буровые предприятия несут экономические потери из-за выплаты компенсации (штрафов) основному землепользователю.

Расчеты показали, что из-за несвоевременной ликвидации шламовых амбаров в объекты окружающей среды ежегодно попадает до 6.5 % их содержимого. При этом средний объем составляет

127 м^3 для ША вместимостью 2000 м^3. С этими отходами в природную среду поступает до 10 % от использованных в буровых растворах материалов и химреагентов. При этом природе наносится колоссальный ущерб. Таким образом, основной загрязняющий фактор – отходы бурения, главный источник – шламовый амбар.

Следует учесть то, что Западная Сибирь, как впрочем и большая часть территории России, относится к районам с неблагоприятными почвенно-ландшафтными и природно-климатическими условиями с позиций самоочищающей способности природной среды.

Под **самоочищающей способностью ПС** понимают процессы, сопровождающиеся окислением (трансформацией) ЗВ, их разложением или распадом, а также нейтрализацией и биологическим превращением в другие, экологически чистые формы.

Можно отметить, что под влиянием только западно-сибирского нефтегазового комплекса находится около 10 тыс. водных объектов, среди которых явно преобладают мелкие озера, ручьи, реки, болота. Самоочищающая способность малых водотоков, особенно при низких температурах (5–6°С), когда процессы биохимического окисления практически прекращаются, а скорость химических реакций резко замедляется, крайне низка, поэтому продолжительность их «самоочистки» от ЗВ составляет от 3–5 до 10–12 лет.

7.1.2. Характер загрязнения природной среды

Основными **загрязнителями БСВ** являются взвешенные вещества, нефть и нефтепродукты (НП), органические вещества, растворимые минеральные соли, а также различные примеси. Количественное соотношение между минеральными и органическими загрязнителями БСВ может изменяться в широких пределах. Оно зависит от: специфики обработки буровых растворов, системы водопотребления и др.

ЗВ ОБР определяются: применяемыми хим. реагентами и материалами, а также составом разбуриваемых пород. Эти отходы сильно загрязнены нефтью, содержат в своем составе значительное количество органики и минеральных солей, в т. ч. токсичных для водоемов, почвогрунтов и почвенно-растительного покрова.

Загрязняющие свойства БШ обусловлены минералогическим составом выбуренной породы и остающимися в ней остатками бурового раствора. Анализ состава и физико-химических свойств шлама показывает, что поверхность частиц шлама адсорбирует химреагенты из буровых растворов. За счет этого он проявляет загрязняющие свойства: в его составе имеется значительное содержание нефти и НП, опасной для объектов природной среды органики, растворимых минеральных солей.

Таким образом, отходы бурения представляют опасность для объектов природной среды.

В настоящее время характер и последствия загрязнения объектов природной среды при бурении скважин мало исследованы. Поэтому пока невозможно дать однозначную характеристику процессам, протекающим в природной среде вследствие ее загрязнения при бурении и оценить последствия этого негативного воздействия.

Но можно обобщить и систематизировать данные о характере и последствиях загрязнения ПС при бурении.

Если учесть, что все используемые при бурении материалы и химреагенты в конечном итоге уходят в отходы, то можно рассчитать, что в среднем на 1 $м^3$ отходов приходится до 68 кг загрязняющей органики, не считая нефти и НП и загрязнителей минеральной природы.

7.1.3. Влияние отходов бурения на водные объекты

Установлено, что безвредная для рыб и беспозвоночных концентрация ОБР в условиях Каспийского моря составляет не более 12.1мг/л при содержании механических примесей до 1000 мг/л. в то же время показано, что концентрация ОБР в воде, превышающая 7 мг/л, уже на седьмой день приводит к торможению развития икринок рыб, нормальное же их развитие возможно при разведении промывочной жидкости водой в 26 тыс. раз.

Наиболее опасны для рыб: баритовый утяжелитель; известь, каустич. сода, бихромат калия и др.

Особое внимание уделяется **нефтяному** загрязнению водоемов. По расчетам некоторых авторов, в водные объекты может поступать до 30 % нефти, теряемой при строительстве скважины. Как закономерность, следует отметить повышенное содержание нефти и НП в реках основных районов бурения. Особенно это характерно для заболоченных местностей. Между объемами буровых работ и уровнем загрязненности объектов нефтью и НП имеется определенная взаимосвязь.

7.1.4. Влияние отходов бурения на почву

При этом следует рассматривать вопросы агроэкологической оценки загрязняющего влияния ОБР, БСВ, Ш и отдельных химреагентов.

Что касается воздействия **ОБР** на почву, то известно, что они снижают ее микробиологическую деятельность в 8–29 раз.

Изучение последствий загрязнения наземного растительного покрова отходами бурения показало, что:

1. На всех пораженных участках наблюдаются лишь незначительное восстановление растительного покрова. Даже по истечении 15 лет растительность восстанавливается менее чем на половину;

2. Во всех случаях срезу после разлива отходов бурения, особенно содержащих нефть, растительный покров практически полностью уничтожается. Основной причиной гибели растений являются вытеснение кислорода из почвы.

Процесс загрязнения почвогрунтов отходами бурения разделяется на 3 стадии:

1. Характеризуется образованием **поверхностного ареала загрязнения** и незначительным проникновением компонентов отходов в грунтовую среду;

2. Происходит **вертикальная инфильтрация** жидких компонентов;

3. Характеризуется **боковой миграцией** загрязнителей.

В условиях Крайнего Севера разлив промывочной жидкости на снеге и грунте интенсивно поглощает солнечные лучи, вызывая

последующее таяние снега и подземных льдов. Эти процессы ведут к образованию просадок, провалов, склоновых оползней. Все это вызывает нарушение экологического равновесия, т. к. ландшафты разрушаются, а иногда утрачивают, полностью или частично, и биологическую продуктивность, т. к. гибнет растительность и животный мир. Отсутствие растительности, в свою очередь, ведет к расчленению рельефа, заболачиванию территории.

Характер загрязнения почвогрунтов на 2 и 3 стадиях определяются проницаемостью грунта. При высокой проницаемости боковая фильтрация происходит лишь вблизи зеркала грунтовых вод. В менее проницаемой среде боковая фильтрация значительна и у дневной поверхности.

Отходы бурения отрицательно влияют на фракционный состав и агрохимические показатели почв. Причина этого в высокой минерализации и щелочности бурового раствора: pH=9.5; содержание твердой фазы (глина) – 68.9 %; содержание воды – 27.84 %; содержание нефти – 3.26 %. Солевой компонентный состав: Cl^- – 4899 мг/л; HCO^-_3 – 1830; SO_4^{2-} – 5450; Ca^{2+} – 50; Mg^{2+} – 60.8; Na^+ – 6648 мг/л.

Жидкие буровые отходы, попадая в почву, плохо смешиваются с ней, образуя крупные глинистые комки, обладающие большой вязкостью и липкостью. При высыхании они не разрушаются, а агрономическая ценность почвы ухудшается.

В местах скопления буровых растворов происходит увеличение плотности почв от 1.12 до 1.5 г/см^3, что является неблагоприятным фактором для развития растений.

Попадание буровых растворов в почву увеличивает их щелочность: pH водной вытяжки – 6.8–7.04→8.35–8.37, а это угнетает растения.

Высокая **минерализация** буровых растворов приводит к резкому увеличению **засоленности** почвы, что ведет к полной гибели растений. Резко возрастает количество токсичного для растений хлора, натрия.

Таким образом, отходы бурения крайне негативно влияют на почву и растения.

При попадании на почву **нефти** тяжелые фракции проникают на незначительную глубину и задерживаются верхними слоями грунта. Более легкие фракции проникают на большую глубину. Следовательно, **загрязнение происходит главным образом легкими фракциями**. На сильнозагрязненном участке глубина проникновения нефти может достигать 90 см и более. Однако, через некоторое время площадь загрязнения может уменьшиться в случае частичного смыва нефти дождями и разложения почвенной микрофлорой.

По мере продвижения нефти вниз уровень ее содержания (насыщения) в грунте снижается.

Ниже определенного уровня, называемого остаточным насыщением, и составляющего 10–12 %, нефть перестает мигрировать и становится неподвижной[13]**.**

Под действием капиллярных сил нефтяное загрязнение расширяется (боковое распространение). Это приводит к расширению площади распространения нефти под действием капиллярных сил и уменьшает насыщенность почв нефтью. Если новых поступлений нефти в грунт нет, то может быть достигнута остаточная насыщенность и дальнейшая миграция прекратится. **Пески** и **гравийный** грунт, обладающие значительными проницаемостью и пористостью, весьма благоприятны для миграции нефти, а **глины** и **илы** ограничивают расстояния, на которые она может перемещаться.

Размеры вертикальной и горизонтальной миграции можно прогнозировать.

Миграция нефтяного загрязнения зависит от **сорбционной способности** грунтов. В общем случае грунты могут сорбировать меньшее количество нефти, чем воды. Чем выше насыщенность грунтов водой, тем ниже их способность сорбировать нефть.

Скорость изменения содержания нефти в почве неравномерна. Основная масса теряется в первые 3 месяца после попадания в почву, в дальнейшем процесс замедляется. Часть нефти механиче-

ски уносится водой за пределы участков загрязнения и рассеивается на путях движения воды потоков. При этом загрязняются грунтовые воды.

Остаточная нефть подвергается микробиологическому разложению. Незначительная часть нефти минерализуется, другая превращается в нерастворимые продукты метаболизма.

В настоящее время проводятся опытные работы по обезвреживанию отработанных буровых растворов и шлама физико-химическими и термическими методами. При окислении перекисью водорода с добавкой калия токсичность буровых отходов уменьшается в 20 раз, а при введении растворов полимера и электролита на поверхности частиц образуется непроницаемая пленка, снижающая токсичность шлама в 80–100 раз. Термическая обработка при температуре 500–600 °С позволяет практически полностью обезвредить отработанные буровые растворы и шламы

Значительное количество токсичных элементов поступает в биосферу при выбросах подземных минерализованных вод. Для свойственного глубоким горизонтам многих нефтегазоносных регионов химического состава рассолов только одной аварийной скважиной с расходом всего 1,0 л/с в течение года могут быть вынесены на поверхность около 300 т хлора, 100 кг иода, 1,5 т брома и другие химические соединения. Сброс в водоем единицы объема такой воды делает 40–60 объемов чистой воды непригодными для употребления.

При поисково-разведочном бурении на нефть должны проводиться гидрогеологические исследования с целью предотвращения нарушения геологической среды. Они включают изучение зоны активного водообмена, периодическую гидрохимическую съемку грунтовых вод для выявления фоновых содержаний загрязняющих веществ и обнаружения техногенных **гидродинамических** и **газогидрохимических** аномалий. Интерпретация полученных результатов выполняется с учетом материалов государственной гидрогеологической съемки в масштабе 1:200 000.

Разведка и бурение на нефть на Крайнем Севере сопровождается нарушанием теплофизического равновесия в условиях многолетней мерзлоты и проявлением эрозионных процессов на поверхности земли.

Строительство скважин в районах многолетней мерзлоты приводит к развитию термокарста и просадкам, что вызывает нарушение природных ландшафтов. Известны случаи аварий из-за протаивания мерзлых пород в прискважинной зоне под действием тепла в процессе бурения. В результате разрушения многолетнемерзлых пород может начаться интенсивное фонтанирование нефти и газа через устье или по заколонному пространству. Возможно также образование приустьевых кратеров, размеры которых в поперечнике достигают 250 м.

7.1.5. Мероприятия по охране недр и окружающей среды в процессе разбуривания нефтяного месторождения

1. **При бурении скважин** на нефтяных месторождениях должны быть приняты меры, обеспечивающие:

• предотвращение открытого фонтанирования, грифонообразования, поглощения промывочной жидкости, обвалов стенок скважин и межпластовых перетоков нефти, воды и газа в процессе проводки, освоения и последующей эксплуатации скважин;

• надежную изоляцию в пробуренных скважинах нефтеносных, газоносных и водоносных пластов по всему вскрытому разрезу;

• - необходимую герметичность всех технических и обсадных колонн, труб, спущенных в скважину, их качественное цементирование;

• предотвращение ухудшения коллекторских свойств продуктивных пластов, сохранение их естественного состояния при вскрытии, креплении и освоении.

2. В **процессе разведки** при подготовке месторождений к разработке необходимо опробовать все пласты, нефтегазоносность которых отлична по результатам анализа шлама, образцов пород и геофизических исследований. В случае получения при оп-

робовании этих пластов воды на них должны быть проведены исследовательские работы, уточняющие источник поступления воды, и, при необходимости, повторное опробование после изоляционных работ.

3. Вскрытие пластов с высоким давлением, угрожающим выбросами или открытыми фонтанами, необходимо проводить при установленном на устье скважин противовыбросовом оборудовании с праменением промывочной жидкости в соответствие с техническим проектом на бурение скважин.

4. Эксплуатационные объекты месторождения следует разбуривать при обеспечении всех необходимых мер по предотвращению ущерба другим объектам. При первоочередном разбуривании нижних пластов должны быть предусмотрены все необходимые технические мероприятия, гарантирующие успешную проводку скважин через верхние продуктивные пласты (предотвращающие нефтяные или газовые выбросы и открытые фонтаны, а также глинизацию верхних пластов и ухудшение их естественной проницаемости).

5. В скважинах, проводимых на нижележащие пласты, должны быть осуществлены технические мероприятия по предупреждению ухода промывочной жидкости в верхние пласты. При уходе жидкости в верхние разрабатываемые пласты эксплуатация добывающих скважин, ближайших к бурящейся, должна быть прекращена до окончания ее бурения или спуска промежуточной колонны, перекрывающей эксплуатируемый пласт.

6. Для предотвращения снижения проницаемости призабойной зоны скважин в результате длительного воздействия на них воды или глинистого раствора после окончания бурения скважин и перфорации колонны должны быть приняты меры по немедленному освоению скважин. Временное бездействие скважин, связанное с отставанием обустройства площадей, допускается только при условии заполнения ствола скважины (или хотя бы его нижней части) пластовой жидкостью.

7. В разведочной скважине, имеющей эксплуатационную колонну, последовательное опробование нескольких нефтеносных

пластов производится раздельно «снизу вверх». После окончания опробования очередного пласта его изолируют путем установки цементного моста (или других технических средств) с последующей проверкой его местоположения и герметичности, снижением уровня и опрессовкой.

8. В скважинах, не законченных бурением по техническим причинам (вследствие аварий или низкого качества проводки), в пройденном разрезе которых установлено наличие нефтегазоводоносных пластов, необходимо произвести изоляционые работы в целях предотвращения межпластовых перетоков нефти, воды и газа.

9. В процессе бурения и освоения разведочных, эксплуатационных (добывающих) и нагнетательных скважин должен быть проведен комплекс геофизических, гидродинамических и других исследований.

10. Мероприятия по охране окружающей среды в процессе разбуривания нефтяных месторождений должны быть направлены на предотвращение загрязнений земли, поверхностных и подземных вод буровыми растворами, химреагентами, нефтепродуктами, минерализованными водами. Они включают в себя:

• планировку и обваловку буровых площадок, емкостей с нефтепродуктами и химреагентами, использование для хранения буровых растворов и шлама разборных железобетонных емкостей или земляных амбаров с обязательной гидроизоляцией их стенок и днища;

• многократное использование бурового раствора, нейтрализацию, сброс ц поглощающие горизонты или вывоз его и шлама в специально отведенные места:

• рациональное использование и обязательную рекультивацию земель после бурения[2; 3; 13].

7.2. Строительство объектов нефтегазодобычи

При нефтегазовом строительстве основной экологический ущерб наносится верхним приземным слоям литосферы и наземным биогеоценозам. Структурные элементы литосферы (почвы, грунты, грунтовые воды, растительные и животные сообщества) подвергаются физико-механическим воздействиям транспорта и строительной техники, размещаемых временных и постоянных объектов, загрязнениям (физическим, химическим, в том числе органическим и биологическим).

В процессе строительства происходит разрушение почв и утрата ими плодородия. Даже возвращение по окончании строительства ранен снятого плодородного слоя снижает плодородие почв в 2–3 раза из-за структурных нарушений, перемешивания части почв с подстилающими ее грунтами. На восстановление плодородия пашни в благоприятных природно-климатических условиях потребуется 3–5 лет. Если работы по рекультивации своевременно не проводятся, то негативные последствия усугубляет водная и ветровая эрозия.

При сооружении магистрального трубопровода на каждые 100 км трассы нарушается в среднем 500 га земельных угодий, при прокладке дорог – не менее 250 га, да ещё под карьеры отводится не менее 100 га.

Основной экологический ущерб при трубопроводном строительстве наносится природной среде в период подготовительных работ по расчистке и планировке трассы, а также при вывозке на трассу труб, пригрузов и других материалов. К основным видам неблагоприятных воздействий на окружающую среду при подготовительных работах относятся:

• уничтожение или нарушения разной степени почвенно-растительных покровов;

• возникновение пожаров;

• загрязнение и замутнение водоёмов, нарушение естественного стока, заводнение и подтопление территорий, ведущее к заболачиванию и водной эрозии;

• загрязнение почв и земель нефтепродуктами, строительными материалами и отходами, бытовыми стоками и твердыми отходами.

Основными источниками загрязнения почв в нефтегазовом строительстве являются нефтепродукты (ГСМ), проливаемые на землю при заправках или ремонте техники, промышленные и бытовые стоки, еще нередко сбрасываемые на стройплощадках и базах на рельеф, а также отходы стройматериалов и твердые бытовые отходы.

Большой ущерб наносится при нефтегазовом строительстве биосфере. При прокладке трубопроводов вырубаются леса в полосе отвода, на многие годы уничтожаются внедорожными разъездами пастбища. Распугиваются и уничтожаются браконьерами птицы и звери. Из-за многочисленных случаев нарушения гидрологического режима малых рек, разрушения берегов больших рек и водоемов при прокладке подводных переходов, загрязнения их нефтепродуктами рыба уходит с мест нерестилищ и гибнет.

Основными источниками загрязнения атмосферы в строительном комплексе являются автотранспорт и предприятия стройиндустрии (заводы железобетонных изделий, кирпичные и механические заводы, деревообрабатывающие предприятия, котельные на жидком, твердом и газообразном топливе).

Загрязняющими веществами являются производственная пыль, углеводороды, аэрозоли, окислы азота, серы, углерода и др.

В сточных водах указанных предприятий загрязняющими веществами являются взвешенные вещества, нефтепродукты.

Большие объёмы водных ресурсов используются при проведении гидравлических испытаний нефтегазопроводов. Вода после испытаний, сильно загрязнённая грунтом, продуктами коррозии, окалиной, огарками электродов, сбрасывается в водоёмы или по рельефу в овраги и может принести ущерб окружающей среде, размывая грунт, заводняя местность и загрязняя водоёмы.

Экологический ущерб, наносимый окружающей среде в процессе строительства, не ограничивается загрязнением воздуха, воды,

почв, уничтожением флоры и фауны. В ряде случаев рост нагрузок на грунты (статических, динамических, термодинамических) приводит к нежелательным явлениям и процессам - просадкам, оползням, заводнению, что угрожает устойчивости возводимого объекта и нарушает равновесие в геотехнической системе. Особенно опасны эти нарушения при строительстве на многолетнемёрзлых грунтах, где самые незначительные нарушения поверхностного термоизолирующего слоя почвы приводят к образованию карстовых воронок, овражной эрозии и другим не менее опасным для природы и объекта последствиям.

При потреблении природных ресурсов – сырья для стройматериалов, нарушаются сложившиеся формы рельефа поверхности, почвенный покров и структура почв. Следствием таких нарушений является изменение гидрологического и геокриологического режимов.

7.3. Добыча и подготовка нефти

Загрязнение почвы и воды может происходить и при сборе, подготовке, транспорте и хранении нефти, газа и воды.

Однотрубная герметизированная система сбора имеет несомненные преимущества с точки зрения охраны окружающей среды. Применение герметизированных однотрубных систем сбора продукции скважин и блочного оборудования позволяет все процессы, связанные с выделением газа из нефти, подготовкой нефти, газа и воды, сосредоточить на установках, расположенных в одном центральном пункте.

Система сбора нефти на промыслах является источником загрязнения водных ресурсов и почвы. Это обусловлено: а) большой протяженностью трубопроводной сети, которая достигает 100 км для среднего промысла; б) невозможностью практически предугадать место порыва коллекторов; в) невозможностью обнаружить мгновенно порывы коллекторов, особенно небольшие. В итоге объемы разлитой нефти, как правило, превышают объем остальных загрязнений.

Внедрение герметизированных систем сбора и транспорта нефти, хотя в значительной степени и снижает вероятность коррозии оборудования и коммуникаций, однако при подготовке нефти и воды герметизация часто нарушается вследствие коррозии, что приводит к утечке нефти и пластовых вод и загрязнению тем самым объектов окружающей среды.

Территория нефтепромыслов может загрязняться из-за неплотности в промысловых нефтепроводах и водоводах (утечки через сальники задвижек, фланцевые соединения, коррозия, эрозия, механические повреждения тела трубы и т. д.).

Исследованиями БашНИПИнефть н ВНИИСПТнефть установлено, что основная причина аварий на водоводах в районах добычи нефти – коррозия металлов.

Работа промыслового оборудования в нефтяной промышленности происходит в крайне неблагоприятных условиях. Наряду с почвенной коррозией весьма существенное коррозионное воздействие на оборудование оказывает продукция самой скважины.

Узлы промысловой подготовки нефти (газосепарация, предварительный сброс пластовой воды, блоки обезвоживания и обессоливания) и общепромысловые резервуарные парки являются конечными пунктами сбора н транспорта нефти на промыслах. Обычно они располагаются на одной территории и объединяются в одно хозяйство. Поэтому канализация резервуарных парков и деэмульсационных установок также объединяются в общую систему.

При эксплуатации этих установок источниками загрязнения могут быть переливы и продукты, накапливающиеся в отстойной аппаратуре, резервуарах, которые составляют 0,5–12 г/т подготовленной нефти.

Остатки подготовки нефти, нефтяные шламы, значительно отличаются по физико-химическим свойствам от самой нефти и требуют периодического удаления из аппаратуры, что осуществляется при чистке аппаратов и сопровождается загрязнением территории.

Для интенсификации процессов разрушения эмульсии на установках подготовки нефти и даже в отдельные скважины дозируются поверхностно-активные вещества (ПАВ) – деэмульгаторы.

Деэмульгаторы – химические реагенты с большой поверхностной активностью – могут быть использованы при всех способах разрушения водонефтяных эмульсий: механических (отстой, фильтрация, центрифугирование), термических (подогрев, промывка горячей водой), электрических (обработка в электрическом поле постоянного или переменного тока) и т. д.

Деэмульгаторы – основное средство разрушения эмульсий и интенсификации любого способа разрушения эмульсий. Их применение позволяет улучшить качество товарной нефти, упростить технологический процесс, сократить время отстоя, осуществить предварительный сброс основной массы воды из эмульсии и способствует более полной очистке отделившейся воды от нефти и взвешенных частиц.

При подготовке нефти используют анионоактивные и неионогенные ПАВ: блоксополимеры окиси этилена и пропилена, оксиэтилированные амины, СЖК, высшие жирные спирты и алкилфенолы (проксанол-305, проксамин-385, дисольван-4411, дипроксамин-157, и др.). Расход современных эффективных реагентов составляет 40–100 г/т[13].

Подачу химических реагентов на практике проводят двумя способами: в разбавленном виде и впрыском концентрированного деэмульгатора.

Основными **источниками** загрязнения окружающей среды при эксплуатации систем сбора и транспорта продукции скважин на нефтяных месторождениях являются следующие сооружения и объекты нефтепромыслов:

1. **Устья скважин и прискважинные участки**, где разлив нефти, пластовых и сточных вод происходит из-за нарушений герметичности устьевой арматуры, а также при проведении работ по освоению скважин, капитальному и профилактическому ремонту.

2. **Трубопроводная система** сбора и транспорта добытой жидкости из пласта и закачки сточных вод в нагнетательные скважины из-за неплотностей в оборудовании, промысловых нефтесборных и нагнетательных трубопроводах.

3. **Резервуарные парки и дожимные сборные пункты**, где разлив добытой жидкости происходит при спуске из резервуаров сточных вод, загрязненных осадками парафино-смолистых отложений, переливах нефти через верх резервуаров.

4. **Земляные амбары, шламонакопители и специальные площадки**, в которые сбрасываются осадки с резервуаров и очистных сооружений, представляющие отложения тяжелых фракций нефти, парафино-смолистых веществ и всевозможных примесей, насыщенных нефтью, нефтепродуктами и химреагентами, а также твердых минеральных примесей. В этих шламах могут содержаться до 80–85 % нефти, до 50 % механических примесей, до 70 % минеральных солей и до 5 % поверхностно-активных веществ.

7.3.1. Схемы водоснабжения системы заводнения нефтяных месторождений

На крупных нефтяных месторождениях обычно применяется внутриконтурное н законтурное заводнение. Поэтому в зависимости от **системы разработки** нефтяного месторождения определяется схема расположения нагнетательных скважин, магистральных водопроводов и размещение кустовых насосных станций по площади месторождения.

В зависимости **от площади** нефтяного месторождения и коллекторских свойств продуктивного пласта определяется количество нагнетательных скважин, что, в свою очередь, обусловливает количество кустовых насосных станций. Из практики осуществления схем заводнения нефтяных месторождений можно принять 10–15 нагнетательных скважин на одну кустовую насосную станцию. Большое количество нагнетательных скважин, подключаемых к одной кустовой насосной станциии, приводит к нерациональному удлинению разводящих водоводов, что ведет к необходимости при-

менения водоводов большего диаметра, особенно при высокой приемистости скважин. При большой площади заводняемого нефтяного месторождения желательно рассредоточить **водозаборные** сооружения в нескольких местах. Так, например, на Туймазинском нефтяном месторождении Башкирии водозаборные сооружения расположены в четырех местах, что позволило снизить количество дожимных и насосных станций II и III подъема, а также для магистральных водоводов применять трубы меньшего диаметра (200–300 мм) и уменьшить длину магистральных водоводов.

Большое влияние на схему водоснабжения оказывает принятый источник водоснабжения: его характер, мощность, качество воды в нем, удаленность его от нефтяного месторождения и т. д.

При использовании воды открытых русел водоемов применяются водоприемники различных типов и конструкций, представляющие собой иногда весьма сложные гидротехнические сооружения. При использовании подрусловых вод водоприемные сооружения выполняются в виде подрусловых скважин (артезианских) и водосборных галерей.

Сопоставление качества воды источника и требований, предъявляемых к ней, определяет необходимость очистки, а также степень и технологию очистки. Вода открытых водоемов, особенно рек, в большинстве случаев содержит значительное количество примесей. Поэтому во многих случаях появляется необходимость предварительной очистки речных вод до определенной степени, т. е. строительство очистных сооружений. При отсутствии необходимости очистки воды схема водоснабжения значительно упрощается.

Особое внимание следует уделить **биологической** и **химической совместимости** закачиваемых вод. Применение **пресных вод** для заводнения нефтяных коллекторов способствует развитию **микробиологических** процессов и, как следствие, **заражению продуктивных пластов** аэробными и анаэробными **бактериями**. Скорость формирования микробиологического сообщества в призабойных зонах нагнетательных скважин зависит от физико-химических условий пласта и количества закачиваемой воды, содержащей **кислород**.

В среднем этот период времени исчисляется несколькими месяцами, реже первыми годами от момента начала разработки месторождений с ППД.

Наибольшую опасность в связи с высокой коррозийной активностью представляют сульфатвосстанавливающие, нитрофицирующие, тионовые и железобактерии. Среди разнообразных групп микроорганизмов, обнаруженных в **попутных** водах, следует отметить сульфат-восстанавливающие бактерии, содержание которых достигает нескольких миллионов клеток в 1 мл воды.

Оптимальными **условиями** для жизнедеятельности этого типа бактерий являются близкая к нейтральной реакция водной среды, отсутствие или минимальное содержание свободного кислорода, минерализация воды в пределах 10–100 г/л, температура 20–40 °С. Именно они обусловливают процесс восстановления сульфатов, который ведет к накоплению **сероводорода** и усилению явлений **коррозии** нефтепромыслового оборудования.

Требования, предъявляемые к качеству закачиваемой **речной** воды, постоянно возрастают, и сегодня для их использования в заводнении нефтяных пластов рекомендуется комплекс **технологической подготовки**. С помощью двухступенчатого фильтрования или последовательных операций, связанных с коагулированием, отстаиванием и фильтрованием, содержание в речной воде твердых **механических примесей** ограничивается 2–5 мг/л, **растворенного кислорода** – не более 0.1 мг/л, а коррозионная агрессивность не должна превышать 0,15 мм/год. **При подготовке речной воды должны быть полностью удалены сульфатвосстанавливающие бактерии.**

При контакте закачиваемых и подземных вод отмечается изменение термодинамических условий миграции флюидов, сопровождающееся **нарушением солевого равновесия** и интенсификацией процессов биогенной сульфатредукции.

Известно, что около 80 % потерь от коррозии нефтепромыслового оборудования связано с деятельностью сульфатвосстанавливающих бактерий. Под воздействием этих микроорганизмов проис-

ходит окисление водорода металла и осаждение железа в сульфидной форме. Сульфид железа образует гальваническую пару с железом, в которой сульфид железа является катодом, а железо подвергается анодному растворению. Скорость коррозии металла может достигать **6** мм/год.

Для защиты оборудования и коммуникаций от коррозии широко используют **ингибирование** всей добываемой жидкости и закачиваемой в пласт воды.

Для предотвращения солеотложения в продуктивных пластах и дня защиты от микробиологической коррозии нефтепромыслового оборудования применяют для ППД природные и сточные растворы, совместимые по химическому составу с подземными водами. Возможно использование химических реагентов-ингибиторов в композиции с полимерами, **бактерицидами** и другими активными веществами.

При наличии в природной зоне **глинистых** минералов под влиянием нагнетаемой воды снижается проницаемость пласта и приемистость скважин. Разбухание интенсивно развивается при контакте с **пресными** водами и существенно снижается при использовании попутных вод повышенной минерализации. Опытные данные показывают, что разбухание глин не происходит при минерализации закачиваемой воды более 20-30 г/л и содержании ионов кальция и магния более 10 %.

Образующиеся сточные воды нефтепромыслов практически полностью используются или должны использоваться повторно в процессах нефтедобычи. Отрасль не относится к производству, технологические процессы которого **обязательно** должны приводить к загрязнению окружающей среды. Если и допускается загрязнение окружающей среды, то оно является результатом аварий, нарушения технологической дисциплины и правил охраны окружающей среды.

Нефтепромысловые **сточные** воды в зависимости от химического состава обладают различной агрессивностью по отношению к металлу, бетону и др. материалам. Основными коррозионными

агентами сточной воды являются растворенные соли различного состава, кислород, сероводород и др. Скорость коррозии труб и оборудования изменяется в широких пределах. Стальные трубопроводы для сточных вод с высокой температурой (до 70 ^{o} С), содержащих более 100 мг/л сероводорода, выходят из строя через один-два года. Коррозия приводит к сквозным поражениям труб. Причем наиболее интенсивному разрушению подвергаются сварные швы.

По данным БашНИПИнефть, ВНИИСПТ и других, **содержание кислорода** оказывает одно из основных влияний на коррозионную агрессивность вод. Например, при наличии 1 мг/л кислорода в месте водоподготовки при работе КНС с буферным резервуаром на расстоянии около 10 км от места содержание кислорода возрастает до 5 мг/л, в то же время на соседней КНС, работающей с того же водовода, но без буферного резервуара, количество O_2 составляет 0,5 мг/л. Соответственно изменяется и величина порывов от 0,5–0,1 на км при давлении 100атм КНС до 1,5–1 на км при давлении 60атм (КНС-3).

Наблюдается следующее соотношение величин разлива нефти вследствие аварий (в %): коррозионные разрушения труб – 50,1, некачественное проведение строительно-монтажных работ – 19,8, прочие причины – 30,1.

Значительно увеличивается количество аварий на водоводах, перекачивающих сточные воды, содержащие сероводород, где среднее число аварий, приходящихся на 1 км действующего водовода (по данным ВНИИСПТ) распределяется следующим образом: водоводы пресных вод – 0,7; водоводы сточных вод, не содержащих сероводород, – 2,9; то же, содержащих сероводород, – 3,4.

В значительной степени такое положение характерно и для многих других нефтяных районов. Ежегодный ущерб от коррозии в нефтяной промышленности составляет сотни миллионов рублей, плюс большая потеря металла и добычи нефти в результате аварий, а также загрязнение объектов окружающей среды. Разлитая пластовая вода засолоняет почву и приводит к гибели растительности,

а утечка ее через обсадные колонны эксплуатационных и нагнетательных скважин вызывает нежелательное загрязнение подземных водоносных горизонтов.

На большинстве нефтяных месторождений способы очистки и утилизации сточных вод на промыслах предусматривают выделение основной массы нефтепродуктов и твердых примесей, содержащихся в сточных водах, в резервуарах-отстойниках.

В зависимости от свойств сточных вод основными рекомендованными способами очистки служат следующие: механический, химический, физико-химический и биохимический (последний, к сожалению, практически не используется).

Качество промысловых сточных вод различных нефтяных месторождений имеет чрезвычайно разнообразный характер, изменяется в широких пределах и зависит от геологических свойств месторождения нефти, времени его разработки, технической оснащенности и метода очистки стоков на очистных сооружениях.

Основную массу сточных вод (85 %) нефтепромыслов составляют пластовые (добываемые с нефтью) воды. Количество пластовой воды, отделяемой от нефти, зависит от обводненностн нефти в продуктивном пласте. На старых, давно разрабатываемых нефтепромыслах обводненность нефти может достигать 70–80 % и более (например, на ОАО «Башнефть» обводненность нефти в среднем составляет около 80–85 %) [2; 13].

От 2 до 10 % сточных вод нефтепромыслов составляют ливневые воды, которые в большинстве случаев состоят из пресных технических и дождевых вод. Эти воды загрязнены в основном нефтепродуктами и механическими примесями, содержание которых изменяется соответственно от 100 до 2000 мг/л и от 100 до 5000 мг/л.

При закачке сточных вод в нефтяные пласты под высоким давлением они могут просачиваться в верхние пресноводные горизонты по затрубному пространству обсадных колонн из-за просадки цемента или из-за некачественного цементажа, или по «окнам водоупорных толщ». Все это может привести в полную негодность для употребления в хозяйственно-бытовых и питьевых целях ближайшие водоемы и питьевые колодцы.

Так при нарушении эксплуатации одной из поглощающих скважин был осолонен Бишиндинский каптаж – один из источников водоснабжения г. Туймазы. Водозабор отключался от питания города.

Нефтепромысловые сточные воды могут оказать отрицательное влияние на состояние водоснабжения населения. Обнаружено, например, что частые аварийные порывы водоводов сточных вод цехов ППД, подготовки и перекачки нефти в местах водопользования населения пос. Шкапово, Озеровка, Мелисоново и других районов размещения ОАО «Башнефть») привели к попаданию стоков в подземные воды и резко ухудшили состав воды в колодцах и родниках населенных пунктов.

На практике были случаи загрязнения и осолонения колодезных вод из-за перелива сточных вод из насосных станций.

Ухудшение качества воды, прежде всего, выражалось изменением ее органолептических свойств. Подземные воды приобретали горько-солоноватый привкус и запах нефтепродуктов до 5 баллов. Наблюдалось увеличение в воде хлоридов, сухого остатка и жесткости.

7.3.2. Методы борьбы с нефтяным загрязнением на водных объектах

В настоящее время применяют следующие методы ликвидации нефтяных загрязнений водных объектов:

- механические,
- физико-химические,
- химические,
- биологические.

7.3.2.1. Механические методы удаления нефти

К ним относятся различные методы сбора нефти с водной поверхности, начиная от ручного вычерпывания нефти до машинных комплексов нефтемусоросборщиков [13].

Первоначально должно быть осуществлено концентрирование и ограждение находящейся на водной поверхности нефти при помощи плавающих бонов.

Конструкция бонового заграждения состоит из плавучей, экранирующей и балластной частей. Плавучая часть может быть выделена в виде отдельных поплавков (1) прямоугольного или круглого сечения.

Экранирующая часть представляет собой гибкую или жесткую пластину (2), присоединенную к плавучей части бона и нагруженную для придания устойчивости балластной цепью, трубой или растяжками (3).

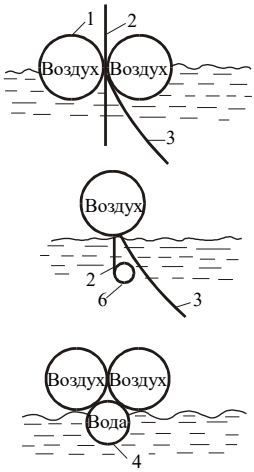


Рис.2. Конструкции бонового заграждения

Предлагается устраивать заграждение подводного типа в виде **пневматического** барьера, принцип работы которого заключается в создании препятствий на поверхности воды при непрерывной подаче воздуха через перфорированную трубу, уложенную на дно водоема под определенныи углом к направлению течения.

В Канаде общество по борьбе с пролитой нефтью и служба охраны окружающей среды предложила испытать дивертор воздушных пузырьков, когда насосы и скорость течения делают невозможным испытание плавучих бонов. Дивертор представляет собой стальную оцинкованную трубу диаметром 6 см, перфорированную, состоит

из звеньев. Собирается на берегу и укладывается с помощью лебедки на дно реки под углом 15–30° к течению. Через перфорацию компрессором подается сжатый воздух. За счет расположения дивертора под углом нефть клином направляется к берегу, где она может быть собрана ковшом.

Максимальная длина 134м, якорь не требуется.

Во ВНИИСПТнефти (ИПТЭР) разработан и испытан образец устройства для сбора нефти с поверхности воды при аварийных разливах на подводных переходах магистральных нефтепроводов через судоходные реки. Принцип работы – эффект вихревой воронки. Испытания на р.Белой показали, что производительность нефтесборщика по нефти зависит от толщины пленки плавающей нефти и при толщине 3,5 мм составляет 30 м^3/ч. Чем больше толщина пленки, тем больше производительность.

Один из запатентованных методов США предлагает использовать транспортер, установленный на плавучей платформе, нижняя часть движущейся ленты которого погружена в воду. При движении ленты через поверхность раздела вода – воздух нефть прилипает к ней и переносится вверх, где снимается с ленты специальным очистителем и переносится в накопитель. Для увеличения захвата нефти лента покрыта специальным волокнистым материалом.

В бывшем СССР предложено устройство следующей конструкции: в конце длинной фермы с емкостями на концах для плавучести, установлен сепаратор. С помощью направляющих экранов нефть подается к сепаратору, откуда загрязненная вода и нефть поступают в специальные емкости.

Большое число методов и устройств предлагается для удаления нефти с больших акваторий (реки, моря). Зарубежные специалисты, например, французские, запатентовали устройство для обработки верхнего слоя жидкости, представляющей собой плоскодонное судно длиной 70 м, шириной 20 м, высотой 6 м и осадка – 4 м. В носовой части корпуса (на высоте воды) расположены отверстия для забора загрязненной нефтью воды, которая поступает в центральный отсек (внутри судна), где разделяется на нефть и воду.

Производительность такого типа устройств высокая: 150 т/ч, существует и более высокая производительность – до 6000 $м^3$/ч[2].

7.3.2.2. Физико-химические методы удаления нефти

К ним следует отнести, в первую очередь, применение адсорбирующих материалов: пенополиуретан, угольная пыль, резиновая крошка, древесные опилки, пемза, торф, торфяной мох и т. п.

Губчатый материал из полиуретановой пены хорошо впитывает нефть и продолжает плавать после адсорбции. По расчетным данным 1 $м^3$ полиуретанового пенопласта может адсорбировать с поверхности воды приблизительно 700 кг нефти.

Адсорбенты органического и неорганического происхождения перед применением могут гранулироваться (порошкообразные) и пропитываться гидрофобизаторами.

Технология применения заключается в распылении их на нефтяную пленку.

Перспективно применение гранулированных адсорбентов и жидкостей, обладающих магнитными свойствами, которые после адсорбции нефти легко удаляются магнитом.

Американская фирма разработала технологию применения для сбора нефти магнитной жидкостью, придающей нефти магнитные свойства и позволяющая убирать ее даже в виде тонких пленок. Но есть проблемы, так как подобные реагенты в основном токсичны. Кроме того, возникают трудности с равномерным рассеиванием гранул на загрязненной водной поверхности, особенно в ветреную погоду.

Для удаления нефти возможно применение минерального сырья – в частности перлитового. При термообработке при 600–1000 ºС перлитовое сырье вспучивается. Для гидрофобизации на нем создается тонкая пленка парафинполимерной смеси. Нефтепоглощение: у необработанного перлита 0,52; после обработки – 0,64–0,7 г/г перлита. Попадая на поверхность воды, материал адсорбирует нефть и образует густую плотную массу, удобную для сбора обычными средствами (в том числе частыми траловыми сетями).

Патент Канады предусматривает сбор разлитой по поверхности воды нефти с помощью диатомовой земли при соотношении объемов земли и нефти от 3:1 до 1:1. Образующийся глинообразный материал опускается на дно водоема. Смесь диатомной земли с сеном, соломой, торфом в сочетании с адсорбированной нефтью плавает на поверхности не меньше недели [13].

7.3.2.3. Химические методы удаления разливов нефти

Удаление нефти с помощью химических соединений – детергентов – нашло применение при разливах нефти на море.

К детергентам относятся растворители и ПАВ, способствующие образованию эмульсий. Наибольшее число этих соединений относится к алкилбензолсульфонатам Na, которые отличаются по длине углеводородной цепи, связанной с бензольнымм кольцом. Следует отметить, что токсичность детергентов для морских организмов часто выше, чем самой нефти и поражающее действие нефтяного загрязнения на гидробионты может быть только усилено.

Эстонские авторы предлагают испытать модифицированный термообработкой торф. Им наполняют пористые капроновые боны, что значительно упрощает технологию сбора и удаления нефтепродукта с поверхности воды.

В Германии для связывания нефти в нефтевоздушные суспензии предлагают испытать высокодисперсную аморфную гидрофобную кремнекислоту – силикагель – сорбент для нефти [2; 3].

7.3.2.4. Микробиологическое разложение нефти

Это перспективное направление предотвращения загрязнения водоемов нефтепродуктами. Для некоторых бактерий нефть является питательной средой. Микробиологическая активность в большей степени зависит от температуры: скорость микробиологических процессов удваивается при увеличении температуры на 10 ^{o}C. На развитие микроорганизмов большое влияние оказывает содержание высоколетучих алифатических компонентов нефти. Введение в воду незначительных количеств нитратов и фосфатов увеличивает степень разрушения нефти на 70 %.

Число органических соединений, используемых микроорганизмами в качестве источников углерода очень велико. Можно считать, что для каждого углеводородного соединения, существующие микроорганизмы способны его разложить.

Оценка степени загрязненности почв и методы их очистки разработаны гораздо слабее, чем для воды.

Механическая очистка почв и вод считается трудоемкой, связана со значительными экономическими затратами. По имеющимся, хотя и немногочисленным данным, перспективными могут оказаться микробиологические методы.

Испытания по биологической очистке старых нефтяных амбаров в округе Санта-Барбара (США): объем амбара 1110 $м^3$. В течение 6 месяцев бактерии переработали 525 $м^3$ нефти, а вся – оказалась разрушенной. На переработку 1 $м^3$ материала в амбаре израсходовано 1,25 долларов.

Кавказским отделом гидрогеологии и водных ресурсов предложено создавать биологические пруды, обладающие повышенной самоочищающей способностью по отношению к нефтепродукту. Биопруд состоит из двух каскадов плотин, построенных в местах сточных вод. Верхний каскад пруда задерживает механические примеси и крупные частицы, а в нижнем каскаде происходит очистка от нефти и солей. Уровень воды в пруду на втором каскаде поддерживается на заданном уровне. Вода задерживается на десятки часов для микробиологического очищения. Иловые отложения (микроорганизмы) и мелководье создают благоприятные условия для роста камыша, осоки, то есть тех растений, которые потребляют неорганические ионы и способствуют развитию нефтеокисляющих бактерий.

Таким образом, существуют много методов и средств для ликвидаций нефтезагрязнения объектов природной среды. Но их выбор в каждом конкретном случае индивидуален в зависимости от природных и климатических условий.

Остановимся на вопросе сбора плавающей нефти с поверхности шламового амбара и нейтрализации ее вредного воздействия на компоненты природной среды.

Согласно выборочным обследованиям – количество плавающей нефти составляет от 50–60 кг до 10–12 т [13].

Нефть поступает в шламовые амбары 1) с буровыми растворами, в которые специально вводится как противоприхватная добавка; 2) с БСВ – от обмыва штоков буровых насосов, мытья полов в дизельном блоке и т. д.

В ряде случаев такая нефть содержит преимущественно легкие фракции углеводородов (Зап.Сибирь), а в некоторых местах (Узбекнефть, Белоруснефть, Краснодарнефтегаз) она может быть представлена тяжелыми смолистыми фракциями. В Западной Сибири, Татарии, Башкирии и др. практикуют откачку такой плавающей нефти в действующий нефтепромысловый коллектор. Однако откачка нефти с высоким содержанием смолистых и гудроновых фракций не эффективна и большая часть ее остается в амбарах.

Рассмотренные методы удаления нефти с водных поверхностей показали, что наиболее эффективными средствами являются **физико-химическая сорбция** и **микробиологическое разложение**. Эти методы наиболее перспективны для борьбы с нефтяными загрязнениями окружающей среды при строительстве скважин.

Перспективным является совмещение в одном материале способности физико-химической сорбции нефти и ее биодеструкции под действием микробиологического фактора компонентов природной среды.

Наиболее доступным и практичным целесообразно считать такой способ удаления нефтезагрязнения, при котором обеспечивается сбор плавающей нефти с помощью нефтесорбента и последующее захоронение такой массы непосредственно в шламовом амбаре или на специальных земельных участках с последующим ее биоразложением почвенными микроорганизмами. Для этого следует создать условия, которые обеспечат активизацию в почвенной среде природных нефтеокисляющих микроорганизмов. В первую очередь это (активизация) достигается путем создания в почве оптимального содержания биогенных элементов: N и P. Этим и обусловлен поиск биостимуляторов, входящих в состав нефтесорбентов.

Главным требованием к материалам, сорбирующим углеводороды нефти, является наличие высокоразвитой пористой структуры с гидрофобной поверхностью. Таким требованиям в полной мере отвечают новые нефтесорбенты, полученные на основе продуктов пиролиза отходов древесины, в частности технической щепы, шпона, опилок мягких пород древесины.

При пиролизе отходов такой древесины образуется порошок с размерами частиц 0,3–0.7 мм. Называется сорбент «Илокор».

Сорбционная емкость 8-8,8 г/г сорбента.

Удельная поверхность 2840–3660 $м^2$/г.

Плотность 0,82–0,87 г/$см^3$.

Материал экологически чистый, не оказывает отрицательного влияния на биологические объекты.

Вторая модификация «Эколан» [2; 3].

7.3.2.5. Технология сбора плавающей нефти с водных поверхностей

Необходимые технические средства:

- для ограждения загрязненных участков акваторий и локализации разливов нефти;
- для сбора плавающей на поверхности воды нефти;
- для удаления, утилизации или уничтожения собранных загрязненных веществ.

Технология применения нефтесорбента ЭКОЛАН для ликвидации нефтяного загрязнения водных поверхностей амбаров.

Сущность: нефтесорбент наносится на слой плавающей нефти.

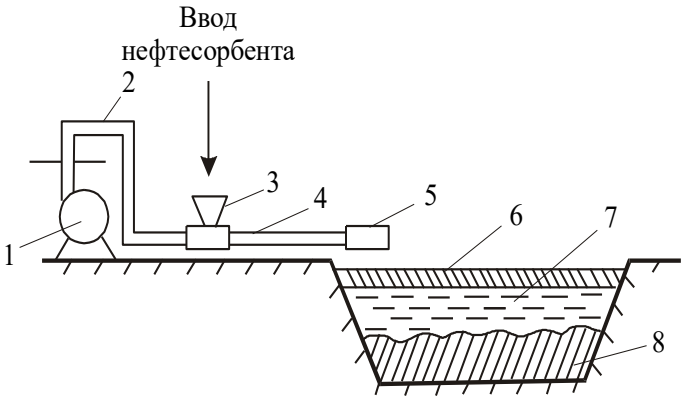


Рис.3. Принципиальная технологическая схема обработки поверхности ША

1 – слой плавающей нефти, 2 – эмульсионный слой, 3 – вода (БСВ), 4 – шлам, 5 – компрессор, 6 – ввод нефтесорбента, 7 – распылитель

Технические средства нанесения: могут быть использованы вентиляционные установки.

Сорбент обладает высокой плавучестью, не тонет и при адсорбции нефти, не смачивается водой. Нефть с нефтесорбентом может легко удаляться с водной поверхности механическим путем (может быть черпак или специальный сепаратор).

Недостатки:

• при распылении сорбента в неблагоприятных условиях часть его выносится за пределы зоны очистки;

• сорбент из-за низкой плотности плохо проникает в толщу нефтезагрязения и при большой толщине нефтяного слоя коэффициент использования сорбента резко снижается.

Указанные недостатки можно преодолеть путем подачи сорбента в зону очистки из-под воды, а распыление сорбента можно осуществить напорным водным потоком [13].

7.3.3. Утилизация вод нефтяных месторождений

В настоящее время для нейтрализации воздействия **сточных вод** на окружающую среду применяется их естественное **упаривание в прудах-испарителях** и на **полях фильтрации, закачка** в глубокие поглощающие горизонты и **заводнение** продуктивных коллекторов для ППД.

Первые два способа используются ограниченно, так как косвенно влияют на загрязнение **воздушной среды и подземных вод**.

Наиболее приемлемым с **экологических и экономических** позиций является **заводнение** продуктивных горизонтов. Кроме повышения нефтеотдачи, ППД позволяет уменьшить вероятность изменения пространственного положения или разрушения залежей из-за увеличения градиентов напоров в продуктивных резервуарах.

В отечественной и зарубежной практике накоплен опыт захоронения промысловых сточных вод в глубокие поглощающие горизонты. Они должны иметь значительное площадное распространение, высокие емкостные и фильтрационные характеристики, быть приуроченными к зоне застойного или замедленного гидродинамического режима, обладать выдержанными водоупорами, исключающими гидравлическуто связь пласта-коллектора с другими водоносными горизонтами. Обязательным условием должна быть **совместимость** составов **пластовых** и **закачиваемых** вод. В противном случае происходит отложение солей в призабойной зоне нагнетательных скважин, что отрицательно сказывается на их приемистости. Участки размещения нагнетательных скважин необходимо располагать за пределами сейсмически активных районов.

Контроль за гидрогеологическими параметрами поглощающих горизонтов осуществляется с помощью **наблюдательных** скважин. Однако даже при соблюдении всех мер предосторожности, предъявляемых к системе нагнетания и поглощающему объекту, **захоронение сточных вод в подземные горизонты представляет потенциальную опасность для геологической среды.**

Наиболее рациональное **использование** подземных вод и рассолов, добываемых вместе с нефтью, возможно при **заводнении** продуктивных горизонтов для поддержания пластового давления. Применение системы ППД позволяет повысить нефтеотдачу пластов и темпы отбора нефти и, как следствие, сократить срок разработки месторождения. Кроме того, решается вопрос **оборотного водоснабжения нефтедобывающих предприятий** и сокращаются расходы на бурение поглощающих скважин. В настоящее время свыше 1,5 млрд. $м^3$ пластовых вод откачивается из коллекторов вместе с нефтью, из них 90 % попутных вод находит применение в системах заводнения, а по отдельных объединениям этот показатель достигает 95–100 %. Благодаря утилизации этих вод, в оборотном водоснабжении частично **компенсируется расход пресных вод** для технологических целей при добыче нефти. Использование пластовых или сточных вод позволяет повысить коэффициент вытеснения нефти на 5–8 % по сравнению с применением пресных вод для той же цели. Однако суммарное потребление поверхностных вод при разведке и эксплуатации месторождений углеводородного сырья еще весьма значительно [13].

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете механические методы удаления нефти.
2. Какие вы знаете физико-химические методы удаления нефти.
3. Какие вы знаете химические методы удаления разливов нефти.
4. Как развивается процесс микробиологического разложения нефти.

7.3.4. Нефтяной газ как источник загрязнения атмосферы Факельные установки

Существенный вклад в загрязнение воздушного бассейна вносит нефтяной газ, который ежегодно сжигается в факелах в объеме десятков миллиардов кубических метров. Потери нефтяного газа только в нашей стране составляют более 8 % общих мировых по-

терь этого ценного углеводородного сырья. Утилизация ресурсов нефтяного газа, в целом не превышает 75 %, что эквивалентно потере 80 млн.т нефти. Несмотря на то, что максимальная степень использования ресурсов **нефтяного газа** в старых нефтегазодобывающих районах Поволжья и Северного Кавказа достигает 90–96 %, его отрицательное воздействие на биосферу в ряде случаев является доминирующим среди существующих **источников загрязнения** [13].

Следует учитывать высокую миграционную активность газообразных веществ, которые фиксируются не только у источника загрязнения, но и на значительном удалении от него. Максимальный ореол рассеяния (до **15** км) характерен для углеводородов, аммиака и оксидов углерода; сероводород мигрирует на расстоянии 5–10 км, а оксиды азота и сернистый ангидрид отмечаются в пределах 1–3 км от очага загрязнения. Помимо **химического** воздействия при сжигании газа происходит и **тепловое** загрязнение атмосферы. На расстоянии до 4 км от факела наблюдаются признаки угнетения растительности, а в радиусе 50–100 м – нарушение фонового растительного покрова.

Уровень распространения загрязнения **по площади** при сжигании газа в факелах зависит от дебита и качественного состава газа, его относительной плотности, времени года и преобладающего направления ветров в районе месторождения. Слабая циркуляция в приземных слоях атмосферы приводит к осаждению компонентов газовых потоков на поверхность почвы и водоемов.

В новых нефтедобывающих районах существует диспропорция между темпами добычи углеводородного сырья и вводом в действие систем сбора и переработки попутного газа. Только в Западной Сибири ежегодно сжигается в факелах более 10 млрд.м^3. газа. При этом в воздушный бассейн поступает 7 млн.т токсичных соединений.

Охрана воздушной среды в нефтяной промышленности проводится, главным образом, в направлении **борьбы с потерями нефти** за счет уменьшения испарения ее при сборе, транспортировке, подготовке и хранении. Для этого проектируются герметизированные

системы сбора нефти и антикоррозионные наружные и внутренние покрытия трубопроводов и емкостей, устанавливаются непримерзающие клапаны, расширяется применение резервуаров с понтонами или плавающими крышами и другие **технические решения**. С целью уменьшения вредных выбросов в атмосферу сокращается сжигание нефтяного газа в факелах.

7.3.4.1. Классификация факельных установок

По месту расположения факельной горелки факельные установки разделяют на **высотные** и **наземные**. В высотных факельных установках факельная горелка расположена в верхней части факельной трубы; продукты сгорания поступают сразу в атмосферу. В наземных установках горелка расположена на небольшом расстоянии от земли, а продукты сгорания отводятся в атмосферу через дымовую трубу.

Особые меры безопасности требуется принимать при сжигании углеводородов в наземных факельных установках. В этом случае факельную горелку устанавливают в чашу высотой около 2 м и постоянно контролируют состав, содержащегося в ней газа, чтобы предотвратить вытекание углеводородов в окружающую среду.

Для исключения опасности воспламенения газов и паров, выделяющихся из предохранительных клапанов и технологических установок, а также вредного воздействия на персонал теплового излучения пламени, вокруг факельных установок предусматривают свободную зону. Обычно для наземных факельных установок требуется зона радиусом не менее 50 м, а для высотных – радиусом 30–40 м.

Высотные факельные установки можно разделить на **средние** (4–25 м) и **высокие** (более 25 м). В некоторых факельных установках высота факельной трубы составляет 80–120 м.

На объектах нефтяной и газовой промышленности применяют факельные установки (рис. 4, 5):

– **низкого давления** – для обслуживания цехов и установок, работающих под давлением **до 0,2** МПа;

– **высокого давления** – для обслуживания цехов и установок, работающих под давлением **выше 0,2** МПа.

Факельные газы из систем низкого и высокого давления могут (по возможности) собираться в газгольдер для дальнейшего целевого использования (на химическом предприятии).

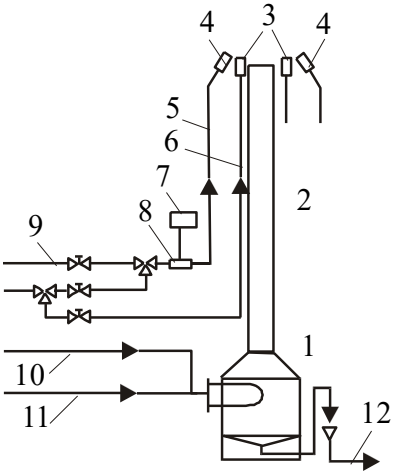


Рис. 4. Факельная установка

1 – сепаратор, 2 – факельная труба, 3 – дежурная горелка, 4 – запальная горелка. I – сбросный (факельный) газ, II – азот для продувки, III – топливный газ, IV – воздух, V – конденсат

К факельным установкам предъявляются следующие требования:

– **полнота сжигания**, исключающая образование альдегидов, кислот, дыма, сажи и других вредных промежуточных продуктов;

– **устойчивость** факела при изменении расхода и состава сбрасываемых газов;

– **безопасное воспламенение**, **бесшумность** и **отсутствие яркого свечения**.

На практике применяют различные системы факельных установок. Рассмотрим две из них:

1) система со сбросом газов в факельную трубу;

2) система для газов высокого давления с отбором факельных газов на переработку или для сжигания в котельных установках [13].

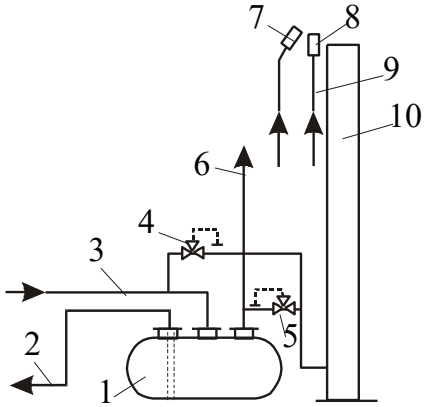


Рис. 5. Факельная установка
1 – сепаратор, 2 – факельная труба, 3 – дежурная горелка,
4 – запальная горелка, 5 – регулирующий клапан.
I – сбросный газ, II – газ потребителю, III – конденсат

Сбрасываемые газы перед попаданием в факельную трубу проходят сепаратор. Конденсат из сепаратора возвращают в производство или утилизируют другим способом или сливают в канализацию. Факельная труба оснащается дежурными и запальными горелками. Такую систему применяют, когда газы не утилизируются (или не подлежат утилизации) или когда давление на технологических установках не достаточно для подачи сбросного (факельного) газа в газгольдер.

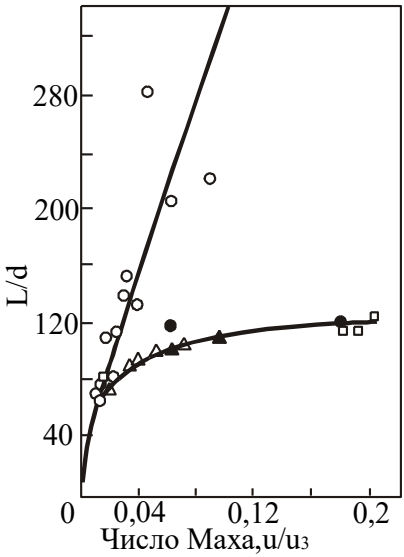


Рис. 6. Условия стабильного горения
L – длина пламени, d – диаметр факельной трубы

В системах второго типа газы поступают в сепаратор, где отделяются от конденсата. Основная масса газа направляется потребителю, а **избыток** сбрасывается в факельную трубу через регулирующий клапан.

Воздействие теплового облучения от факелов чрезвычайно опасно для людей, животных и всей окружающей среды. В радиусе 50–100 м от факела погибает растительность.

Безопасность эксплуатации факельных установок зависит от правильного выбора режимных параметров:

– **диаметра** ствола факела, который должен обеспечить стабильное пламя в условиях переменной по составу и расходу нагрузке;

– **высоты** ствола;

– **расстояния** вокруг ствола, на котором тепловое излучение будет безопасным.

Скорость движения газа в факельной трубе независимо от колебаний нагрузки всегда должна быть больше скорости распространения пламени, но меньше некоторой предельной величины, при которой возможен отрыв пламени. Экспериментальные данные о скоростях отрыва пламени для факельных труб отсутствуют. На практике принимают, что пламя будет устойчивым при скорости газа на выходе из трубы не превышающей 20–30 % скорости звука в этом же газе.

Эта зависимость (рис. 7) характеризует высоту пламени для различных скоростей потока. Начиная с 0,2 высота пламени становится постоянной [13].

7.3.4.2. Расчет диаметра факельной трубы

Расход сбрасываемого газа определяется по формуле

$$G = 3600 \cdot \rho \cdot U \cdot S, \text{ кг/ч} \qquad (1)$$

где G – расход газа, кг/ч;

ρ – плотность газа, кг/м^3;

U – скорость газа на выходе из факельной трубы (скорость истечения газа), м/с;

S – площадь поперечного сечения трубы, м^2.

Плотность газа

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}, \qquad (2)$$

где M – молекулярная масса газа, кг/кмоль;

P – абсолютное давление, Па;

T – температура, К;

R – универсальная газовая постоянная, 8314,8 Па*м3/ (кмоль*К).

Скорость звука в идеальном газе:

$$U_З = 91{,}5\sqrt{k \cdot T / M}, \quad м/с \qquad (3)$$

где $k = \dfrac{C_P}{C_V}$ – показатель адиабаты.

Тогда **скорость газа** на выходе из факельной трубы принимается равной 20% от U_3:

$$U = 0.2 \cdot U_3 = 18.3\sqrt{k \cdot T / M} \qquad (4)$$

Площадь поперечного сечения факельной трубы:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0.785 \cdot d^2, \qquad (5)$$

где d – диаметр факельной трубы.

Подставив 2, 3, 4 и 5 уравнения в (1) и выразив **d**, получим:

$$d = 0.4 \cdot \left(\frac{T}{k \cdot M}\right)^{0.25} \cdot \left(\frac{G}{P}\right)^{0.5} \qquad (6)$$

Если задан объемный расход газа V ($м^3$/ч), то

$$d = 0.4 \cdot 10^{-3} (V)^{0.5} \cdot \left(\frac{M}{kT}\right)^{0.25} \qquad (7)$$

Если сжигаются газы, не выделяющие дыма, то расчетный диаметр может уменьшиться на 15 %.

Длина факела рассчитывается по формуле:

$$L = 118 \cdot d \qquad (8)$$

7.3.4.3. Расчет высоты факельной трубы

Интенсивность теплоизлучения пламени определяется уравнением:

$$q = \frac{\psi \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot l^2}, \qquad (9)$$

где ψ – коэффициент светового излучения;

Q – количество тепла, выделяемого пламенем, МДж/г;

L – расстояние от центра пламени, при котором интенсивность теплоизлучения снижается до безопасной величины:

q = 5 МДж/($м^2$*ч).

Коэффициент излучения ψ выражается эмпирическим уравнением:

$$\psi = 0{,}2 \cdot (Q_H \cdot 26.9 / 900)^{0.5} \qquad (10)$$

где Q_H – низшая теплота сгорания факельного газа, МДж/м^3.

$$Q_H = \left(\frac{1}{26.9}\right) \cdot (50M + 100), \qquad (11)$$

где M – молекулярная масса газа.

Для газовых смесей:

$$Q_H = \sum (N_i \cdot Q_i), \qquad (12)$$

где N_i – мольная доля компонента в смеси;

Q_i – низшая теплота сгорания компонента.

Количество тепла, выделяемого пламенем:

$$Q = V_{ФГ} \cdot Q_H, \qquad (13)$$

где $V_{ФГ}$ – расход факельного (сбросного) газа, м^3/ч.

Максимальную интенсивность теплоизлучения определяем по формуле:

$$q_M = \frac{\psi \cdot Q}{4\pi \cdot l_1^2}, \qquad (14)$$

где l_1 – расстояние от центра пламени до основания факельной трубы, м, равное

$$l_1 = \sqrt{H \cdot (H + l)}, \qquad (15)$$

где Н – высота факельной трубы, м.

Подставим формулу (15) в (14) и решим относительно **Н**:

$$H = 0.5 \cdot \left\{ \left[L^2 + \psi \cdot Q / \pi \cdot q_M \right]^{0.5} - L \right\} \qquad (16)$$

Высота факельной трубы должна обеспечить безопасность радиационно-теплового воздействия на персонал. Максимальная величина $\mathbf{q_M}$, которую может выдержать человек в течение некоторого времени, составляет **17** МДж/(м^2·ч). Подставив эту величину в (16), получим:

$$H = 0.5 \cdot \left\{ \left[L^2 + \psi \cdot Q \big/ \pi \cdot 17 \right]^{0.5} - L \right\} \qquad (17)$$

Высоту факельной трубы рекомендуется принимать не менее **35 d**.

Представляет интерес рассчитать **расстояние** от основания факельной трубы **до безопасной зоны**, которую можно вычислить как длину катета $\boldsymbol{l_2}$ в прямоугольном треугольнике:

$$l_2 = \sqrt{l^2 - l_1^2} \quad \text{или} \quad l_2 = \sqrt{l^2 - H(H + L)} \qquad (18)$$

Эта зависимость справедлива для случая, когда сброс газа производится в неподвижную атмосферу.

При ветре пламя будет отклонено под углом α к оси трубы. Площадь у основания трубы, на которой интенсивность излучения будет выше допустимого предела, имеет форму эллипса. Поэтому расстояние от факельной трубы до безопасной зоны увеличивается. Как следует из рис.:

$$tg\alpha = U_B \big/ U \qquad (19)$$

где U_B – скорость ветра, м/с;

U – скорость сброса газов, м/с;

α – угол наклона пламени.

$$l_2 = \left\{ l^2 - \left[H + (l_1 - H) \cdot \cos\alpha \right]^2 \right\}^{0.5} + (l_1 - H) \cdot \sin\alpha . \qquad (20)$$

По данным Деткова и др. [1] в нашей стране не проводились экспериментальные исследования на промышленных факелах с целью определения интенсивности теплоизлучения, мощности тепловыделения, полноты сгорания газа (флюида), уровня шума, длины

и отклонения пламени в зависимости от направления ветра и других параметров.

Обширный экспериментальный материал собран американскими исследователями: факельные трубы газо- и нефтеперерабатывающих заводов, d= 390 мм, H= 22,9 м.

В частности, относительно шума при факельном сжигании газа [2; 13].

7.3.4.4. Шум при факельном сжигании газа

Шум возникает при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. Механические колебания в диапазоне частот 20–20000 Гц воспринимаются ухом человека как звук. После 6–7 ч работы при интенсивности шума 80–90 дБ нарушаются функции вегетативной нервной системы и деятельность головного мозга.

В наших Типовых инструкциях единственное упоминание о допустимом уровне звука на рабочих местах касается работы компрессора. Сказано, что уровень звука на рабочих местах при длительной непрерывной работе компрессора не должен превышать **85** дБ.

Снизить уровень шума, возникающий при истечении газа из трубы, можно увеличением диаметра трубы. Однако при этом увеличиваются расходы на ее монтаж и ухудшаются условия горения.

Шум при сбросе газа через факельные трубы со скоростями, превышающими скорость звука в данном газе, **обусловлен расширением газа** при прохождении его через регулирующий клапан и при выходе из трубы.

Шум при горении (источник – факельная горелка, на высоких факельных установках) объясняется **неравномерностью** процесса горения. Неравномерность процесса горения проявляется в виде отдельных языков пламени.

Шум возникает и при **неустойчивом** горении (рис.) сбрасываемого газа на факельных установках, возникающем, например, при низкой скорости потока. При низкой скорости потока происходит погружение пламени в верхнюю часть трубы и гашение его. Затем воспламеняется новая порция газа. Частота колебаний составляет

10-15 Гц. Поэтому в трубах большого диаметра следует поддерживать скорость сброса не менее **0,3**–**0,9** м/с, чтобы исключить такие низкочастотные колебания.

Другим основным **источником шума факельных установок** является **струи воды** или водяного пара, подаваемые в горелку для обеспечения бездымного сжигания. Путь снижения: конструкция сопел для подачи водяного пара при минимальном перепаде давления. Шум водяного пара имеет высокую частоту.

С увеличением расхода газа шум возрастает.

Шум, создаваемый **наземными** факельными установками, где газ сжигается внутри трубы, приблизительно на **10** дБ меньше, чем шум **высоких** факельных установок той же производительности.

Причина этого, вероятно, в том, что пламя, находящееся внутри кожуха, защищено от воздействия ветра и периодического охлаждения. Кроме того, тепло от огнеупорных стенок оказывает стабилизирующее действие на процесс горения.

Для снижения уровня шума следует по возможности стремиться **увеличить время выпуска** газа.

Для снижения уровня шума на сбросные трубы устанавливают **глушители** [3].

7.3.4.5. Аварии на факельных установках

Факельные установки характеризуются повышенной степенью опасности по сравнению с другим технологическим оборудованием. Максимальная опасность **взрыва** возникает в случае образования в факельных установках смеси горючего газа и воздуха. Если к такой смеси добавить инертный газ, то при определенном его содержании смесь становится негорючей. Количество инертного газа определяется его видом и составом горючего газа и составляет 50–75 %.

Образование **взрывоопасных смесей в факельных установках** связано в основном с попаданием в них **кислорода** воздуха. Опасность проникновения атмосферного воздуха в факельные установки возникает прежде всего при большом ветре, низкой скорости

потока сбрасываемого газа и сбросе газов с относительной плотностью по воздуху меньше 1 или нагретых газов.

Воздух в факельную систему может попасть в основном через срез факельной трубы или через неплотности при нарушении герметичности оборудования. В последнем случае подсос воздуха в установку обусловлен разрежением в факельной трубе.

Другим **фактором**, обусловливающим повышенную **опасность факельных установок**, является **постоянно горящий факел** (открытый огонь).

Для уменьшения опасности взрыва факельную систему постоянно продувают инертным или топливным газом.

Кроме того, для ограничения распространения пламени устанавливают гидрозатворы, лабиринтные уплотнители, огнепреградители и другие устройства.

Одной из причин аварий на факельных установках является засорение (замерзание) факельных трубопроводов. Поэтому трубопроводы следует выполнять с наклоном и без карманов.

Во всех случаях, когда **вода** может попасть в систему извне (промывка, пропарка), трубопроводы должны быть проверены на отсутствие влаги. Конденсат пара (зимой) может быстро превратиться в лед. Кроме того, конденсация пара может привести к созданию **разрежения** в факельной системе и подсосу воздуха.

Попадание в факельный трубопровод сырой нефти может привести к закупориванию факельной системы.

При оценке реальной опасности следует учитывать, что **взрыв невозможен**, если **содержание кислорода ниже** так называемого **кислородного предела**, который зависит от состава смеси.

Для алканов кислородный предел всегда выше 10 %. Для окиси углерода он составляет 5–10 %.

На практике принимают, что при сбросе алканов высокие факельные трубы безопасны, если содержание кислорода на расстоянии 7,5 м от верха трубы не превышает 6 % об.

7.3.4.6. Тепловое излучение

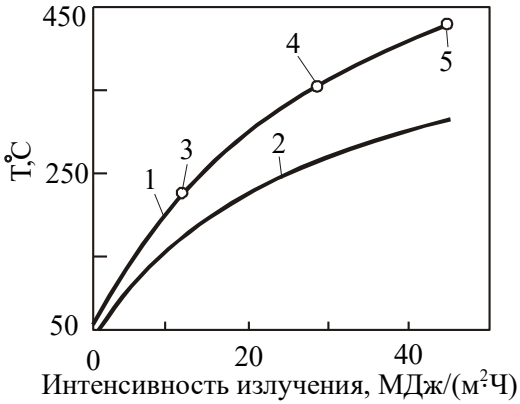


Рис. 7. Зависимость температуры нагрева стального оборудования от интенсивности излучения пламени
1 – интенсивность излучения q= 23 МДж/(м²∗ч);
2 – интенсивность излучения q= 56 МДж/(м²∗ч)

Расчет высоты факельного ствола и определение места его расположения должны учитывать три основных фактора пожарной безопасности:

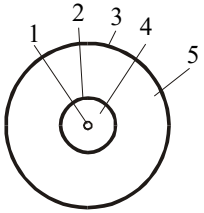
• **радиационно-тепловое воздействие** пламени на персонал и оборудование;

• **искрообразование**;

• **воспламенение** отдельных очагов взрывоопасных смесей с воздухом, если была утечка горючих газов.

В случае аварийного сброса больших количеств газа на факел персонал во время обслуживания оборудования или эвакуации не должен подвергаться воздействию значительного теплового излучения. Для этого необходимо, чтобы факельная труба была достаточно высокой или, если это невозможно, принимать защитные меры.

Зависимость температуры нагрева стального оборудования от интенсивности и времени излучения пламени показана на рис. 3.



Интенсивность излучения, МДЖ/(м^2·Ч)

Рис. 8. Зоны интенсивности теплоизлучения от факельной трубы:
1 –факельная труба;
2 – зона, требующая защиты оборудования;
3 – зона, требующая защиты персонала

Факел может рассматриваться как **точечный источник выброса** и можно рассчитать для него зоны, в которых следует **обеспечить защиту** персонала и оборудования. Так, для факельной трубы диаметром 1200 мм и высотой 60 м при сжигании 440 т/ч углеводородов с молекулярной массой 44 можно выделить (рис. 8):

– 1-зону (2), в которой требуется **защита оборудования**, интенсивность теплоизлучения равна **34** МДж/(м^2 ч);

– 2-зону (3), в которой требуется **защита персонала**, в точке В интенсивность теплоизлучения 17 МДж/(м^2 ч).

Приводятся разные данные по общей дозе и максимальной интенсивности теплового излучения, которое может воспринимать персонал при аварийном выбросе. Например, **максимальная интенсивность** теплового излучения принимается от **5** до **17** МДж/(м^2*ч).

Можно представить на рис.5 суммарное количество теплоизлучения, которое может вынести человек. **Безопасный уровень** интенсивности теплоизлучения человек может вынести в течение неограниченного времени.

С увеличением интенсивности теплоизлучения возможное время пребывания человека в зоне теплоизлучения уменьшается.

Для сравнения: интенсивность солнечной радиации составляет **2,5-3,4** МДж/(м^2 ч).

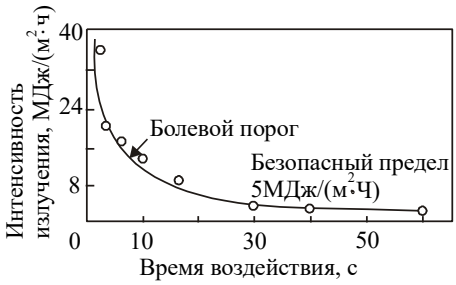


Рис. 9. Интенсивность теплового излучения

Величина интенсивности теплоизлучения не является постоянной во времени, так как она зависит от объема сбрасываемых газов и расстояния между человеком и теплоисточником. Время реакции человека на тепловой раздражитель – 5 с.

Если человек находится у основания факельной трубы в момент внезапного выброса газа, то в течение непродолжительного времени он должен покинуть зону, в которой тепловое напряжение превышает **5** МДж/(м^2*ч). При тепловом излучении с интенсивностью **11,3** МДж/(м^2*ч) и при коэффициенте светового излучения 0,8 температура на уровне земли через одну минуту составит 90 ^{o}С, а через 20 мин – 190 ^{o}С. Поэтому при данном излучении время удаления человека без риска поражения составляет **30** с.

Максимальная интенсивность тепловыделения, которую выдерживает в течение всего времени воздействия персонал (человек), можно определить по следующему уравнению:

$$\tau \cdot q = \tau_1 \cdot q_1 + \tau_2 \cdot \frac{q_1 - q_2}{L \cdot \left(\frac{q_1}{q_2} \right)},$$

Причем

$$\tau = \tau_1 + \tau_2,$$

где τ – время облучения, с;

τ_1 – время реакции человека, с;

τ_2 – время удаления человека, с;

q – интенсивность теплоизлучения, соответствующая общему времени, МДж/($м^2$*ч);

q_1, q_2 – максимальная и минимальная интенсивность теплоизлучения;

L – длина пламени, м.

Время удаления персонала определяется высотой трубы [13].

Контрольные вопросы

1. Нефтяной газ – источник загрязнения атмосферы.
2. Факельные установки.
3. Характер воздействия факельных систем на растительный покров.
4. С чем связана возможность возникновения аварий на факельных системах.
5. Пути снижения шумового воздействия факельных систем.

7.3.5. Мероприятия по охране недр и окружающей среды в процессе разработки нефтяного месторождения

1. Промышленная разработка нефтяных и нефтегазовых месторождений допускается только при **условии**, когда добываемый вместе с нефтью газ используется в народном хозяйстве или, в целях временного хранения, закачивается в специальные подземные хранилища, в разрабатываемые или подлежащие разработке нефтяные пласты. При этом также должен быть обеспечен сбор конденсата и сопутствующих ценных компонентов и воды.

2. На разрабатываемых месторождениях должен проводиться обязательный комплекс гидродинамических и промыслово-геофизических исследований и измерений, в том числе исследования по своевременному выявлению **скважин-источников подземных утечек** и межпластовых **перетоков**.

3. Освоение и эксплуатация добывающих и нагнетательных скважин должны производиться при соответствующем оборудовании устья скважин, которое должно предотвращать возможность выброса и открытого фонтанирования нефти и газа, потерь нагнетаемой воды.

4. Эксплуатация дефектных добывающих и нагнетательных скважин (с нарушенной герметичностью эксплуатационных колонн, отсутствием цементного камня за колонной, пропусками фланцевых соединений и т. д.) не допускается.

5. При проведении мероприятий по повышению производительности нефтяных скважин путем воздействия на призабойную зону пласта должна быть обеспечена сохранность колонны, обсадных труб и цементного кольца выше и ниже продуктивного горизонта.

В скважинах, где раздел между нефтеносными и газоносными, нефтеносными и водоносными пластами невелик, мероприятия по интенсификации добычи нефти должны производиться при условии создания допустимого перепада давления на перемычке.

6. Если до обработки призабойной зоны вынос породы и разрушение пласта не наблюдались, а после обработки началось интенсивное поступление породы пласта в скважину, необходимо прекратить или ограничить отбор нефти из скважины и осуществить технические мероприятия по ограничению доступа породы пласта в ствол скважины.

7. Мероприятия по **охране окружающей среды при разработке** нефтяных месторождений должны быть направлены на предотвращение загрязнения земли, поверхностных и подземных вод, воздушного бассейна нефтепродуктами (жидкими и газообразными), промысловыми сточными водами, химреагентами, а также на рациональное использование земель и пресных вод. Они включают в себя:

• полную **утилизацию промысловой сточной воды** путем ее закачки в продуктивные или поглощающие пласты;

• при необходимости, обработку закачиваемой в продуктивные пласты воды антисептиками, с целью предотвращения ее заражения сульфатвосстанавливающими бактериями, приводящими к образованию сероводорода в нефти и в воде;

• использование **герметизированной системы** сбора, промыслового транспорта и подготовки продукции скважин;

• полную **утилизацию попутного газа**, использование замкнутых систем газоснабжения при газлифтной эксплуатации скважин; быструю ликвидацию розливов нефти, строительство **нефтеловушек** на реках, в местах ливневых стоков;

• создание сети контрольных пунктов для **наблюдения за составами поверхностных** и **подземных вод**;

• исключение при нормальном ведении технологического процесса попадания на землю, в поверхностные и подземные воды питьевою водоснабжения ПАВ, кислот, щелочей, полимерных растворов и других химреагентов, используемых как для повышения нефтеотдачи, так и для других целей:

• применение антикоррозионных покрытий, ингибиторов для **борьбы** с **солеотложениями и коррозией** нефтепромыслового оборудования:

• организацию регулярного **контроля** за состоянием скважин и нефтепромыслового оборудования.

7.4. Интенсификация добычи нефти

Основными источниками загрязнения на нефтепромыслах являются эксплуатационные и нагнетательные скважины, кустовые насосные станции поддержания пластового давления.

Сегодня большое внимание уделяется повышению нефтеотдачи коллекторов. Основным методом интенсификации является заводнение, с помощью которого в нашей стране добывается свыше 85 % нефти. При поддержании пластового давления (ППД) возрастают темпы отбора УВ и сокращаются сроки разработки месторождения. Одновременно решается вопрос оборотного водоснабжения в процессе добычи нефти.

Наиболее рационально с экологических позиций применение промысловых сточных вод, позволяющее осуществить замкнутый цикл оборотного водоснабжения по схеме нагнетательная скважина – пласт – добывающая скважина – блок водоподготовки – система ППД. Использование сточных вод с целью ППД позволяет уменьшить капитальные затраты на строительство водозаборных

сооружений, сократить расходы на бурение поглощающих скважин, утилизировать все нефтепромысловые воды с целью охраны окружающей среды. В результате достигается не только экологический, но и экономический эффект.

Сравнительно недавно в практику промысловых работ стали внедряться физические, физико-химические и химические методы интенсификации добычи нефти. Эффективность применения различных методов иллюстрируется табл. 2.

Назначение применяемых методов заключается в повышении проницаемости призабойной зоны скважины и увеличении нефтеотдачи продуктивного пласта.

Опытно-промышленные испытания на различных объектах позволили повысить годовые темпы отбора нефти в 3–6 раз. Наибольший эффект достигается при использовании тепловых методов воздействия и при закачке газа. Положительные результаты дало применение химических реагентов различного состава.

Перечисленные методы увеличения нефтеотдачи можно использовать в сочетании с отработанными на практике методами ППД. Например, закачка в пласт кислотных и щелочных растворов, углекислоты, ПАВ применяется при законтурном и внутриконтурном заводнении.

В последние годы получили развитие микробиологические процессы воздействия на продуктивные пласты. Испытываются методы увеличения нефтеотдачи с помощью ультразвука и вибрации. Апробация различных вариантов перечисленных методов показала перспективность их применения при добыче нефти. Уровень научного обоснования и масштабности применения каждого из методов варьирует в широком диапазоне. Для всех используемых методов необходимо учитывать геологические особенности месторождения, этапность его разработки, технологические и технические параметры ведения эксплуатации. Выбор оптимальной модели работ на конкретном месторождении проводится с учетом данных математического моделирования и результатов физико-химических расчетов [2].

Таблица 2

Сравнительная оценка методов интенсификации добычи нефти по данным ВНИИнефти (СССР) и Института нефти (Франция) [1]

Метод	**Способ воздействия на пласт**	**Увеличение нефтеотдачи, %**	
		ВНИИнефть	**Институт нефти**
Физический	Внутрипластовое горение	15–25	20–40
	Закачка пара	15–25	20–40
Физико-химический	Углекислый газ	5–10	20–30
	Попутный газ	5–10	10–20
Химический	ПАВ	2–5	10–20
	Полимерные растворы	2–8	5–10
	Кислоты	3–7	-
	Щелочи	2–8	-
	Мицеллярные растворы	8–15	15–35

7.4.1. Заводнение

При закачке **пресной** воды она взаимодействует с нефтью, газом, связанной водой и горной породой. Идут реакции ионного обмена, взаимного растворения и другие. За счет выщелачивания горных пород вода насыщается сульфатами, карбонатами, кремнием. В результате этого впоследствии происходит отложение солей в скважинном и нефтепромысловом оборудовании.

В Западной Сибири в районе Среднего Приобья для заводнения используются воды апт-сеноманского горизонта. Эти воды обладают лучшей нефтевымывающей способностью, чем пресная вода.

В процессе разработки месторождений для заводнения будут использованы миллиарды кубических метров воды. Только на Сургутском и Нижне-Вартовском месторождениях запроектировано закачать около 2 млрд $м^3$ подземных вод.

Составлен прогноз о возможном оседании поверхности земли вследствие образования пустот, ранее заполненных подземными водами. Предполагается, что оно может составить 1.5 м.

Учитывая, что уровень грунтовых вод в данном районе высок и составляет 0.3–1.5 м, можно ожидать подтопления, заболачивания территории. Эти явления требуют разработки специальных технических мероприятий для обеспечения условий безопасного развития промышленного района.

В настоящее время уже обнаружены признаки воздействия **разработки** нефтяных месторождений на геологическую среду. На Западно-Сургутском нефтяном месторождении наблюдается образование трицатиметровой депрессионной воронки в результате откачки воды из апт-сеноманского мелового горизонта в течение 4.5 лет в объеме 15 тыс. $м^3$/сут. Поэтому на месторождениях Среднего Приобья **необходимо вести постоянные геофизические и гидрологические наблюдения за режимом добычи, откачек, уровнем подземных вод и вертикальным движением земной поверхности.**

Отсюда вытекает задача использования **сточных вод** нефтепромыслов для заводнения.

Закачка сточных вод в поглощающие горизонты приводит к загрязнению недр. Перед закачкой сточных вод в продуктивные горизонты требуется их максимальная очистка.

7.4.2. Заводнение с использованием химреагентов

По ориентировочным данным с применением **щелочного заводнения** могут разрабатываться 15–20 % месторождений России.

Основными **противопоказаниями** для этого метода являются жесткость пластовой воды и взаимодействие щелочи с породой.

Применение ПАВ позволяет на 40 % сократить расходы воды, закачиваемой в пласт.

Наибольшее применение находят **неионогенные** ПАВ, т. к. по сравнению с **ионогенными**, они обладают повышенной активностью и меньше сорбируются на поверхности пород.

Наиболее часто при разработке нефтяных месторождений применяется оксиэтилированные алкилфенолы: реагенты ОП-7, ОП-10. Они хорошо растворяются в пластовых и сточных водах, обладают высокой диспергирующей и нефтевымывающей способностью.

Применение ПАВ имеет и недостатки: горные породы адсорбируют ПАВ. Так по данным промысловых испытаний на Нагаевском участке Арланского месторождения адсорбируется до **75 %** ОП-10.

ПАВ могут попадать в воды подземных горизонтов при разгерметизации затрубного пространства нагнетательных скважин, в почву, грунтовые и поверхностные воды – при аварийных порывах водоводов, подающих растворы ПАВ к нагнетательным скважинам, а также за счет разливов на дозаторных установках.

Наличие ПАВ в составе сточных вод значительно усложняет процесс очистки этих вод перед сбросом в водоем, т. к. под влиянием ПАВ происходит диспергирование и растворение органических веществ, в т. ч. нефти и нефтепродуктов, и тем самым исключается возможность обнаружения загрязнителей при визуальном наблюдении.

Кроме того, неионогенные ПАВ имеют высокую пенообразующую способность. Интенсивное пенообразование отрицательно воз-

действует на окружающую среду. Пена нарушает кислородный режим водоемов, создает неблагоприятный режим для развития водной флоры и фауны. Она может разноситься ветром по сельхоз. угодьям, пагубно воздействовать на растительность и почву.

1л ПАВ способен загрязнить 1 млн т подземных вод. ПДК для ОП-7 и ОП-10 в воде водоемов – 0.5 мг/л. Эти ПАВ являются биологически **жесткими** веществами: биоразлагаемость их составляет 40 %. Они способны накапливаться в организме человека, рыб, животных. Наличие неионогенных ПАВ в питьевой воде в концентрации 0.5 мг/л способствует всасыванию в кровь других более вредных веществ, например фосфатов.

Наиболее токсичны катионоактивные ПАВ. Они опасно действуют на кожный покров и нервную систему человека.

При заводнении следует применять ПАВ, которые легко разлагаются в воде и почве под действием бактерий и микроорганизмов до безвредных продуктов. Таким препаратом является, например, МЛ-72.

7.4.3. Заводнение с применением полимерных растворов

Полимеры – нетоксичные вещества. После нагнетания в пласт они изменяют свои свойства, распадаются со временем и это может привести к образованию и накоплению в порах породы высокотоксичных химических соединений.

Таким образом, при химическом заводнении наблюдаются:

1. Проливы и утечки химических веществ при транспортировке;
2. Утечки готового раствора;
3. Утечки готового раствора при транспорте его по трубопроводу под повышенным давлением;
4. Подземные утечки при повреждении или корродировании оборудования скважины;
5. Утечки через заброшенную скважину из-за повышения давления в пласте;
6. Оседание поверхности в результате химического разрушения пород;

7. Угроза здоровью обслуживающего персонала.

Все это снижает эффективность данного вида заводнения, увеличивает затраты и ухудшает состояние недр.

7.4.4. Закачка горячей воды и пара

Процессы с применением пара и горячей воды могут быть эффективны при наличии источника топлива и источника чистой воды. В качестве топлива, исходя из экономических и экологических соображений, используются нефть, газ, их фракции и уголь. Количество потребляемой воды зависит от количества необходимого пара и от соотношения ПАР:НЕФТЬ, которое может быть в интервале 0.1–5.0.

Загрязнения, выделяющиеся при генерации пара, зависит от типа топлива, его химического состава, конструкции печей и котлов, метеорологических условий. Если в качестве топлива используют нефть, то расход ее составит ¼ добываемого количества.

При мощности бойлера $50*10^9$ Дж/ч в атмосферу выбрасывается:

- 10–25 кг/ч SO_2;
- 2–10 кг/ч NO_x;
- 0.2–0.5 кг/ч несгоревших углеводородов;
- 0.5–1.0 кг/ч CO;
- 1–3 кг/ч сажи.

Эти данные дают возможность составить представление о том, какую реальную и потенциальную опасность для окружающей среды несут процессы подогрева воды и генерирования пара.

В настоящее время разрабатываются системы, при которых **все** отходящие газы сжигания топлива вводятся в паровую линию. Горячие газы, полученные в результате сгорания топлива (2200 К) из печи поступают в барабан с водой, где генерируется пар при непосредственном контакте воды и горячих газов. Одновременно с генерацией пара происходит и очистка отходящих газов сгорания. Эта смесь пара и отходящих газов при температуре 500–600 °К закачивается в скважину.

Процесс выгоден тем, что исключает выбросы ВВ в атмосферу и повышает нефтеотдачу.

Недостаток – потребность большого количества чистой воды, т. к. минерализованная вода не может использоваться в бойлерах.

Кроме того, возникает проблема отделения воды от нефти и их очистки.

7.4.5. Метод влажного и сверхвлажного внутрипластового горения

Сущность метода влажного горения заключается в том, что закачиваемая с воздухом в определенных количествах вода, испаряясь на фронте горения, переносит генерируемое тепло в область, опережающую фронт горения, образует в этой области обширные, развивающиеся зоны прогрева, насыщенные паром и сконденсированной горячей водой. Образующиеся при этом зоны насыщенного пара являются одним из важнейших условий влажного горения, в значительной мере определяющим механизм вытеснения нефти из продуктивных пластов.

Метод влажного горения реализуется лишь в определенном диапазоне соотношений закачиваемых в пласт объемов воды и воздуха, равном от 1 до 5 м3 воды на 1000 м3 воздуха. Воздушный фактор нагнетаемой смеси, равный отношению объема воды к объему воздуха, должен составлять величину порядка $(1–5)*10^3$ $м^3/нм^3$. При меньшем его значении перенос тепла в область фронта горения уменьшается, эффективность теплового воздействия на пласт и процесс извлечения нефти снижаются. Если же воду закачивают в больших количествах, то метод влажного горения переходит в другие модификации комбинированного воздействия на пласт горением и заводнением. Использование метода при водовоздушном факторе, превышающем указанный, не прекращает окислительных экзотермических процессов в пласте даже при отсутствии высокотемпературной зоны горения.

Одно из основных достоинств метода сверхвлажного горения состоит в том, что в пласте одновременно участвуют и сосуще-

ствуют почти все известные процессы, а именно: вытеснение нефти паром, водой при различных температурах, смешивающее вытеснение и вытеснение нефти газом. На извлечение нефти оказывают влияние продукты горения и низкотемпературного окисления нефти в пористой среде, а также физико-химические превращения самой породы коллектора. В процессе горения образуется значительное количество углекислого газа и происходит вытеснение им нефти. Кроме того, углекислый газ вместе с нефтью и водой образует пену, которая ускоряет вытеснение. При горении образуются также поверхностно-активные вещества, альдегиды, кетоны, спирты, что может обусловить проявление механизма вытеснения нефти эмульсиями. Понятно, что **все эти процессы и образующиеся вещества потенциально опасны для окружающей среды, воздуха, воды и почвы**. Это означает, что метод сверхвлажного горения является наиболее типичным среди методов повышения нефтедобычи пластов с точки зрения их опасности по загрязнению окружающей среды.

Учитывая, что диапазон температур в зоне горения изменяется в пределах от 350–1000 °С, можно ожидать плавления, спекания, коренного изменения состава, структуры и свойств окружающих пород. Возможно термогенное проседание поверхности земли, зданий и сооружений.

Реакции термических превращений нефти могут сопровождаться реакциями изомеризации, полимеризации, мономолекулярного распада.

Таким образом, при влажном и сверхвлажном внутрипластовом горении могут образовываться: газообразные парафиновые углеводороды, серный ангидрид SO_3, сернистый ангидрид SO_2, аэрозоль серной кислоты, сероводород H_2S, хлористый водород HCl, окись углерода CO, двуокись углерода CO_2, фенол C_6H_5OH, формальдегид и бенз(а)пирен $C_{20}H_{12}$.

Образующиеся при горении компоненты в пласте взаимодействуют с нефтью, водой, породами, составляющими пласт. При этом наиболее характерны растворение, химические превращения и сорбционные процессы. **Сорбция** образующихся вредных примесей

возможна различными породами, в том числе карбонатными и песчаниками. Сорбционные процессы могут привести к длительному **загрязнению недр**. Особенно опасно образование серусодержащих газов для карбонатных пород. Сернистый и серный ангидрид при реакции с водой образуют серную кислоту:

$$SO_2 + ½\ O_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

Возможно некоторое разрушение карбонатных пород за счет вымывания водой сульфата кальция.

Физико-химические методы повышения нефтеотдачи пластов (закачка растворов ПАВ, ПАА, CO_2 и др) в силу ряда причин, особенно вследствие неоднородности коллекторов, не принесли ожидаемых результатов. Кроме того, следует отметить существенные экологические и экономические проблемы применения физико-химических технологий. Поэтому наиболее перспективно, по мнению Асфагана и Бердина, совершенствование **гидродинамических методов** повышения коэффициента извлечения углеводородов из пласта.

Одним из современных методов является технология разработки нефтегазовых залежей СИСТЕМАМИ скважин с горизонтальным окончанием ствола: горизонтальных (ГС), разветвленно-горизонтальных и многозабойных.

История применения ГС для повышения нефтеотдачи пластов и темпов разработки месторождения насчитывает около 50 лет. Ранее к этому методу прибегали тогда, когда всеми известными методами разработки (вторичные, третичные) не достигали цели. Однако, это был опыт проводки и эксплуатации **отдельных** ГС, но не разработки **системами** ГС.

В последние годы разработка нефтяных месторождений с помощью ГС стала бурно развиваться за рубежом. Насчитывается более 60 различных фирм, занимающихся ГС. Одной из первых активизировала исследования фирма ELJ Aquitrane в содружестве с Французским институтом нефти.

За 1979–83гг. в Европе пробурено в общей сложности несколько десятков ГС.

В настоящее время в РФ пробурено более 200 МГС, РГС и ГС, причем наибольшее число из них пробурено в Башкирии. Это также был опыт проводки и эксплуатации отдельных ГС, но не систем скважин.

Первоначальные дебиты ГС, как правило, выше дебита вертикальных скважин в 2–12 раз, т. к. в ГС поверхность вскрытия пласта на несколько порядков выше, чем у вертикальных.

Практика и теоретические исследования показывают, что ГС могут быть эффективно использованы для целей доразведки, разработки и доразработки на большинстве нефтяных, газовых и нефтегазовых месторождений, имеющих благоприятные геолого-физические и гидродинамические условия. ГС могут применяться при разработке подгазовых нефтяных залежей, морских месторождений нефти и газа; для добычи высоковязких нефтей; для третичной добычи остаточной нефти. Кроме того, ГС могут применяться при разработке залежей не доступных для разбуривания в силу **экологических** причин – находящихся в пойменной зоне, под водоемами, горами, заповедниками, населенными пунктами, лесными угодьями, в санитарно-защитной зоне и др.

Особенно эффективны ГС при разработке месторождений, в которых нефть содержится в трещинах и карстовых полостях, образующих узкие протяженные зоны среди основного поля плотных пород. Вертикальными скважинами попасть в эти зоны весьма трудно или невозможно, а ГС, пробуренные в крест направления таких зон, успешно вскрывают их и являются высокопродуктивными.

Эффективным может быть использование ГС для выработки запасов нефти из тупиковых зон, образующихся у тектонических экранов тектонически экранированных залежей.

Расчеты и накопленный опыт убедительно подтверждают высокую эффективность технологий разработки системами ГС, которые позволяют повысить интенсивность добычи углеводородов, увеличить коэффициент нефтеотдачи пластов и снизить капитальные затраты. Установлено, что даже при существующей стоимости стро-

ительства ГС, которая в 2–2.5 раза выше, чем вертикальных, объем капитальных вложений в разработку снижается в 1.5–2 раза, срок окупаемости – в 2–2.5 раза.

При этом фонд действующих скважин сокращается в 7–8 раз, дебит скважин увеличивается в 6–7 раз.

К преимуществам перед традиционной схемой разработки залежей углеводородов следует отнести то, что происходит снижение поступления в скважину нежелательных пластовых флюидов за счет проявления качественно нового **эффекта конусообразования** и снижения депрессии на пласт.

Первая ГС на Оренбургском НГКМ пробурена в 1990г.

В настоящее время на Оренбургском НГКМ пробурено – 11 газовых и 7 нефтяных ГС; в эксплуатации – 9 газовых и 6 нефтяных ГС [13].

Бурение сосредоточено в той части месторождения, где продуктивная толща представлена одним объектом эксплуатации, характеризующимся низкопроницаемым коллектором и низкими продуктивными характеристиками вертикальных (газовых) скважин.

Ярким примером эффективности горизонтального бурения является УКПГ-10, где среднесуточная добыча по восьми ГС составляет 34% от суточной добычи газа по всей установке при действующем фонде скважин – 86. По добычи нефти: пять ГС дают 47 % суточной добычи нефти УКПГ-10 при действующем фонде в 52 скважины.

Таким образом, (на примере ОГКНМ) **экологические ограничения при выборе мест для строительства скважин приводят к необходимости внедрения современных методов бурения скважин. В частности, безамбарного метода бурения с проводкой горизонтальных стволов скважин.** Это дает:

• сокращение строительства новых скважин за счет увеличения их продуктивности;

• возможность строительства скважин в пойменной зоне рек;

• возможность кустового размещения скважин;

• уменьшение площадей земель, изымаемых в постоянное и временное пользование.

Контрольные вопросы

1. В чем суть воздействия на окружающую среду при строительстве скважин.

2.Перечислить основные моменты воздействия на окружающую среду при обустройстве месторождений.

3. Перечислить основные моменты воздействия на окружающую среду при разработке месторождений.

4.Перечислить основные мероприятия по охране недр и окружающей среды в процессе разбуривания нефтяного месторождения.

5. Перечислить основные мероприятия по охране недр и окружающей среды в процессе разработки нефтяного месторождения.

6. В чем суть воздействия на окружающую среду при интенсификации добычи нефти.

8. МОНИТОРИНГ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Мониторинг – система долгосрочных наблюдений, оценки, контроля и прогноза состояния и изменения объектов. Принято делить мониторинг на базовый (фоновый), глобальный, региональный и импактный (в особо опасных зонах и местах), а также по методам ведения и объектам наблюдения (авиационный, космический, окружающей человека среды).

Поисково-разведочные работы на нефть и газ, добыча и первичная переработка углеводородов на промыслах сопровождаются нарушением естественного состояния природной среды и ее загрязнением. **Масштабы техногенных изменений в нефтегазоносных районах зависят от природных условий и особенностей геологического строения, техники и технологии геолого-разведочных и эксплуатационных работ, продолжительности разработки месторождений.**

Актуальной научно-практической задачей является разработка для основных объектов нефтяной и газовой промышленности единой научно обоснованной **системы контроля**, которая позволяла бы контролировать и выявлять **выделение вредных веществ**-загрязнителей атмосферного воздуха и других природных объектов, **связь** количественных показателей выбросов с **технологией, метеорологическими параметрами**. Полученные при этом данные должны служить научной основой для:

• прогнозирования вероятности образования опасных концентраций вредных веществ в воздухе, воде и почве;

• определения размеров загрязненных участков, опасных зон, возможных последствий.

Мониторинг нефтяного загрязнения – это отдельный раздел системы **управления** качеством окружающей среды, включающий сбор и накопление информации о фактических параметрах основных компонентов окружающей среды и составление прогноза изменения их качества во времени.

Концепция мониторинга предусматривает специальную систему наблюдений, контроля, оценки, краткосрочного прогноза и определения долгосрочных тенденций в *состоянии* биосферы под влиянием техногенных процессов, связанных с разведкой и разработкой нефтяных месторождений [2; 13].

8.1. Система наблюдения за нефтяным загрязнением

Ведение мониторинга базируется на создании и оборудовании *специальной режимной сети и наличии долгосрочной программы наблюдений.* В программе предусматривается необходимость изучения фонового состояния биосферы и определения антропогенного воздействия на окружающую среду. При этом с учетом темпов изменения экологической обстановки и скорости поступления загрязняющих веществ проводится выбор объема и количества проб, частоты и периодичности отбора, объектов опробования и их распределение по площади.

В зависимости от места нахождения региона и целевых задач режимной сети система наблюдений может быть региональной или локальной, а также осуществляться на типовых участках и опытных полигонах.

Под региональным прогнозом понимается прогноз для крупных территорий преимущественно на качественном уровне, отражающем наиболее общие природоохранные аспекты. Характеристика ожидаемых явлений составляется по результатам анализа фактического материала с учетом пространственной и временной последовательности. В данном случае широкое применение находит метод аналогий.

Локальный прогноз выполняется для конкретного объекта (скважина, месторождение, промысел). Интерпретация результатов стационарных наблюдений за динамикой всех компонентов окружающей среды, как правило, проводится на математических моделях с использованием аналоговых, численных и аналитических методов.

Режимная сеть включает существующие и специальные пробуренные скважины, наблюдательные посты за изменением метеоусло-

вий и гидрогеологических характеристик поверхностных водотоков. *При стационарных исследованиях на ключевых участках выполняется контроль за составом и формами нахождения загрязняющих веществ в воздухе. почве, воде и грунтах.* Количественная оценка нефтяного загрязнения проводится при сопоставлении содержания индикаторных компонентов с величиной их фоновых значений и ПДК. Комплексное изучение физико-химической трансформации нефтяных углеводородов во всех основных компонентах окружающей среды позволяет оконтурить очаг загрязнения, составить прогноз его развития как по площади, так и по разрезу и предложить мероприятия по его ликвидации.

Одновременно на полигонах ведутся наблюдения за оседанием земной поверхности, которое возможно при интенсивной эксплуатации нефтяных месторождений. Для этой цели проводится периодическая нивелировка специальных реперов, размещение которых уточняется в процессе наблюдений.

Сеть пунктов должна быть динамичной и ежегодно пересматриваться с учетом возникновения или ликвидации отдельных очагов загрязнения и результатов анализа проб.

Периодичность отбора проб устанавливается в зависимости от площадных параметров объекта, ландшафтно-климатических условий, сложности геологического строения, а также от характера и интенсивности возможного поступления загрязняющих веществ. Частота отбора проб в каждом наблюдательном пункте определяется его местонахождением по отношению к источнику загрязнения. При детальных исследованиях и в условиях аварийного выброса углеводородов интервал между отборами проб может уменьшаться до нескольких часов.

Для осуществления оперативного контроля за состоянием нефтяного загрязнения окружающей среды в качестве индикаторов могут быть рекомендованы содержания нефтепродуктов и полициклических ароматических углеводородов. Для этих веществ характерны токсичность, устойчивость к разрушению, высокая растворимость и повышенная миграционная активность в различных средах.

8.2. Контроль за загрязнением окружающей среды в зоне деятельности НГДУ

В зоне производственной деятельности нефтегазодобывающих управлений, использующих при разработке месторождений химические реагенты, достаточно широко применяются системы контроля за состоянием пресных водоисточников, почвы и атмосферного воздуха.

Контроль за изменением физико-химических *свойств воды* начинается с геологического и гидрогеологического изучения источника. Изучению подлежат как поверхностные, так и глубинные источники.

Обычно в зоне деятельности нефтегазодобывающих управлений строится поверхностная **карта водостоков, совмещенная с коммуникациями по транспорту** нефти, газа, воды и их смесей. Наибольшее внимание уделяется трубопроводам, перекачивающим **сточные** воды. Определяются границы распространения водостока (истока и русла), населенные пункты и источники питьевых вод (колодцы, пруды, родники). Строится **карта поверхности, совмещенная с картой расположения коммуникаций**, и определяются контрольные пункты наблюдения. При пересечении местности в зоне деятельности НГДУ реками, ручьями пункты наблюдены выбираются в начале, середине и конце стока воды. Отбор проб и их анализ на токсичность проводится по известным методикам отбора и исследования вод. Определяются ионы Ca^{2+}, Mg^{2+}, Ka^{+}, HCO_3^{-}, $C1^{-}$, SO_4^{2-}, pH, общая жесткость воды, наличие ПАВ (химреагентов). Строятся графики изменения физико-химических свойств пресных вод. Наиболее распространенная методика определения **начала загрязнения вод** – сопоставление **изменения хлор-иона**, предельно допустимая концентрация которого для питьевых источников лимитируется 350 мг/л. Для большинства месторождений Урало-Поволжья концентрация хлоридов в пресных водах колеблется от 20 до 40 мг/л, текущее значительное **отклонение** от которых указывает на загрязнение пресных вод.

Контроль за *качеством подземных вод* включает гидрогеологическое изучение разреза до источников пресных вод и определение границ их распространения. Обычно зона распространения пресных вод приурочена к верхней части разреза с зоной активного водообмена. Также строится **карта распространения подземных вод** и намечаются контрольные **наблюдательные скважины**. В случае их отсутствия бурят специальные наблюдательные скважины глубиной от 30 до 100 м. Отбор проб на исследования и частота отбора устанавливаются геологической службой НГДУ.

Анализами определяются те же физико-химические характеристики вод, что и для поверхностных. Сопоставляя графики изменения отдельных параметров характеристики вод, определяют место, интенсивность и объемы загрязнения, по результатам которых проводятся организационно-технические мероприятия по ликвидации утечек – источников загрязнения.

Контроль за *состоянием почвы* проводится как визуально, путем осмотра, так и лабораторным методом. Визуально исследуется изменение внешних (видимых) характеристик, таких как цвет, плотность, наличие растительности. Лабораторный анализ включает отбор проб почвы, измельчение, отмыв в пресной, предварительно исследованной воде, отстой и химический анализ этой воды.

Кроме химического анализа, может быть проведен биологический, например, методом сравнительной фитотоксичности химических реагентов.

Загрязнение *воздушного бассейна* связано с выделением $\mathbf{CO_2}$, $\mathbf{H_2S}$ в местах подготовки нефти, сжигания газа или шлама в факелах. При этом, кроме воздушного бассейна, могут загрязняться почва и водоемы. При выпадении осадков (дождь, снег) $\mathbf{CO_2}$, $\mathbf{H_2S}$ могут образовывать кислоты, находящиеся в капельно-взвешенном и жидком состоянии, которые могут конденсироваться на поверхности и образовывать скопления. Поэтому для своевременной разработки и осуществления текущих организационно-технических мероприятий по предупреждению загрязнения воздушного бассейна и поверхности почвы и водоемов, необходимо учитывать и вести наблюде-

ния за изменением ветра, выпадением осадков. Отобранные пробы воздуха, как правило, исследуются путем хроматографического анализа. Применяются и экспресс-методы, основанные на использовании индикаторных материалов, при введении которых в пробу изменяется цвет.

Контрольные вопросы

1. Перечислить этапы мониторинга окружающей среды при разработке месторождений нефти и газа.

2. В чем состоит суть системы мониторинга.

3. Кто разрабатывает мероприятия по контролю за загрязнением окружающей среды в зоне деятельности НГДУ.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Алексеев П.Д. Охрана окружающей среды в нефтяной промышленности / П.Д. Алексеев, В.И. Бараз, В.И. Гридни и др. – Москва : Изд-во РГУ нефти и газа им. И. Губкина. 1994. – 474 с.

2. Кесельман Г.С. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа / Г.С. Кесельман, Э. А. Махмудбеков. – Москва : Недра, 1981. – 256 с.

3. Тетельмин Б.В. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. / Б.В. Тетельмин, В.А. Язев. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2009. – 352 с.

4. Красная книга Удмуртской Республики: отв. ред. О.Г. Баранова. – Чебоксары : 2012. – 458 с.

Дополнительная литература:

5. Гагарина О.В. Оценка качества поверхностных вод гидрохимическими показателями / О.В. Гагарина. – Ижевск : Удмуртский Университет, 2010. – 116 с.

6. Бардик Д. Нефтехимия / Д. Бардик, У. Леффлер. – Москва : ЗАО «Олимп-бизнес», 2003. – 408 с.

7. Беляева В.Я. Нефтегазовое строительство / В.Я. Беляева, А.А. Коршак, А.М. Шаммазов и др. – Москва : ОМЕГА-Л, 2005. – 774 с.

8. Вадецкий Ю В. Бурение нефтяных и газовых скважин / Ю.В. Вадецкий. – Москва : «Академия». 2004. – 352 с.

9. Васильев Г.Г. Трубопроводный транспорт нефти / Г.Г. Васильев, Г.Е. Коробков, А.А. Коршак [и др.] – Москва : ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – 407 с.

10. Вержичинская С. В. Химия и технология нефти и газа / С.В. Вержичинская, Н.Г. Дигиров. – Москва : ФОРУМ. 2007. – 400 с.

11. Красная книга РФ. Москва. 2001 г. – 850 с.

12. Красная книга Удмуртской Республики / отв. ред.: О.Г. Баранова. – Чебоксары: 2012. – 458 с.

13. Лоренц К. Агрессия / К. Лоренц. – Москва : Универс, 1994. – 272 с.

14. Московченко Д.В. Нефтедобыча и окружающая среда: Эколого-геохимический анализ Тюменской обл./ Д.В. Московченко. – Москва, 1998. – 256 с.

15. Небел Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир / Б. Небел. – Москва : Мир, 1993. – Т. 1. – 420 с.

16. Небел Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир / Б. Небел. – Москва.: Мир, 1993. –Т. 2. – 329 с.

17. Недропользование в Ханты-Мансийском автономном округе в 2002 году. – Ханты-Мансийск, 2003. – 99 с.

18. Нефтегаз-геологоразведка-экология. Россия и ближнее зарубежье 1994. – Москва, 1994. – 292 с.

19. Одум Ю. Экология: в 2 т. / Ю. Одум. Москва : Мир, 1986. – 328 с.

20. Петров В.В. Экологическое право России / В.В. Петров. – Москва : БЕК, 1995. – 558 с.

21. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. – Москва : Россия молодая, 1994. – 367 с.

22. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь / Н.Ф. Реймерс. – Москва.: Мысль, 1990. – 637 с.

23. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – Москва : Прогресс, 1980. – 327 с.

24. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Г. Фелленберг. – Москва : Мир, 1997. – 232 с.

25. Шилов И.А. Экология / И.А. Шилов. – Москва : Высш. Шк., 2000. – 512 с.

26. Эдберг Р., Яблоков А. Трудный путь к воскресению / Р. Эдберг, А. Яблоков. – Москва : Прогресс, 1988. – 160 с.

27. Экология. Учебное пособие / под ред.: С.А. Боголюбова. – Москва : Знание, 1997. – 288 с.

28.Яблоков А.В. Популяционная биология / А.В. Яблоков. – Москва :Высш. Шк., 1987. – 303 с.

29.Яблоков А.В. Уровни охраны живой природы / А.В. Яблоков, С.А. Остроумов. – Москва : Наука, 1985. – 175 с.

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ 3

ВВЕДЕНИЕ 5

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 8

2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТИ 13

3. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ 19

3.1. Концепция охраны окружающей природной среды 19

3.2. Правовые аспекты охраны окружающей природной среды 20

3.3. Экономический механизм возмещение ущерба природной среде при эксплуатации месторождений нефти и газа 24

4. УПРАВЛЕНИЕ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ 29

4.1. Экологическая политика государства 29

4.2. Ведение государственных кадастров в сфере природопользования 33

4.3. Учет и регистрация вредных воздействий на ОПС 34

4.4. Государственный экологический мониторинг 35

4.5. Планирование природоохранной деятельности 35

4.6. Лицензирование в сфере охраны ОПС 36

4.7. Сертификация в сфере охраны ОПС 36

4.8. Экологический контроль 37

4.9. Экологический аудит 37

4.10. Экологические платежи 38

4.11. Экологическое страхование 38

5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 40

5.1. Принципы управления охраной природы в нефтяной и газовой промышленности 44

5.2. Совершенствование системы информационного обеспечения 48

5.3. Критерии качества среды и нормативы воздействия 49

6. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА 61
7. ИСТОЧНИКИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 67
7.1. Строительство скважин 68
7.1.1. Источники загрязнения 72
7.1.2. Характер загрязнения природной среды 77
7.1.3. Влияние отходов бурения на водные объекты 78
7.1.4. Влияние отходов бурения на почву 79
7.1.5. Мероприятия по охране недр и окружающей среды в процессе разбуривания нефтяного месторождения 83
7.2. Строительство объектов нефтегазодобычи 86
7.3. Добыча и подготовка нефти 88
7.3.1. Схемы водоснабжения системы заводнения нефтяных месторождений 91
7.3.2. Методы борьбы с нефтяным загрязнением на водных объектах 97
7.3.3. Утилизация вод нефтяных месторождений 106
7.3.4. Нефтяной газ как источник загрязнения атмосферы Факельные установки 107
7.3.5. Мероприятия по охране недр и окружающей среды в процессе разработки нефтяного месторождения 123
7.4. Интенсификация добычи нефти 125
7.4.1. Заводнение 128
7.4.2. Заводнение с использованием химреагентов 129
7.4.3. Заводнение с применением полимерных растворов 130
7.4.4. Закачка горячей воды и пара 131
7.4.5. Метод влажного и сверхвлажного внутрипластового горения 132
8. МОНИТОРИНГ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ 138
8.1. Система наблюдения за нефтяным загрязнением 139
8.2. Контроль за загрязнением окружающей среды в зоне деятельности НГДУ. 141
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 144

Учебное издание

Полозов Михаил Брониславович
Трубицына Наталья Геннадьевна
Борхович Сергей Юрьевич

ЭКОЛОГИЯ

Учебник

Авторская редакция

Компьютерная верстка : Т.В. Опарина

Издательский центр «Удмуртский университет»
426034 г. Ижевск, ул. Ломоносова, 4Б, каб. 021
Тел. : + 7 (3412) 916-364, E-mail: editorial@udsu.ru