

Охрана водного бассейна от загрязнений

Часть 2.

Водопотребление на предприятиях нефтегазового комплекса

- На добывающих предприятиях воду используют для изготовления рабочих жидкостей при строительстве и эксплуатации скважин, внутрислоевого закачек, для охлаждения потоков нефти, газа и паров, движущихся частей оборудования, его промывки, приготовления растворов реагентов и т.д.



Водопотребление на предприятиях нефтегазового комплекса

- ▶ При бурении нефтяных скважин безвозвратное потребление и потери воды достигают 3500 м³, а количество выпускаемых в водоемы производственных сточных вод равно 1500 м³ на 1000 м проходки.
- ▶ Расход технической воды при заводнении нефтяных пластов составляет 3 м³/т добытой нефти, а при промышленной подготовке нефти (обезвоживании, обессоливании и стабилизации) – 0,5 м³/т нефти.



Водопотребление на предприятиях нефтегазового комплекса

При решении проблемы **сокращения промышленного водопотребления** выделяют следующие направления: разработка новых технологий, характеризующихся сокращением потребляемой воды и загрязненных стоков либо полным исключением воды из технологических операций; создание локальных систем обезвреживания стоков отдельных производств, включающих извлечение из них и утилизацию ценных компонентов, подготовку очищенной воды повторному использованию; организация замкнутых водооборотных систем, включая сбор и использование очищенных стоков, паводковых вод и атмосферных осадков с территории предприятий.



Оценка загрязнения поверхностных вод

- ▶ Основное отличие методических подходов к *экологическому нормированию* от *гигиенических* подходов в ограничении вредного воздействия химических веществ состоит в том, что медицинские подходы в качестве основных критериев выбирают здоровье населения, а с экологических позиций – это сохранение генофонда биоты в целом, в том числе и гидробиоты.
 - ▶ Самые информативные *критерии экологической диагностики* водной среды имеют неоспоримую перспективу и для оперативной оценки качества водной среды, и для его прогнозирования и управления.
-



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ *Критерием устойчивости* (сохранения биотических сообществ) водных экосистем к антропогенным нагрузкам является их самоочищающая способность.
- ▶ Самоочищающая способность может быть выражена разными способами, исходя из конкретных условий. Например, через коэффициент:
- ▶ **K = суточное потребление кислорода биопланктоном поверхностных вод/ БПК**



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Коэффициент отражает скорость разложения загрязняющих органических веществ в условиях водоема, т. е. его *самоочищающую способность*.
- ▶ Максимальные значения коэффициента соответствуют малому БПК, а с увеличением содержания органического вещества в воде скорость его деструкции уменьшается.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Токсичность вод по биотестам - это определение степени воздействия исследуемой воды на биологический объект. Регистрируется при этом изменение какого-либо биологического показателя биообъекта по сравнению с контрольным.
- ▶ Таким биологическим показателем может быть выживаемость тест-объектов, например, дафний, водорослей и рыб. Замена определения большого числа гидрохимических показателей несколькими биотестами удешевит контроль водной среды.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- Истинную оценку воздействия на водную среду невозможно дать по изолированному действию отдельных веществ. Не дают адекватной оценки состояния водных экосистем и методы биотестирования, например, только что рассмотренный показатель токсичности воды, так как возможность экстраполяции (перенесение) результатов биотестирования *in situ* на естественные водоемы ограничена. По методикам биотестирования невозможно учесть все существующие особенности жизнедеятельности организмов.
- Поэтому разработан критерий уровня загрязнения вод по методу прямой оценки качества воды биоиндикаторным методом. Этот метод применяется в мировой практике, а в России широко используется при оценке качества воды малых рек.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- Метод учитывает наличие, количество и значимость индикаторных таксонов в водоемах, а разнообразие микроорганизмов дает оценку классности вод. Градация качества осуществляется по 6 классам:
- от I – которому соответствует очень чистая вода,
- до 6 – которому соответствует очень грязная вода, исключая возможность обитания микроорганизмов.
- Идентификация присутствующих в воде биотаксонов осуществляется с помощью Атласа, в котором приведены изображения микроорганизмов.



- ▶ Метод биоиндикации был применен для оценки качества вод вблизи объектов хранения газа. Результаты приведены в таблице.

Таблица. Результаты качества воды, полученные методом биоиндикации

Результаты	Качество воды
Болото вблизи автострады	4-5 класс (8 типов)
Территория предприятия (промысла)	5 класс (3 типа)
Зона на 150-200 м ниже территории	4-5 класс (8 типов)

- ▶ Таким образом, метод биоиндикации позволяет установить границы техногенного воздействия на водный объект, и наметить меры по восстановлению качества вод.

Расчет предельно-допустимого сброса сточных вод

- ▶ Расчет предельно-допустимого сброса сточных вод (ПДС) производится в случае сброса сточных вод в природные водные объекты.
- ▶ При отводе загрязненных вод в канализацию ПДС не рассчитываются. Но условия сброса в канализационный коллектор согласовываются с местным управлением коммунального хозяйства.
- ▶ Расчет ПДС осуществляется в соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водных объектов, в которые сбрасываются сточные воды (с учетом категорий водопользования).



▶ ПДС = $q_{\text{СТ}}$ СПДС, г/ч

где $q_{\text{СТ}}$ – максимальный расход сточных вод, м³/ч;
СПДС - допустимая концентрация загрязняющего вещества, г/м³.

Расчетная формула:

▶ СПДС = $n(\text{СПДК} - C_{\text{Ф}}) + C_{\text{Ф}}$,

где $C_{\text{Ф}}$ – фоновая концентрация загрязненного вещества в водотоке выше выпуска сточных вод;

n – кратность разбавления в водотоке.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Данные о фоновых значениях могут быть получены в местных органах Росгидромета, если ведутся наблюдения на водных объектах.
- ▶ Перед расчетом ПДС устанавливается к какой группе по ЛПВ (лимитирующий показатель вредности) относятся вредные вещества, содержащиеся в сточных водах. Если вещества относятся к нескольким группам ЛПВ, расчеты ПДС выполняются независимо для каждой группы и выбирается результат, дающий наиболее жесткие условия сброса.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Данные по статистике аварий на трубопроводах для каждой группы месторождений имеют свои значения, что обусловлено рядом факторов: степенью изношенности систем, их суммарной длиной, технологическими особенностями строительства, характером местности и др.
- ▶ Статистика на примере Чутырского месторождения свидетельствует о том, что в среднем в год происходит 160 аварий, из них около 150 - от коррозии. При этом величина удельной аварийности – 0,206 отказа на 1 км в год. Расход аварийного выброса при этом составляет исходя из данных среднестатистических аварий с потерей нефти 0,153 т/сут.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Прогнозные характеристики возможного распространения нефти носят сугубо ориентировочный характер.
- ▶ Особенно сложными становятся расчеты поступления нефтепродуктов и других ЗВ при заболоченном характере речных водосборов, сложном строении русловых форм (пойменной многорукавности, наличии многочисленных стариц, заозеренности), залесенности и других факторах рельефа.
- ▶ Это связано с тем, что практически вся изливаемая нефть будет занимать пониженные части рельефа или продвигаться по поверхности водосбора очень медленно.



Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ Подземные воды лучше защищены от загрязнений. Тем не менее, отмечены серьезные изменения качества подземных вод на больших территориях и в широком диапазоне глубин.
- ▶ Глубокие водоносные горизонты загрязняются обычно через зброшенны или неисправные скважины, куда эти воды сбрасывают, ошибочно считая, что это самый простой способ избавиться от них.



Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ Большинство месторождений нефти расположено в пределах современных артезианских бассейнов различных порядков, которые имеют ярко выраженные гидродинамическую и гидрогеохимическую зональности, взаимосвязанные и взаимообусловленные историей развития осадочных бассейнов.
 - ▶ Знание закономерностей зонального строения подземных водоносных толщ необходимо с точки зрения формирования возможностей регионального загрязнения при извлечении и подготовке нефти.
 - ▶ Не последнюю роль в этих процессах играют также технологические особенности эксплуатации нефтегазо-носных комплексов.
-

Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ Осадочная толща, начиная от кристаллического фундамента и заканчивая четвертичными образованиями, в той или иной степени водонасыщена, а водоносные горизонты разделены между собой относительными водоупорами.
- ▶ Водоупоры представлены глинистыми, глинисто-карбонатными и галогенными отложениями, они играют роль границ, препятствующих широкому развитию вертикальных инверсий, и формируют выделенные типы вертикальной зональности.



Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ Влияние техногенных факторов на подземные воды формируется под воздействием ряда причин.
- ▶ На качественных и количественных изменениях показателей состояния гидросферы это воздействие проявляется с некоторым запаздыванием во времени. Как следствие, новая гидрохимическая и температурная обстановка, сформированная в подземных водах, сказывается на фильтрационных свойствах пород.



Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ Экспериментально показано, что при изменении температуры от 20 до 80 °С проницаемость глин возрастает на 1-2 порядка, что обуславливает увеличение скорости латеральной миграции подземных вод и активизацию вертикального обмена и приводит к нарушению естественных условий гидрогеодинамической, гидрогеохимической, газовой и температурной зональностей.



Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ При фильтрации воды, загрязненной нефтепродуктами, происходит их накопление во вмещающих породах с одновременным разложением органических веществ.
- ▶ Взаимодействие загрязненных вод с вмещающими породами происходит по чрезвычайно сложным законам и зависит от таких факторов, как начальная концентрация нефти в воде, продолжительность воздействия и мощность источника загрязнения, структура фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) вмещающих пород и соответственно скорость фильтрации.



Закономерности влияния на подземные воды, типичные

для многих месторождений нефти, находящихся на поздней стадии освоения.

- ▶ Загрязнение пресных подземных вод происходит практически беспрепятственно как сверху – через зону аэрации, так и снизу – напорными водами из глубоко залегающих водоносных горизонтов.
 - ▶ Проникновение загрязненных вод сверху контролируется степенью естественной защищенности подземных вод. Поступление вод снизу обусловлено нарушением естественных водоупорных толщ многочисленными скважинами и искусственно созданными нарушениями сплошности покрышек залежей нефти. Принудительное увеличение пластового давления интенсифицирует проникновение в верхние горизонты рассолов, нефтей, газов через тектонические нарушения и различные по генезису литологические окна.
-



Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ Проникновение высокоминерализованных рассолов в зоны пресных вод в результате смешения создает новые гидрохимические типы вод:
- ▶ гидрокарбонатно-хлоридные, хлоридные кальциево-натриевые, магниевые-кальциевые и хлоридно-натриевые воды с минерализацией от 8-10 до 30 г/л, а в отдельных пунктах – до 88 г/л.



Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ Высокая миграционная способность хлоридных солей приводит к активному насыщению водовмещающих и водоупорных пород, ранее испытывавших дефицит такого рода солей.
- ▶ Благодаря этому загрязнение новых порций пресных вод продолжается в течение десятков лет после прекращения действия источника поступления.



Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ Добыча нефти с применением ППД приводит к повышению динамического уровня пластовых вод на значительных площадях вплоть до зоны интенсивного водообмена с развитием пресных вод.
- ▶ При снятии избыточного давления динамический уровень пластовых вод приходит в естественное состояние, поступление рассолов в зону пресных вод прекращается и гидродинамическая обстановка восстанавливается почти до естественной.



Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ Основные объемы рассолов из продуктивных пластов поступают в верхние водоносные горизонты по затрубным пространствам скважин, не зацементированным или частично зацементированным, но нарушенным в период эксплуатации.
 - ▶ Причины, определяющие такую миграцию рассолов по затрубными пространствам, закладываются на стадии проектирования и последующих этапах строительства скважин. Избыточное давление, создаваемое в продуктивных пластах, выступает как активная движущая сила.
-



Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ При интенсивном отборе флюидов из продуктивного коллектора происходят нарушения равновесного состояния пластовых вод, являющихся сложными системами.
- ▶ Нарушения возникают вследствие изменения пластовых давлений, температуры, при контакте с другими пластовыми водами, отличными по химическому составу, или пресными водами.
- ▶ Изменения состава пластовых вод происходят при закачке больших объемов химреагентов, используемых для повышения нефтеотдачи пластов, и других видах воздействия.



Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ Наиболее масштабные воздействия на подземные водоносные системы отдельных продуктивных коллекторов обусловлены возникновением гидравлической связи между соседними по разрезу пластами.
- ▶ Сосредоточенные перетоки жидкости происходят через литологические окна, представляющие собой слияние двух или более пластов, либо по зонам тектонических нарушений.




Оценка загрязнения подземных вод

- ▶ Нарушение равновесного состояния пластовых вод и качества добываемой нефти с применением методов увеличения нефтеотдачи пластов происходит в первую очередь за счет охлаждения пластов от закачиваемой воды; биозаражения чуждыми микроорганизмами аэробных условий; подачи в пласт в условиях восстановительной геохимической обстановки вод, свойственных окислительным условиям; заноса механических и органических примесей.
- ▶ Перечисленные процессы сопровождаются ростом обводненности продукции. При этом объемы закачиваемых и извлекаемых вод, как правило, несопоставимы.



- ▶ При воздействии на пласт химреагентами наиболее часто применяются отходы производства серной кислоты, щелочи, ПАВ и другие сильнодействующие жидкости.
- ▶ В результате таких воздействий происходит обогащение нефти серой, парафинами, асфальтенами и смолами, уменьшение содержания легких фракций в составе нефтей, снижение газового фактора и давления насыщения растворенным газом, не говоря уже о происходящих изменениях состава воды в пласте.
- ▶ Этот факт достаточно адекватно отражается на химическом составе добываемой одновременно с нефтью и ПНГ воды. Кроме увеличения кислотности воды происходит рост содержания таких соединений серы, как сульфиды, меркаптаны, сероводород, сульфоксиды, сульфокислоты и др. Все эти соединения при попадании в природные среды на поверхность земли представляют реальную экологическую опасность.



-
- ▶ Вместе с реагентами для повышения нефтеотдачи в пласт вводятся различные по составу ингибиторы коррозии, деэмульгаторы, соляная и плавиковая кислоты, которые также оказывают влияние не только на пористую или трещинную среды, но и на подземные воды, циркулирующие в этих средах.
 - ▶ Так, применение вышеперечисленных веществ приводит к разрушению цементного субстрата терригенных коллекторов и, следовательно, к деформациям фильтрационных полей.
-
- 

- ▶ Подземные воды являются универсальным информативным компонентом, реагирующим практически на все процессы, происходящие в геологической среде. С этих позиций представляет интерес классификация техногенных процессов и явлений при освоении месторождений.
- ▶ Гидрогеологические исследования по оценке масштабов развития техногенных процессов и явлений наиболее часто проводятся при помощи среднемасштабной гидрогеологической съемки месторождения. Съемка сопровождается широким комплексом гидрогеофизических, гидрогеохимических и других видов работ.



-
- ▶ При оценке воздействия в первую очередь рассчитывается возможность вертикальной миграции ЗВ на территории горного отвода или на наиболее уязвимых участках, а также отдельных объектов - потенциальных загрязнителей буровых площадок.




-
- ▶ Оценка распространения ЗВ базируется на расчетах гидрогеохимической миграции или пространственно-временном их перемещении в системах, образуемых подземными водами и техногенными средами.
 - ▶ Процессы миграции ЗВ протекают под воздействием компонентов сред, что приводит к качественно-количественным изменениям их состава.
 - ▶ Для оценки таких изменений в подземных водах используются достаточно сложные математические модели. Однако на первом этапе оценок поступления ЗВ в грунтовые воды и миграции в них загрязнителей используют более простые методы.
-



- ▶ В общем случае защищенность подземных вод оценивается на основе четырех показателей:
- ▶ глубины залегания грунтовых вод или мощности зоны аэрации,
- ▶ строения и литологического состава слагающих пород этой зоны,
- ▶ мощности и распространенности слабопроницаемых отложений над грунтовыми водами и
- ▶ фильтрационных свойств пород над уровнем грунтовых вод.



-
- ▶ Наибольшее влияние на скорости и объемы инфильтрующихся загрязненных вод оказывают два последних признака, а глубина залегания грунтовых вод имеет подчиненное значение. Поэтому при предварительных оценках категорий защищенности пользуются параметром мощности зоны аэрации и расчетами глубин и скоростей инфильтрации загрязненных вод.
-
- 

- ▶ Необходимо отметить, что исследования по оценке влияния добычи нефти на подземную гидросферу являются необходимым этапом геолого-экологических исследований и должны проводиться с момента поисково-разведочных работ (опережающие исследования).
- ▶ При наращивании объемов добычи нефти сфера таких исследований должна охватывать негативные последствия воздействий как с поверхности земли, так и из глубоких горизонтов.
- ▶ После ликвидации скважин или инфраструктуры месторождения наблюдения за изменением гидрогеологических показателей должны проводиться продолжительное время, для того чтобы убедиться в пространственно-временной локализации негативных явлений или в их релаксации.

