

Охрана водного бассейна от загрязнений

Часть 1

Охрана водного бассейна от загрязнений

- Запасы воды гидросферы Земли составляют около 1454 млн км³. Это воды:
- Мирового океана,
- подземные и грунтовые воды,
- ледники,
- вода озер и болот,
- рек и ручьев,
- пары атмосферы.

Вода находится в вечном круговороте, тем не менее проблема воды на планете с каждым годом усложняется.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- Из огромного количества воды на Земле пресные воды (соль < 1 г/л) составляют около 3 %.
- Из-за высокой солености (3,5 г/л) океанские и морские воды (97 %) могут быть использованы в качестве питьевой только после должного опреснения.
- Водные ресурсы по территории России распределены неравномерно. По среднегодовым данным речной сток составляет 4384 км³, но лишь 14 % его приходится на районы, где размещено 80 % промышленного и сельскохозяйственного производства и проживает 85 % населения страны.
- На южные и западные районы страны приходится 18 % водных ресурсов. Недосток в пресной воде ощущается в центральных и южных районах европейской части России.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Отмечено, что в последние десятилетия уровень Мирового океана повышается в среднем на 1,2 мм в год, что эквивалентно потери суши ежегодно 430 км³ воды. Причинами этого являются вырубка лесов, осушение болот, уменьшение количества осадков на суше, распашка степей, подземные горные разработки и др.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- В условиях растущего водопотребления и развитием промышленности и сельского хозяйства, возникла проблема дефицита воды.
 - На производство 1 т стали расходуется 300 т воды, 1 т капрона – 5600 т, 1 т бумаги – 1000 т, 1 т сахара – 100 т. Потребление воды промышленностью у нас в стране до 90-х г удваивалось каждые 10 лет. Самым крупным ее потребителем является сельское хозяйство и коммунальное хозяйство городов и сел.
 - Основными причинами возникновения такого дефицита – загрязнение поверхностных и подземных вод в результате сброса сточных вод.
-



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ **Сточные воды** – это воды, использованные на бытовые, производственные или другие нужды, загрязненные различными примесями, изменившими их первоначальный химический состав и физические свойства. А также воды, стекающие с территории населенных пунктов и промышленных предприятий в результате выпадения атмосферных осадков или поливки улиц.



Охрана водного бассейна от загрязнений

Сточные воды подразделяют:

- ▶ на бытовые (хозяйственно-фекальные),
- ▶ производственные (промышленные),
- ▶ ливневые (атмосферные).



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ В среднем 1 м³ недостаточно очищенных сточных вод промышленного производства делает непригодными к использованию 10-50 м³ воды поверхности источников. Мировое потребление воды в настоящее время составило – 7000 км³. Если сбрасывать образующиеся сточные воды в водоемы, то практически весь наземный и подземный речной сток окажется загрязненным.



Охрана водного бассейна от загрязнений

Сточные воды могут быть загрязнены естественными продуктами:

- отходами, поглощающими кислород;
- взвешьями;
- различными ядовитыми веществами;
- нефтью,
- нефтепродуктами,
- различными отходами предприятий органического синтеза,
- детергентами.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- Тепловое загрязнение водоемов происходит за счет большого количества горячих и теплых стоков. Повышение температуры воды в водоемах увеличивает действие токсических веществ, вносит искажения в биологические процессы существования водных сообществ.
- Согласно данным ЮНЕСКО, в Мировой океан ежегодно попадает в виде различных химических соединений 6,5 млн. т. фосфора, 2,3 млн. т. свинца, 320 млн. т. железа, до 10 млн. т. нефти, сотни тысяч тонн продуктов разложения детергентов и пестицидов, а также различных твердых отходов.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Загрязнение океанских вод привело к тому, что за последние десятилетия в океане навсегда исчезло около тысячи видов морских животных, резко сократились запасы ценных видов морских животных, резко сократились запасы ценных видов промысловых рыб, ракообразных и моллюсков.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- Борьба против загрязнений суши и ее вод является борьбой за жизнь на Земле.
- Вода является средой и участницей сложнейших биологических реакций, присущих всем процессам жизни в животном или растительном мире.
- Без участия воды невозможно промышленное производство. Вода это химический реагент, и промышленное сырье, и средство для транспортирования сырья, продукции и отходов.
- Современные энергетические системы – атомные, гидро- и теплоэлектростанции – немыслимы без использования воды.
- Определенное количество воды используется для промывки оборудования, мытья производственных помещений, а также для хозяйственных и бытовых целей.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Близкие к земной поверхности водоносные горизонты чаще всего бывают загрязнены бытовыми отходами, пестицидами, промышленными стоками, поступающими в почву и верхние горизонты рыхлых горных пород путем фильтрации с поверхности или из загрязненных поверхностных водоемов (рек, озер, прудов).



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Глубокие водоносные горизонты загрязняются обычно через заброшенные или неисправные скважины, куда эти воды сбрасывают, ошибочно считая, что это самый простой и приемлемый способ избавиться от них.



Охрана водного бассейна от загрязнений

Группы стоков, различающиеся по загрязняющим веществам.

Выделяют две основные группы стоков:

- ▶ содержащие органические вещества;
- ▶ содержащие неорганические примеси.



Охрана водного бассейна от загрязнений

Сточные воды первой группы сбрасывают нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы, предприятия органического синтеза и синтетического каучука, коксохимические, газосланцевые и др.



Охрана водного бассейна от загрязнений

Ко второй группе относятся сточные воды содовых, сернокислотных, азотнокислотных заводов; предприятий, производящих минеральные удобрения; обогатительных фабрик свинцовых, цинковых, никелевых руд, шахт и рудников; катализаторных фабрик и др.



Охрана водного бассейна от загрязнений

Для нефтяной, газовой, нефтеперерабатывающей промышленности и для производств органических веществ из УВ нефти и газа (нефтехимической и химической промышленности) характерны стоки **обеих групп**.



Охрана водного бассейна от загрязнений

Три вида загрязнений водоемов суши, морей, **подземных вод:**

- загрязнениях нефтью, УВ нефти и газоконденсата,
- металлами,
- кислотными дождями.



Охрана водного бассейна от загрязнений

Нефть и нефтепродукты.

- ▶ Нефть и нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных загрязняющих веществ природных вод.
- ▶ Помимо УВ в нефтях находятся кислород-, серу- и азотсодержащие соединения.



Охрана водного бассейна от загрязнений

Источники нефтяного загрязнения разнообразны:

- ▶ 1. промышленные стоки,
- ▶ 2. аварии судов,
- ▶ 3. прорывы нефти на буровых установках и др.



Охрана водного бассейна от загрязнений

К наиболее наглядным последствиям нефтяного загрязнения относятся гибель водоплавающих птиц и некоторых видов животных, обитающих в морских и пресных водах, загрязнение пляжей, сокращение или прекращение рыболовства на загрязняемых акваториях. Однако наибольшую опасность представляет воздействие нефтепродуктов на экологию водных объектов.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Поступившая в воду нефть образует слой вначале на поверхности, при этом легкие УВ начинают испаряться. Постепенно нефть вовлекается в турбулентное движение вод, смешиваясь с ними, и через некоторое время большая часть нефти сосредоточивается в водных массах.
- ▶ Содержание растворенных НП в воде может достигать 10 мг/л. ПДК НП в рекреационных водоемах составляет 0,3 мг/л, а в рыбохозяйственных – лишь 0,05 мг/л.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Вначале в водный раствор переходят жирные, карбоновые и нафтеновые кислоты, а также фенолы и крезолы.
- ▶ Через несколько суток после поступления НП в воду в результате химического и биохимического разложения образуются другие растворимые соединения – окисленные УВ, токсичность которых значительно выше, чем у окисленных.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ В некоторых случаях самоочищение загрязненных НП акваторий происходит сравнительно быстро: этому способствует дисперсия нефти под действием ветра и течений.
- ▶ При 10-20 С за 20 сут окисляется 50-80 % от общего количества поступившей в воду нефти, тогда как при 5 С – лишь 10-20 %.
- ▶ Часть содержащейся в воде нефти и продуктов ее разложения сорбируется донными отложениями (глинистые илы).



Охрана водного бассейна от загрязнений

Металлы – загрязнители водоемов.

- ▶ Сбрасываемые в природные водоемы промышленные и бытовые стоки часто содержат значительные количества металлов.
- ▶ Токсичность металлов, наиболее опасных с точки зрения возможного воздействия на окружающую среду, убывает в следующем порядке:
Hg > Cu > Pb > Cd > Cr > Zn > Ni > Al.



Охрана водного бассейна от загрязнений

Взаимодействуя с содержащимися в воде и в донных отложениях органическими веществами, металлы могут образовывать органоминеральные комплексные соединения, зачастую обладающие чрезвычайно высокой устойчивостью.

Металлы переносятся речными водами во взвешенном и растворенном состоянии, в некоторых случаях значительная часть металлов может быть представлена коллоидными формами.



Охрана водного бассейна от загрязнений

Кислотные дожди – загрязнители водоемов. Опасным видом загрязнений водоемов являются так называемые кислотные дожди, возникающие в результате соединения с атмосферным кислородом двуокиси серы и окислов азота, которые выбрасываются работающими на угле, нефти и мазуте электростанциями, металлургическими заводами, а также автомобильным транспортом.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Образующиеся окислы соединяются с атмосферной влагой, давая серную и азотную кислоты.
- ▶ В состав кислотных дождей могут входить также летучие органические соединения: алканы, олефины, ароматические соединения, органические кислоты.



Охрана водного бассейна от загрязнений

- ▶ Фильтруясь в почву вода кислотных дождей уносит кальций, магний, калий и натрий. Их место занимают токсичные металлы, которые под действием влаги дают растворимые соли, легче впитываемые растениями.
 - ▶ В тоже время дожди убивают почвенные микроорганизмы, разлагающие органические остатки. Попадание кислотных дождей в водоемы вызывает значительное повышение кислотности поверхностных вод.
 - ▶ Выпадая на земную поверхность, они приводят к повышению кислотности почвы, негативно влияют на здоровье людей, урожайность с/х культур, особенно в период их начального роста, оказывают разрушающее действие на конструкционные материалы.
-



- ▶ Согласно водоохранным правилам при разработке месторождений нефти обычно не предусматривается прямых сбросов неочищенных сточных вод в поверхностные водотоки.
- ▶ Отработанные буровые растворы (ОБР), как правило, используются повторно, а сточные воды закачиваются в поглощающие скважины либо проходят соответствующую очистку от загрязняющих веществ.
- ▶ В случае попадания ОБР, содержащего токсичные химические реагенты, в сточные воды буровых установок образуются весьма стойкие, не отстаивающиеся суспензии. Эти смеси при попадании в водоем образуют слаборазлагающиеся пленки, препятствующие аэрации водоемов.



-
- ▶ Следуя отраслевому стандарту, отработанные **буровые растворы** должны быть очищены от взвесей, примесей нефти и разбавлены до допустимых норм. Однако эти правила трудновыполнимы в связи с рядом объективных причин:
 - очистка буровых сточных вод стоит дорого;
 - для разбавления ряда ингредиентов растворов требуются необходимая кратность от 25 до 80 тыс. раз и, следовательно, большие объемы чистой воды;
 - многократное использование буровых растворов неоправданно при больших расстояниях между кустами скважин.
-



-
- ▶ Строительство амбаров и отстойников проводится в поймах рек, а в периоды дождей и паводков происходят прорывы их стенок и ограждений. В результате отходы растекаются по площадкам и понижениям рельефа, что приводит к загрязнению не только почв, но и поверхностных, грунтовых и подземных вод.
 - ▶ Такие же ситуации могут возникнуть вследствие несвоевременной ликвидации шламовых амбаров и последующей рекультивации плодородного слоя почв на кустовых площадках.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ Несмотря на способность водоемов к самоочищению, основным фактором которого является биохимический распад органических веществ под действием микроорганизмов, загрязняющие вещества вносят значительные изменения в установившийся режим и нарушают равновесное состояние водных экологических систем.



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ Самоочищающая способность водоемов зависит от запаса растворенного кислорода, а также от скорости речного потока, химического состава воды, ее температуры, массы взвешенных веществ, донного осадка и других факторов.
 - ▶ Если стоки по своей мощности относительно невелики, а секундный расход воды в реке достаточен, процесс самоочищения заканчивается в пределах 20 – 40 км и даже меньше от места загрязнения. Однако некоторые медленно окисляющиеся вещества могут переноситься водой на большие расстояния.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ В суровых климатических условиях значительно увеличивается время, необходимое для самоочищения речных вод, поэтому влияние стоков на качественные показатели воды прослеживаются на расстояниях 120 – 140 км вниз по течению.
 - ▶ В результате процессов превращения загрязняющих веществ, протекающих под воздействием природных факторов, могут образовываться вторичные продукты распада загрязнений. Поэтому сточные воды перед спуском в водоемы должны быть очищены до такой степени, чтобы они не оказывали вредного влияния.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ Загрязняющие органические вещества, взаимодействуя с растворенным кислородом, окисляются до углекислого газа и воды, потребляя различное количество кислорода. Поэтому введен обобщенный показатель, позволяющий оценить суммарное количество загрязнений в воде, поглощающих кислород.
- ▶ Таким показателем является биохимическая потребность в кислороде (БПК), равная количеству кислорода, поглощаемого при окислении конкретного вещества в определенный отрезок времени.



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ БПК выражается в миллиграммах потребного кислорода на 1 грамм окисляемого вещества ($\text{мгO}_2/\text{г}$), а в растворах - в миллиграммах потребного кислорода на 1 л раствора ($\text{мг O}_2/\text{л}$). Наряду с показателем БПК установлен показатель химического (бихроматного) потребления кислорода (ХПК).
 - ▶ В зависимости от времени, за которое определяется БПК, различают БПК₅ (пятидневная), БПК₂₀ (двадцатидневная), БПК_{полн} (полная потребность, когда окисление заканчивается полностью).
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ В соответствии с требованиями «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения» качество воды водоема после спуска в него сточных вод должно соответствовать следующим основным показателям:
- ▶ - количество растворенного в воде кислорода должно быть не менее 4 мг/л;
- ▶ - БПК_{полн} при 20° С не должна превышать 3 мг/л;
- ▶ - содержание взвешенных веществ в воде после спуска сточных вод не должно увеличиваться более чем на 0,25 и 0,75 мг/л для водоемов соответственно первой и второй категорий;



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ - минеральный осадок не должен быть более 1000 мг/л, в том числе хлоридов 350 и сульфатов 500 мг/л;
 - ▶ - запахи и привкусы не должны присутствовать в воде, кислотность воды должна находиться в пределах 6,5 - 8,5;
 - ▶ - на поверхности воды не должно быть плавающих примесей, пленок, пятен масел, нефтепродуктов;
 - ▶ - в воде не должны содержаться ядовитые вещества в концентрациях, оказывающих вредное воздействие на людей и животных.
 - ▶ - запрещается сбрасывать в водоемы радиоактивные сточные воды.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ Выполнение этих требований является обязательным для проектировщиков, строителей и эксплуатационников; за их соблюдением установлен надзор, и виновные в их нарушении наказываются по закону.
 - ▶ Правила ориентируют на преимущественное сокращение объемов сточных вод с вредными примесями путем перехода на прогрессивные технологии, уменьшающие количество отходов и загрязняющих веществ путем создания водооборотных циклов.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ 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 поддержания пластового давления (ППД).
 - ▶ Первые два способа используются ограниченно, так как косвенно влияют на загрязнение воздушной среды и подземных вод.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ 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.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ В отечественной и зарубежной практике накоплен опыт захоронения промышленных 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, исключаящими гидравлическую связь пласта-коллектора с другими водоносными горизонтами
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ 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.



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ Контроль гидрогеологических параметров 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.



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ 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.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ В настоящее время свыше 1,5 млрд. м³ пластовых вод откачивается из коллекторов вместе с нефтью, из них 90 % попутных вод находит применение в системах заводнения, а по отдельным объединениям этот показатель достигает 95 – 100 %.
- ▶ Благодаря утилизации этих вод, в оборотном водоснабжении частично компенсируется расход пресных вод для технологических целей при добыче нефти.



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ 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.



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ 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.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ Наибольшую опасность в связи с высокой коррозионной активностью представляют сульфатвосстанавливающие, нитрофицирующие, тионовые и железобактерии.
 - ▶ Среди разнообразных групп микроорганизмов, обнаруженных в попутных водах, выделяют сульфатвосстанавливающие бактерии, содержание которых достигает нескольких миллионов клеток в 1 мл воды.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ 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 обуславливают процесс восстановления сульфатов, который ведет к накоплению сероводорода и усилению явлений коррозии нефтепромыслового оборудования.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ **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.



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

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



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ Для предотвращения солеотложения в продуктивных пластах и для 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.
-



Нормирование вредных веществ, сбрасываемых со сточными водами

- ▶ 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 %.
-

