

10 ноября 2021 г.

## **Экологическая гидрогеология**

### **СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Все водоохраные мероприятия можно разделить на две группы:

- 1) профилактические, направленные на предотвращение загрязнения;
- 2) активные, задача которых — ограничение или ликвидация реально проявившегося загрязнения.

#### **1. Профилактические мероприятия**

Специфику профилактических мероприятий целесообразнее всего рассмотреть применительно к поверхностным источникам загрязнения подземных вод (ЗПВ) - разнообразным накопителям промышленных стоков (хвосто- и шламохранилища, пруды-отстойники и т.п.), отвалам, каналам транспортировки отходов и т.д. Следует отметить, что до 80% загрязнений связано с накопителями промышленных стоков.

Основная задача профилактических мероприятий заключается в максимальном ограничении фильтрационных потерь. Во многом она может быть решена еще на стадии изысканий и проектирования обоснованным выбором участка. Для создания такого накопителя следует выбирать участки, имеющие хороший естественный экран — относительно водоупорные покровные образования — или прилежащие к областям разгрузки подземных вод, где более вероятен "подпертый" режим фильтрации в бортах хранилища в течение всего периода его эксплуатации. Это даст возможность сократить утечки из накопителя и (или) локализовать их нижним бьефом ограждающей дамбы (плотины) и тем самым значительно облегчить борьбу с загрязнением. Соответственно следует ориентировать и изыскания: не ограничиваясь контуром будущей акватории накопителя, они должны обязательно установить условия движения подземных вод, включая местные области их разгрузки.

К числу простейших профилактических мероприятий можно отнести также заблаговременную тщательную ликвидацию всех разведочных скважин на исследуемом участке; целенаправленное распределение твердой фазы стоков различного гранулометрического состава на площади технического водоема с целью, в частности, замыва тонкодисперсными фракциями наиболее фильтрующих участков его ложа и бортов: использование жидкой фазы стоков в системе оборотного водоснабжения, поддержание уровней в технических водоемах на возможно более низких от-

метках с целью уменьшения площади акватории с соответствующим снижением потерь на фильтрацию. Этого можно добиться также путем отсечения всех мелководных частей специальными ограждающими дамбами с дренажем.

Полностью избежать потерь промышленных стоков на фильтрацию из поверхностных накопителей не удастся даже при создании глухих ограждающих дамб, хороших противофильтрационных экранов и дренаже основания накопителя. Поэтому нужно заблаговременно локализовать утечки через дамбу и ее основание, перехватывая их дренажной системой на низовом откосе. Если потери невелики, то профильтровавшиеся стоки можно без очистки перекачивать обратно в накопитель. При значительных потерях на фильтрацию предусматривается предварительная очистка стоков, после которой они используются в системе оборотного водоснабжения или сбрасываются в местную гидросеть.

На хвостохранилищах с практически пресной жидкой фазой (но с повышенным содержанием вредных компонентов, например ионов тяжелых металлов) основную плотину часто делают проницаемой (при условии, что утечки локализованы в ее створе), используя как фильтр на первом этапе очистки.

В группу особенно важных профилактических мероприятий нужно выделить создание противофильтрационных экранов (ПФЭ), которые делятся на грунтовые, пленочные, комбинированные и специальные.

*Грунтовые экраны..* Естественные отложения существенно глинистого состава (глины, тяжелые суглинки) иногда можно оставлять в качестве ПФЭ - при выдержанной их мощности (не менее 3 м) и только для резервуаров чистой воды или накопителей слабоминерализованных, нетоксичных и химически неагрессивных стоков. При этом нужно иметь в виду, что такие экраны характеризуются довольно высокой проницаемостью ( $k = 0,01-0,001$  м/сут).

Искусственные глинистые экраны мощностью 0,3 м и более создаются путем послойной укладки и уплотнения глинистых грунтов до оптимальных значений влажности и плотности. Однако в процессе укладки в них неизбежно появляются трещины усыхания, т.е. резко возрастает проницаемость, поэтому во многих странах от использования искусственных глинистых экранов практически отказались. К другим недостаткам грунтовых ПФЭ относятся подверженность размыванию поверхностными водами, т.е. необходимость создания специальной защиты из каменной

наброски; химическая деградация глинистых грунтов под влиянием агрессивных промышленных стоков (например, рассолов), приводящая к резкому (на порядок и более) увеличению их проницаемости в сравнении с первоначальной.

Для улучшения пластических свойств и повышения химической стойкости грунтовых экранов предпринимались попытки использовать различные добавки к глинам: органику, жидкое стекло, растворы солей (аналогичные по составу промышленным стокам); поверхностно-активные вещества (ПАВ), бентонит, цемент, различные смолы и др., но в большинстве случаев стойкого улучшения противofiltrационных свойств экранов добиться не удалось.

Специфическим типом являются формирующиеся в процессе складирования отходов экраны из шламов - твердой фазы пульпы, сбрасываемой в накопители. Целенаправленное складирование отходов позволяет существенно снизить и даже практически ликвидировать утечки жидких отходов из накопителей. К достоинствам ПФЭ из шламов нужно отнести их устойчивость к агрессивным стокам (так как они формируются в той же среде) и низкую стоимость.

*Пленочные экраны.* Такие покрытия хранилищ промышленных стоков получили распространение с середины 1960-х гг. В этих целях используется широкая гамма синтетических пленок и материалов на резинобитумной основе. Они абсолютно непроницаемы (если иметь в виду сам материал), устойчивы к различным видам агрессивных воздействий, пластичны, длительное время (15 лет и более) сохраняют исходные свойства. В то же время у пленочных покрытий много недостатков, среди которых сильная подверженность механическим повреждениям, трудности обеспечения герметичности при больших площадях покрытия, чувствительность к растягиванию (особенно по швам стыковки), довольно высокая стоимость. Поэтому за рубежом пленки в качестве ПФЭ используются преимущественно при создании резервуаров чистой воды и небольших (до нескольких тысяч квадратных метров) бассейнов промышленных стоков (в том числе, агрессивных).

*Комбинированные экраны.* Наибольшей надежностью отличаются комбинированные ПФЭ, сочетающие элементы грунтовых и пленочных экранов с дренажем. Синтетическая пленка укладывается между двумя слоями слабопроницаемых глинистых грунтов с добавками цемента, битумов, смол, бентонита и других компонентов. Эти слои выполняют также

защитную функцию по отношению к пленке.



Наиболее широко распространены грунтово-цементные смеси. Так, в США и Канаде уже в 1982 г. существовало 250 хранилищ опасных жидких отходов, построенных с применением таких смесей. Толщина слоев (глина - 80%, цемент и вода - по 10%) составила всего 13 см, но во всех случаях была обеспечена высокая герметичность покрытия.

В грунтово-пленочных экранах с дренажем профильтровавшиеся через слой слабопроницаемого грунта и пленку загрязненные воды перехватываются систематическим дренажем.

*Специальные экраны.* К специальным ПФЭ относятся, например, покрытия, использующие экранирующий эффект капиллярной каймы. При

инфильтрации осадков, не перехваченных на поверхности системой дренажных труб, в верхнем слое тонкозернистого (0,1 мм) песка, толщина которого не превышает высоты капиллярного поднятия, формируется подвешенная капиллярная кайма, препятствующая просачиванию воды в нижний слой грубозернистого песка.

Основная сложность при создании таких экранов заключается в правильном подборе гранулометрического состава смежных слоев песка: соотношение фракций должно обеспечивать существенную разницу в величине капиллярного всасывания на границе раздела слоев. Наиболее надежны многослойные экраны такой конструкции, представляющие собой частое переслаивание тонко- и грубозернистого материала. Многослойные "капиллярные" экраны перспективны и в качестве покрытий хранилищ промышленных стоков: эксперименты показывают, что в этом случае создается многоярусный капиллярный барьер, суммарная величина капиллярного давления в котором способна "погасить" вертикальную фильтрацию даже при значительной (в несколько метров) толщине слоя воды в хранилище промышленных стоков.

Защитные свойства "капиллярного" экрана могут быть усилены одно-двухъярусным систематическим дренажем (например, в средней и нижней частях покрытия).

Необходимо упомянуть и о других поверхностных источниках ЗПВ: промплощадках предприятий, инженерных коммуникациях, отвалах горных пород и т.д. Интенсивность ЗПВ со стороны этих источников обычно не столь высока, и проблема охраны подземных вод от загрязнения, как правило, удовлетворительно решается при помощи простых профилактических мероприятий.

Так, для отвалов горных пород, наряду со специальным обоснованием участков отвалообразования, во всех случаях обязательно сооружение ограждающих дамб обвалования с водоотводящими траншеями для сбора и отведения в накопители загрязненных вод.

Если основание отвала представлено слабопроницаемыми породами, то необходимость в его дренаже обычно отпадает (сильным защитным эффектом могут обладать и мощные (десятки метров) толщи трещиновато-пористых пород зоны аэрации). В противном случае могут использоваться "песчаные подушки" (слой песка) или систематические дренажи различных конструкций.

Профилактические мероприятия в пределах самого источника

загрязнения сводятся в основном к управлению фильтрационным потоком через действующие в районе (т.е. не создаваемые специально для борьбы с ЗПВ) водозаборные и водопоглощающие сооружения. Такое управление может включать:

ограничение понижений на контуре действующих дренажных скважин теми минимальными величинами, при которых исключается продвижение загрязнения за пределы этого контура, сводится к минимуму подтягивание некондиционных подземных вод из глубоких горизонтов, снижается общий объем откачиваемых загрязненных (или некондиционных) воды т.п.;

увеличение нагрузки на действующие водопоглощающие сооружения для закачки дренируемых загрязненных вод;

учет возможности разбавления загрязненных вод до допустимых концепций в процессе их откачки, когда действующие скважины расположены вблизи источников обеспеченного питания (реки, водоемы);

раздельную откачку загрязненных и незагрязненных подземных вод.

Реализация этих мероприятий может оказаться связанной с проблемой очистки, утилизации или захоронения загрязненных дренажных вод, которая должна решаться самостоятельно.

Вопросы:

1. Предмет и задачи «Экологической гидрогеологии».
2. Что называется экологическими условиями.
3. Дайте определение окружающей среде.
4. Перечислите компоненты природной среды.
5. Дайте определение загрязняющему веществу.
6. Гигиенические требования к качеству воды хозяйственно-питьевого назначения.
7. Классификация элементов в водах по степени опасности для здоровья.
8. Понятие «загрязнение подземных вод».
9. Источники загрязнения подземных вод.
10. Охарактеризуйте химическое загрязнение.
11. Загрязнение подземных вод макрокомпонентами.
12. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами.
13. Загрязнение тяжелыми металлами.
14. Загрязнение подземных вод нитратами.
15. Загрязнение подземных вод пестицидами.
16. Бактериальное загрязнение подземных вод.
17. Радиоактивное загрязнение.
18. Тепловое загрязнение подземных вод.