**Санитарная охрана водозаборов**

Р.С.Шенгелов

Важнейший аспект сохранения качества воды при длительной эксплуатации водозаборов. Принципы и система санитарной охраны водозаборов регулируется государством - в форме законодательных актов, нормативных документов и инструктивных материалов, а также контроля независимых государственных инспекций.

Цель санитарно-охранных мероприятий, проводящихся как до начала, так и в процессе эксплуатации:

- ограничение или ликвидация имеющихся потенциальных источников загрязнений;

- устранение возможности возникновения новых.

Состав этих мероприятий формируется при утверждении ЭЗ месторождения и может включать:

а) контроль (через механизм лицензирования) всех видов разведки и эксплуатации недр (горные разработки, захоронение стоков через скважины...),

б) ликвидация дефектных и бездействующих скважин и горных выработок,

в) контроль технологии всех действующих промышленных предприятий (утечки из технологических коммуникаций и емкостей, аварийные сбросы, захоронение промстоков и пр.); контроль агротехнологий (минеральные и органические удобрения, пестициды...), контроль лесоохранных мероприятий (ядохимикаты),

г) запрет строительства промышленных испарителей, отстойников, хвосто- и шламохранилищ, гидрозолоотвалов...,

д) ограничение создания новых населенных пунктов, сельхозферм,

е) ликвидация старых и запрет на создание новых захоронений (кладбищ, скотомогильников),

ж) упорядочение водоснабжения и водоотведения (канализации),

з) ... и многое другое в соответствии с местными условиями и особенностями.

Эти мероприятия локализуются в так называемой ЗОНЕ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ (ЗСО). Ее размеры и положение на местности утверждаются одновременно с подсчетом ЭЗ и расчетом качества воды. ЗСО делится на пояса (в разных странах по-разному: в России - три пояса).

I пояс "строгого режима" (внутренний): 30-50 м вокруг станций I подъема - для предотвращения случайного или умышленного загрязнения непосредственно через водозахватные устройства. Охраняется; земля отчуждается; внутри пояса строгого режима часто создается искусственное покрытие (гравийно-галечное, асфальт). Гидрогеологическое обоснование практически не требуется.

Размеры II и III поясов определяются гидродинамическим и миграционным расчетом. Их назначение:

II пояс - охрана от бактериальных (микробных) загрязнений,

III пояс - охрана от химических загрязнений.

Основной принцип расчета размеров II/III поясов: граница каждого пояса - это изохрона, т.е. совокупность точек, из которых загрязнение достигает водозабора через заданный расчетный промежуток времени. Разница II и III поясов - как раз в величине этого расчетного промежутка времени.

II пояс рассчитывается по сроку выживания болезнетворных бактерий в подземных водах: для расчетного времени 100, 200, 400 суток (в зависимости от климатической зоны и "массивности" микробного загрязнения)

III пояс: для миграции химических загрязнителей принимается полный расчетный срок эксплуатации, обычно 104 суток.

Для грунтовых водоносных горизонтов из этих нормативных величин расчетного времени следует вычесть время , необходимое для продвижения загрязнения через зону аэрации мощностью с коэффициентом фильтрации и активной (эффективной) пористостью :



а) при незначительных величинах инфильтрации () :



;



б) при просачивании с полным насыщением пор (интенсивная инфильтрация, утечки и т.п., ) :



К примеру, при величине естественной инфильтрации = 50 мм/год ≈ 1.4×10-4 м/сут (Подмосковье) время движения через супесчано-суглинистую зону аэрации мощностью 5 м (= 0.05 м/сут, = 0.03 ) составит около 150 суток, что позволяет весьма заметно сократить размер "антибактериального" пояса II. Однако, при интенсивной инфильтрации это время становится практически ничтожным.



При проектировании ЗСО для межпластовых водоносных горизонтов учитывается время миграции загрязнения через перекрывающие разделяющие слои (например, из вышезалегающего грунтового горизонта):



где - разность напоров между горизонтами.



Часто это время оказывается весьма значительным, что позволяет считать межпластовый горизонт защищенным от загрязнения с поверхности земли в течение расчетного срока его эксплуатации.

**Расчеты ЗСО**

Достаточно часто для расчета положения границ поясов используют аналитические методы. Расчетные зависимости разработаны для типовых фильтрационных схем с учетом наличия естественного потока того или иного направления, наличия покровных отложений. Наиболее полные сводки - в рекомендованных работах Е.Л.Минкина, Ф.М.Бочевера, А.Е.Орадовской, Н.Н.Лапшина.

Короткий пример для изолированного неограниченного пласта:

= Без естественного потока

Естественно, что ЗСО в таких условиях будет иметь форму круга (рис. 1). Его радиус можно оценить из условия, что в соответствующем цилиндрическом элементе пласта должен содержаться полный объем воды, извлекаемой водозабором за расчетный промежуток времени : С другой стороны, необходимый объем активной пустотности водовмещающих пород в этом элементе пласта должен составлять . Соответственно искомый радиус цилиндрического элемента



Например, при = 10 000 куб.м/сут (водозабор вполне солидного райцентра), = 20 м, = 0.1 получим для II пояса (= 200÷ 400 сут) = 560÷ 800 м; для III пояса (= 104 сут) = 4000 м.



|  |
| --- |
|  |
| Рис. 1 |

= Понятно, что при наличии потока ЗСО приобретает эллипсовидную форму.

Вверх по потоку размер ЗСО будет больше, т.к. здесь складываются градиент естественного потока и градиент депрессионной воронки. Реально ЗСО на местности назначается в виде прямоугольника, в который вписывается расчетный эллипс (рис. 2. В этом случае для каждого пояса (II и III) должны быть раздельно рассчитаны три геометрических размера ЗСО:

- Полуширина ЗСО выше по потоку: теоретически "на бесконечности" (практически уже на расстоянии порядка 3÷4) она равна полуширине зоны захвата , т.е. ; для конкретного времени определяется по зависимости .



- определяется из уравнения , где - погонный (единичный) расход естественного потока.



- Размер пояса ЗСО вверх по потоку - из уравнения .



- Размер вниз по потоку - из уравнения



Дополним исходные данные: = 1 кв.м/сут (как вариант - такой расход отвечает проводимости пласта 200 кв.м/сут при уклоне 0.005).



- для II пояса (= 400 сут) = 670 м, = 940 м, = 1580 м



- для III пояса (= 104 сут) = 1560 м, = 7800 м, = 3400 м.



|  |
| --- |
|  |
| Рис. 2 |

Многие из приведенных выше зависимостей представляют собой трансцендентные алгебраические уравнения, решать их приходится численными методами (на кафедре есть специализированная программа CAN). В литературе приводятся номограммы, несколько облегчающие расчеты.

Для сложных структур потока (в частности - при неупорядоченном площадном характере водозаборного сооружения) используют расчеты с применением моделирования миграции загрязнений в подземных вод. В частности, вполне удобный механизм трассирования путей движения загрязнений в фильтрационных потоках существует в вычислительной программе MODFLOW Геологической службы США (модуль PMPATH, W.-H.Chiang, W.Kinzelbach). Достаточно широкие возможности предоставляет специализированная программа ZONE (Государственный научный центр НИИ ВОДГЕО, А.В.Расторгуев), позволяющая численно-аналитическим путем рассчитать размер и конфигурацию ЗСО для типовых одно-трехслойных миграционных схем при неупорядоченном расположении водозаборных скважин и при произвольном направлении естественного потока подземных вод и поверхностных водотоков.

**Прогнозирование воздействия водоотбора на окружающую среду**

Несколько разрозненных тезисов по этой модной для неспециалистов (особенно "зеленого" цвета) и весьма болезненной (для ответственных специалистов), но крайне слабо разработанной тематике.

Эксплуатационный водоотбор является одним из наиболее распространенных и значимых видов техногенного воздействия на гидросферу и сопряженные с ней элементы окружающей среды. Современные тенденции развития систем водообеспечения однозначно свидетельствуют о неизбежности постоянного его расширения в обозримой перспективе.

Эксплуатационный водоотбор неизбежно наносит ущерб окружающей среде, особенно в районах массированного (практически площадного) водоотбора.

Инициировать оценку возможного ущерба окружающей среде обязан гидрогеолог, выполняющий поисково-разведочные работы на конкретном месторождении. Это непосредственно вытекает из самого понятия "эксплуатационные запасы подземных вод" - к ним могут быть отнесены только те количества воды, эксплуатационный отбор которых не приводит к недопустимому (по масштабу и качеству) ущербу окружающей среде.

Конечный прогноз воздействия на отдельные элементы окружающей среды должен быть разработан профильными специалистами; в профессиональной компетенции гидрогеолога находится лишь обеспечение "краевых" условий этой задачи, т.е. прогнозное количественное (в пространственно-временных координатах) обоснование ожидаемых воднобалансовых и гидрогеодинамических изменений под влиянием работы водозаборного сооружения.

Основные агенты воздействия на окружающую среду при работе водозаборов:

изменение водного баланса поверхностной гидросети (водотоки, водоемы, болота)

изменение глубины залегания свободной поверхности грунтового водоносного горизонта

изменение напряженного состояния обводненных массивов горных пород

изменение гидрогеотермического режима (интенсивность и направленность тепловых потоков) массивов многолетнемерзлых пород

Основные экологические последствия длительной эксплуатации водозаборов могут заключаться в следующем:

ухудшение условий обитания и деградация водной и околоводной флоры и фауны поверхностной гидросети

ухудшение условий увлажнения приповерхностной части разреза с деградацией почв и ландшафтного комплекса в целом

ухудшение несущей способности массивов горных пород как основания для инженерных сооружений с просадками земной поверхности, активизацией опасных геодинамических процессов (суффозия, карстообразование)

изменение пространственной конфигурации мерзлых и талых толщ с сопутствующими опасными мерзлотными явлениями.

В целом следует констатировать, что проблема геоэкологических последствий длительного и интенсивного эксплуатационного отбора подземных вод не обеспечена хотя бы минимально развитым аппаратом прогностических решений. Направление инженерного прогноза в современной экологии в целом и в геоэкологии в частности практически не разрабатывается, что способствует нередкому возникновению спекулятивных, часто истеричных кампаний, раздуваемых недобросовестными (и, скорее всего, небескорыстными) личностями и абсолютно некомпетентными "зелеными" организациями (к сожалению, часто при поддержке СМИ).