

О РАСЧЕТЕ ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ВОДОЗАБОРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

И.В. Авилина, И.К. Невечеря

Проблема обоснования размеров 2 пояса зоны санитарной охраны (ЗСО) водозаборов старая, время публикаций с разными вопросами, относящимися к ее установлению, восходит к 50-м и даже более ранним годам прошлого века. За этот период она из санитарно-гидрогеологической превратилась в оптимизационную проблему управления состоянием природной и техногенной среды. А это вызвало повышение требований к точности прогнозов контаминации водозаборов.

Есть два подхода к обоснованию границы 2 пояса ЗСО. Перенос патогенных микроорганизмов (ПМ) в пласте определяется параметрами конвекционно-дисперсионного уравнения движения, а размер 2 пояса ЗСО подземных вод — специфическим параметром «временем выживаемости» или критерием ТОТ (*time of travel*) конкретного ПМ. Исследования по выживаемости показателей бактериологического загрязнения воды выполнялись гигиенистами и представлены величинами прямых экспериментальных измерений. Параметр «время выживаемости» зависит от начальной концентрации конкретного ПМ в эксперименте, от заданной минимальной концентрации и условий опыта — при движении суспензии или в стационаре. Поэтому существует большой разброс величин времени выживаемости ПМ у разных авторов, от 30 до 400 суток. У нас в стране принято расчетное время выживания ПМ в подземных водах 200 – 400 сут. Расчет состоит в определении пути частицы воды от береговой линии реки до некоторой точки пласта, куда она (частица) успеет дойти за время выживания, т.е. за 200 или 400 сут. За границей 2 пояса ЗСО предполагается полное отсутствие в воде ПМ. При решении уравнения конвекционного переноса без учета дисперсии используются разные методы, от аналитических и графоаналитических решений до численного моделирования. В последнем случае могут быть учтены достаточно сложные геофильтрационные условия реальных водоносных горизонтов. Перемещение же ПМ в пласте схематизировано в максимальной степени, принято, что контаминант продвигается по всей мощности пласта одновременно как при поршневом вытеснении, процессы миграции не учитываются. Наиболее важным моментом в этом расчете является определение времени выживаемости ПМ, но именно этот параметр нормирован, поэтому условия контаминации для всех ПМ принимаются одинаковыми.

Второй подход к определению границы 2 пояса ЗСО основан на использовании геомиграционного моделирования контаминационных процессов, которые рассматриваются как система процессов переноса, сорбции и инактивации, определяющих закономерности формирования загрязнения подземных вод ПМ [1]. Процесс переноса моделируется

конвекционно-дисперсионным уравнением, процесс сорбции рассматривается как необратимая, или обратимая сорбция, при этом чаще рассматривается линейная кинетика сорбции в гомогенной по сорбции среде. Процесс инактивации ПМ в подземных водах описывается линейным уравнением деструкции. Во втором подходе помимо параметров уравнения фильтрации подземных вод требуются параметры, характеризующие миграцию ПМ в водоносном горизонте. Это — коэффициенты скорости сорбции, десорбции и скорости инактивации ПМ. Последний переключается с параметром времени выживаемости ПМ, но отличается от него тем, что не зависит от величины начальной концентрации в опыте. Это обстоятельство дает возможность систематизировать результаты обработки данных экспериментов разных авторов и использовать полученные величины коэффициента в других исследованиях.

Проведены тестовые расчеты для выявления особенностей продвижения в пласте показательного микроорганизма *E. Coli*. На водозаборе есть участки, где уровень водоносного горизонта оторвался от дна реки, и участки, где вода тоже поступает в водоносный горизонт, но гидравлическая связь его рекой не нарушена. Расчеты показали следующее. В плановой задаче на участках с наличием гидравлической связи потока с рекой концентрация *E. Coli*, равная минимально допустимой величине 0,002 м.г./л, перестает перемещаться через 400 суток на расстоянии 410 м от уреза. На участках с отрывом уровня потока от дна реки стабилизация наступает тоже через 400 суток, но на расстоянии 300 м. В профильных моделях допустимая концентрация вблизи свободной поверхности потока на участках с гидравлической связью с рекой устанавливалась за 400 суток на расстоянии 300 м от реки, а в случае отрыва уровня от дна — на 310 м за 600 суток. Плановая и профильные модели дали практически одинаковые результаты по передвижению контаминанта в пласте. Расчеты распределения его по глубине в профильных моделях показали, что в случае гидравлической связи потоков граница допустимой концентрации контаминанта опускается за 300 суток на глубину 27,7 м, не доходя до водоупора 2,3 м. Фронт допустимой концентрации при отрыве уровня горизонта от дна реки устанавливается за 800 суток на глубине 24,7 м. Расчеты показали, что при разных условиях взаимосвязи с рекой *E. Coli* из реки проникает в пласт не одинаково не только в плане, но и по глубине. Этот результат тестового моделирования показывает необходимость учитывать при установлении границы 2 пояса ЗСО процессы сорбции, десорбции и инактивации.

Библиография

1. Шестаков В.М., И.К. Невечеря, И.В. Авилина Моделирование контаминации патогенных микроорганизмов в подземных водах. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.95 с.