Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. LXXX, 1986 г.

УДК 551.493

СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СВЯЗИ С ОХРАНОЙ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В.А.КИРЮХИН

Потребности человечества в пресной воде растут с каждым годом, растут и требования к используемой воде; ужесточаются нормы по допустимым концентрациям токсичных веществ, увеличивается количество компонентов, по которым оценивается ее практическое значение. Сложность водной проблемы определяется тем, что необходимо не только удовлетворить растущие потребности в воде, но и дать воду определенного качества. Развитие промышленности и сельского хозяйства, урбанизация территорий сопровождаются интенсивным загрязнением пресных поверхностных и подземных вод различными отходами и продуктами промышленного, сельскохозяйственного и бытового происхождения.

В 1931 г. известный гидролог В.Г.Глушков отмечал, что по мере развития водного хозяйства гидрология перейдет от изучения естественного водного режима к изучению измененного под влиянием хозяйственной деятельности режима[x]. Такое положение и начинает возникать особенно при изучении верхних водоносных горизонтов, содержащих наиболее ценные пресные воды и подвергающихся во многих районах интенсивному воздействию в результате их эксплуатации и осушения при строительстве, проходке горных выработок, сельскохозяйственном и другом освоении территорий.

В настоящее время исследование пресных подземных вод в связи с проблемой их охраны от загрязнения находятся в стадии сбора и накопления фактического материала и его первоначального анализа. Большинство работ в этом направлении посвящено установлению масштаба проявления процессов загрязнения пресных подземных вод на отдельных объектах, выявлением роли определенных факторов [2,4,5,12,14,16,18,22,23,25].

[x] В.Г.Глушков. Роль гидрологии в социалистическом строительстве. – Изв. Гос. гидролог. ин-та, 1931, № 33, с. 8–20.

Вместе с тем во многих из них делаются некоторые теоретические обобщения: определяются миграционные способности компонентов, прежде всего токсичных, дается прогноз изменения гидрогеологической обстановки в связи с решением различных инженерных задач и соответствующая оценка характера нарушения сложившихся геохимических равновесий. Ряд работ [II,I2,I3,I7,2I, 22] посвящен установлению региональных гидрогеохимических закономерностей по распространению в подземных водах токсичных компонентов и соединений (азотистых, органических, фтора и др.).

Загрязнители подземных вод можно классифицировать по генезису, типу воздействия и характеру взаимодействия загрязнителя с окружающей средой.

Причины загрязнения подземных вод могут быть связаны как с естественными, так и искусственными процессами. В частности, естественные ореолы рассеяния (загрязнения), содержащие токсичные компоненты, образуются на участках многих месторождений полезных ископаемых (рудных, нефтяных, газовых). Широкая естественная зараженность подземных вод фтором, железом, марганцем и другими компонентами, ограничивающими практическое использование водоносных горизонтов, наблюдается в Московском, Северо-Двинском, Причерноморском и многих других артезианских бассейнах [I2]. Это дало основание выдвинуть предложение о выделении биогидрогеохимических провинций [24], характеризующихся отклонениями от предельно допустимых концентраций (ПДК) биологически активных компонентов в пресных подземных водах. Например, в Московском артезианском бассейне получила развитие стронциево-железо-фторносная биогидрогеохимическая провинция, в Причерноморском – стронциево-селено-фторносная, в Нижне-Зейском и Средне-Амурском – марганцево-железосодержащая.

Это пока предварительная прикидка, так как биогидрогеохимические провинции должны выделяться по более полному комплексу признаков. Кроме того, в них должны учитываться также компоненты, не только находящиеся в избытке, но и в дефиците, то есть с содержаниями меньшими, чем нижняя граница ПДК [7]. Например, в Нижне-Зейском, Средне-Амурском и других бассейнах наряду с избыточными компонентами – железом и марганцем – отмечается недостаток йода, брома и кальция.

Техногенные процессы, приводящие к загрязнению подземных вод, весьма разнообразны. Так, при разработке месторождений солей, нефти, легко выщелачиваемых руд и других интенсивно мигрирующих в водной среде полезных ископаемых образуются исключительно контрастные и обширные ореолы загрязнения [I,6,I0]. Особенно интенсивны гидрохимические процессы в осушаемых водоносных горизонтах, на участках отвалов, хвосто- и шламохранилищ.

Различные типы и виды загрязнения формируются в зонах деятельности промышленных предприятий, тепло- и атомных электростанций, при подземной газификации углей, на территориях населенных пунктов, при удобрении и мелиорации сельскохозяйственных земель, при закачке в водоносные горизонты химически активных отходов, интрузии морских вод или внедрении глубокозалегающих соленых вод и т.д.

По типу воздействия на подземные воды следует различать физическое (температурное, электрическое, магнитное и др.); механическое, связанное

с разрушением и перемещением водосодержащих пород; химическое, радиоактивное, биологическое (бактериальное). Каждое из них способствует изменению физико-химической обстановки в водоносных горизонтах. Чаще всего это воздействие имеет комплексный характер.

При оценке роли различных типов загрязнения важно учитывать характер его передачи: прямой или кондуктивный; среду, откуда он поступает: атмосферную (в том числе подземную), жидкую (поверхностные или подземные воды, другие флюиды), вмещающие породы [15].

Особенно важное значение для теории и практики приобретает изучение характера взаимодействия загрязнителя с подземными водами и водовмещающими породами. Как показывают работы в этом направлении, в том числе и публикуемые в настоящем томе, исследование процессов самоочищения вод от загрязнителя, сорбционной способности и емкости пород определяет направленность гидрогеологических изысканий и инженерные решения, связанные с охраной подземных вод.

Как известно, затраты на ликвидацию последствий загрязнения водоносных горизонтов во много раз превышают затраты на их охрану от загрязнения. В связи с этим необходимы количественные критерии по защищенности водоносных горизонтов от воздействия источников загрязнения.

Такая защищенность зависит от степени изоляции водоносного горизонта от загрязняющего воздействия, определяемой мощностью толщ, перекрывающих водоносный горизонт, их сорбционной способностью и емкостью. Ее дополняет способность подземных вод к самоочищению, протяженность путей миграции загрязнителя, на которых происходит полное его исчезновение в подземных водах или снижение его концентраций до допустимых значений.

С другой стороны, защищенность водоносного горизонта зависит от типа загрязнителя, его объемов, химической активности, подвижности и концентрации.

Таким образом, при количественной оценке степени защищенности водоносного горизонта возникают разнообразные ситуации, требующие конкретного изучения роли природных условий и источника загрязнения. В одних случаях защищенность водоносного горизонта от любых загрязнителей может быть полной. В других защищенность может быть полной для одних загрязнителей, частичной для других и отсутствовать вовсе для третьих. И наконец, водоносные горизонты могут быть не защищены от любых видов загрязнения.

Итоговым количественным показателем степени загрязненности водоносного горизонта являются содержание в его водах вредных компонентов в концентрациях, превышающих ПДК, и образование в горизонте гидрохимических (радиохимических, бактериальных и других) ореолов загрязнения, а в поверхностных водотоках соответственно – потоков загрязнения.

По аналогии с гидрохимическими ореолами рассеяния месторождений полезных ископаемых [8] при изучении гидрохимических ореолов загрязнения (ГОЗ) должны учитываться масштаб проявления и размеры в плане, глубина проникновения, контрастность, состав, характер взаимодействия с вмещающими породами, факторы образования, гидродинамический и гидрохимический режимы.

Система ГОЗ представляет собой гидрохимические ареалы загрязнения. Сочетания последних образуют гидрохимические поля загрязнения. ГОЗ обычно ограничивают размерами до нескольких десятков, сотен метров, реже нескольких километров. Ареалы имеют максимальную протяженность до 20–30 км. Поля охватывают территории в десятки, сотни квадратных километров.

Особо следует остановиться на понятии контрастности. Если при гидрохимических поисках под коэффициентом контрастности (КК) понимается отношение установленного содержания компонента к фоновому, то при изучении ГОЗ установленное содержание компонента должно соотноситься с ПДК.

По требованию ГОСТа [3] при обнаружении в водах нескольких токсичных компонентов, исключением фтора, нитратов, радиоактивных веществ, сумма КК в питьевых водах не должна превышать I. Поэтому в составе ГОЗ необходимо учитывать и те токсичные компоненты, которые имеют КК и менее I.

В формуле ГОЗ фиксируются числовые значения КК и химический индекс компонента. Если формула ГОЗ имеет многокомпонентный состав, то компоненты записываются в убывающей по КК последовательности. Сумму КК, входящих в состав ГОЗ, целесообразно использовать для оценки степени загрязненности подземных вод территории.

Показателем характера взаимодействия ГОЗ с вмещающими породами может быть дальность миграции компонента. Под этим термином следует понимать расстояние, на котором в результате сорбционных и других процессов по ходу движения подземных вод концентрация компонента уменьшается до предельно допустимой. Для оценки этих процессов полезно использовать градиент КК, представляющий собой отношение разности КК, установленных в двух точках по движению подземного потока, к расстоянию между этими точками в метрах (I, IO, IOO, I000 м).

Круг элементов и химических соединений, которые изучаются в ГОЗ, определяется союзными и международными стандартами на воду, используемую для питьевых, хозяйственных, ирригационных и других целей. Например, современные стандарты на питьевую воду в СССР и Европе [3, 20] оценивают содержание 3I компонента. Кроме того, нормируется ПДК пестицидов и гербицидов по 26 показателям, ПДК I8 изотопов, предельно допустимая радиация II веществ. С учетом промышленного и сельскохозяйственного загрязнения количество нормируемых компонентов превысило 500 [II], причем их становится все больше, а требования к их оценке все более ужесточаются.

При изучении ГОЗ обычно наибольшее внимание уделяют соединениям азота, фосфора и серы, органическим веществам, фтору. Многие компоненты, вызвавшие загрязнение подземных вод, остаются неизученными вследствие отсутствия необходимых методик и оснащения для определения содержания веществ-загрязнителей и низкой чувствительности анализа. Создается парадоксальная и чреватая неприятностями обстановка, когда требования к качеству потребляемой воды растут, а материальная база и методы гидрохимических исследований уже не обеспечивают водопотребителей необходимой информацией.

Большое количество возможных загрязнителей требует применения широкого комплекса физико-химических исследований, среди которых важное зна-

чение имеют изучение диффузионных и окислительно-восстановительных процессов, сорбционных и радиоактивных равновесий, форм миграции элементов, содержания изотопов и микробиологического состава вод.

Для повышения эффективности гидрохимических исследований в районах развития ГОЗ следует применять следующую их очередийность [9]:

1) выявление гидрохимической зональности в ненарушенных условиях на основе изучения гидрохимических карт и разрезов;

2) изучение технологических процессов, влияющих на изменение состава подземных вод;

3) изучение химического состава атмосферных осадков, проведение снеговой съемки и наблюдений с воздуха в конце зимнего периода для оконтуривания атмосферных ареалов загрязнения;

4) изучение химического состава поверхностных и подземных вод по специальной программе;

5) гидрогеофизические исследования интенсивности и масштаба загрязнения; опытные работы для изучения миграционных параметров; полевые и лабораторные работы для изучения сорбционных, ионообменных и диффузионных параметров с целью оценки процессов самоочищения вод;

6) термодинамические расчеты и статистический анализ материалов для оценки направленности гидрохимических процессов;

7) расчеты времени и расстояния переноса загрязнителя в подземных водах [19] и прогноз изменения гидрогеохимической обстановки;

8) разработка мероприятий по охране подземных вод.

Выявление источников загрязнения пресных подземных вод и оценка масштаба перемен в их химическом составе представляют собой только одну сторону проблемы. Другой и не менее важной стороной проблемы является установление контроля за гидрогеохимическими процессами, происходящими в водоносных горизонтах, и управление ими в необходимую сторону.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкин В.Д. и др. Изменение гидрогеологических условий при разработке месторождений твердых полезных ископаемых и мероприятия по охране водных ресурсов / В.Д.Бабушкин, Н.Н.Ванькова, З.П.Лебедянская, Н.В.Сокулиев, Н.И.Плотников, Е.А.Яковлев. - Водные ресурсы, 1977, № 6, с.59-75.

2. Бочевер Ф.М., Лапшин К.Н., Орадовская А.Е. Защита подземных вод от загрязнения. М., Недра, 1979, 254 с.

3. Воды питьевые. ГОСТ 2874-73. М., изд. Госкомстандартов СМ СССР, 1974, 8 с.

4. Гидрогеология СССР. Сводный том, вып. 4. Влияние производственной деятельности человека на гидрогеологические и инженерно-геологические условия / Под ред. И.В.Гармонова. М., Недра, 1973, 278 с.

5. Гольдберг В.М. Влияние производственной деятельности на загрязнение подземных вод и их охрана. - В кн.: Оценка изменений гидрогеологических условий под влиянием производственной деятельности. М., Недра, 1978, с.217-242.

6. Дончева А.В. Воздействие горно-металлургического производства на природу. - В кн.: Географические исследования в Московском университете. М., Изд-во МГУ, 1976, с.134-143.

7. Иванов В.В., Невраев Классификация земных минеральных вод. М., Недра, 1964, 168 с.

8. Кирюхин В.А. Гидрохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. Л., ЛГИ, 1977, 86 с.

9. Кирюхин В.А., Коротков А.И. Основные задачи региональной гидрогеохимии в связи с охраной недр. - В кн.: Проблемы региональной гидрогеохимии. Л., изд. Геогр. о-ва СССР, 1979, с. 136-137.

10. Клер В.Р., Ненахова В.Ф. Токсичные элементы в углях и горючих сланцах. - Разведка и охрана недр, 1978, 9, с. 14-19.

Крайнов С.Р., Соколов Ю.Ю., Галицын М.С. Современные проблемы геохимии питьевых подземных... - Советская геология, 1978, № 12, с. 28-41.

Крайнов С.Р., Швец В.М. Основы геохимии подземных вод. М., Недра, 1980, 280 с.

13. Мангушев К.И., Питьева К.Е. К проблеме сохранения водных ресурсов страны от загрязнения промстоками. - Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология, 1976, № 6, с. 82-87.

14. Мациошик А., Плохневский З. Изменение качества подземных вод на водозаборах Польши и гидрогеологические основы его прогнозирования. - В кн.: Методы оценки ресурсов подземных вод. М., Наука, 1979, с. 282-287.

15. Минкин Е.Л. Исследования и прогнозные расчеты для охраны подземных вод. М., Недра, 1972, 109

16. Пиннекер Е.В. Охрана подземных вод. Новосибирск, Наука, 1979, 70 с.

Романова Э.П. Техногенное преобразование водных геосистем. - В кн.: Географические исследования в Московском университете. М., Изд-во МГУ, 1976, с. 123-133.

18. Фомин В.М., Толстихин О.Н. Влияние инженерной деятельности на подземные воды и задачи исследований. - Советская геология, 1976, № 9, с. 3-12.

19. Шестаков В.М. Теоретические модели переноса загрязнения в подземных водах. - В кн.: Методы оценки ресурсов подземных вод. М., Наука, 1979, с. 297-300.

20. Brown R.H., Konoplyantsev A.A., Ineson I., Kovalevsky V.S. - Water quality standarts. Paris, Unesco, 1977, p.1-16.

21. Dietrich P.G. - Zt. angew. Geol., 1976, v.22, N 11, p.501-506.

22. Germonpre R. - Hydrographica, 1978, v.5, N 1, p.5-10.

23. Keeley Jack W. - Ground water Qual. - Weath. Predict. and Prot. Water Res. Cent. Cout., Redding, 1976. Medmenham - Stevenage, 1977, p.17-32. Discuss, p.60-66.

24. Kirjukbin V.A. - Hydrogeochemistry of mineralized waters. Symposium papers, Warsaw, 1978, p.277-281.

25. Matthess G. - Hydrol. Sci. Bull., 1976, v.21, N 4, p.617-628.