

Рис.3. Схема годографов и лучей сейсмических волн для случая зоны карстующихся пород.

- 1 - лучи рефрагированной волны;
- 2 - лучи дифрагированной волны;
- 3 - годограф рефрагированной волны;
- 4 - годограф дифрагированной волны;
- 5 - известняки, 6 - заполнитель карстовой полости, 7 - пустая полость

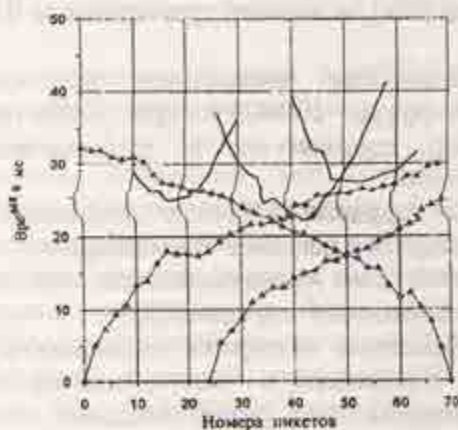


Рис.4. Годографы рефрагированных и дифрагированных волн для случая зоны карстующихся пород.

Сплошная линия - годографы дифрагированных волн, треугольники - годографы рефрагированных волн

Контрольное бурение подтвердило результаты сейсмического профилирования.

Анализ информации, полученной при карстологической съемке и сейсморазведочных работах, позволил установить закономерности пространственного распространения карстопроявлений, вскрыть природные и техногенные факторы, определяющие развитие карстового процесса, предложить методику изучения и оценки закарстованности карбонатных массивов железнодорожных трасс, выделить карстоопасные зоны, требующие выполнения тампонажных работ.

УДК 556.388(575.11)

Л.П.Парфенова, Ю.С.Меньшикова

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА МИГРАЦИИ МАРГАНЦА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ШУВАКИШСКОГО ВОДОЗАБОРА

Проблема загрязнения подземных вод на водозаборных сооружениях актуальна в последние несколько десятилетий. Пути решения этой проблемы для каждого водозабора индивидуальны, но без оценки процессов миграции основных элементов - загрязнителей они не будут полными.

В подземных водах Шувакишского водозабора отмечены высокие концентрации марганца (Mn) и кадмия, превышающие ПДК, и относительно высокие концентрации сульфат-иона.

Водозабор расположен на северо-западной окраине города Екатеринбурга и эксплуатируется с 1929 г. для хозяйственно-питьевого водоснабжения. В настоящее время водозабор состоит из 8 взаимодействующих скважин, вытянутых в меридиональном направлении.

В гидрогеологическом отношении Шувакишское месторождение пресных подземных вод находится в бассейне элементарного стока безнапорно-субнапорных вод и приурочено к водоносной зоне трещиноватости восточного контакта Балтымского габбрового массива с метаморфическими породами [2].

Основные источники химического загрязнения расположены к югу и юго-западу от участка водозабора, к ним относятся свалка с хромсодержащими отходами и крупная промышленная зона (завод гипсовых изделий, контейнерная станция, многочисленные базы различных предприятий, АЗС-14).

Химический состав подземных вод Шувакишского водозабора - сульфатно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый (табл. 1).

Таблица 1

Среднегодовое содержание основных анионов и катионов в подземных водах Шувакишского водозабора по общему резервуару за 1997 г.

Химический знак основных анионов	Первая форма, мг/л	Вторая форма, мг - экв	Третья форма, % - экв	Химический знак основных катионов	Первая форма, мг/л	Вторая форма, мг - экв	Третья форма, % - экв
Cl ⁻	51,4	1,40	18	Na ⁺	13,7	0,59	7
SO ₄ ²⁻	107,6	2,24	29	Mg ²⁺	31,2	2,57	33
HCO ₃ ⁻	256,2	4,10	53	Ca ²⁺	91,7	4,58	60
Сумма	415,2	7,74	100	сумма	136,6	7,74	100

Примечания. Сухой остаток - 551,8 мг/л. pH - 7,00. Общая жесткость - 6,98 мг - экв/л Mn=0,44мг/л Cd_{max}=0,0038мг/л

В Eh - pH диапазоне подземных вод Mn может проявлять валентности 2,3,4. Но наиболее распространенными в них являются соединения двухвалентного Mn. Геохимию Mn в подземных водах определяют следующие процессы:

1. Mn принадлежит к числу элементов, окисленные формы которого являются менее растворимыми, чем восстановленные ($IP_{MnOH_2} \times 10^{-36}$, $IP_{MnOH} \times 10^{-14}$). Это означает, что окисление Mn должно приводить к осаждению его гидроксидных и оксидных соединений. Причем вероятность осаждения этих элементов увеличивается с увеличением концентраций Mn в подземных водах.

2. Карбонаты Mn - наименее растворимое соединение. Осаждающее действие карбонатов в реальных условиях уменьшается в результате смещения карбонатных равновесий в сторону HCO₃⁻. Это означает что осаждение карбонатов Mn в подземных водах Шувакишского водозабора контролируется соединением Mn(HCO₃)₂.

3. Сульфидные соединения Mn достаточно устойчивы, и их содержание может возрастать на фоне возрастания концентрации в подземных водах H₂S.

Рассчитанные по известной методике [1] константы устойчивости основных соединений Mn, характерных для подземных вод Шувакишского водозабора, показывают:

1) в маломинерализованных кислородсодержащих подземных водах с различными концентрациями органических веществ среди состояний Mn резко (более 90 %) преобладают простые катионные формы Mn²⁺;

2) в околонеutralных и слабощелочных водах часть Mn (до 10 %) связана в комплексные соединения MnHCO₃⁺ и MnCO₃⁰;

3) в сульфидных (околонейтральных и слабощелочных) водах преобладающая часть Mn находится в виде $Mn(HS)_n^{2-n}$. Для подземных вод Шувакишского водозабора присутствие такой формы не установлено;

4) содержания комплексных соединений Mn с анионами подземных вод (SO_4^{2-} , Cl^- , F^-) для маломинерализованных подземных вод не имеют геохимического значения, так как их доля обычно не превышает 5%.

По данным режимных наблюдений за качеством подземных вод Шувакишского водозабора в период с 1992 - 1997 гг., производился расчет миграционных форм Mn. Методика использовалась ранее для расчета миграционных форм Mn [1] для подземных вод повышенной минерализации. Авторы адаптировали ее для условий пресных подземных вод Шувакишского водозабора. Были рассчитаны следующие миграционные формы Mn: Mn^{2+} , $MnSO_4^0$, $MnCl^+$, $MnOH^+$, $Mn(OH)_2^0$. Далее, с помощью комплексной программы "FAIPS-G" кафедры ПиР МПИ были рассчитаны коэффициенты корреляции каждой миграционной формы от pH, общей жесткости, сухого остатка, иона-Cl, иона- SO_4 , иона- HCO_3 , иона-Mn, иона-Cd (табл.2). Значимыми по величине коэффициента корреляции являются связи с Mn^{2+} , $MnCl^+$, $MnOH^+$, $Mn(OH)_2^0$.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции

Компоненты	Миграционные формы марганца				
	Mn^{2+}	$MnSO_4^0$	$MnCl^+$	$MnOH^+$	$Mn(OH)_2^0$
pH	0.24	0.00	0.20	0.49	0.67
Общая жесткость	-0.39	-0.22	-0.39	-0.39	-0.34
Сухой остаток	-0.32	0.12	-0.37	-0.31	-0.26
Ион-Cl	-0.28	-0.13	-0.15	-0.32	-0.29
Ион- SO_4	-0.51	0.15	-0.52	-0.58	-0.59
Ион- HCO_3	0.72	0.31	0.77	0.66	0.47
Ион-Mn	0.96	0.44	0.93	0.89	0.64
Ион-Cd	-0.12	0.15	-0.15	0.10	-0.00

Высокие значения коэффициентов корреляции с компонентом HCO_3 объясняются гидрокарбонатным составом подземных вод. Тесную связь с компонентом SO_4 можно объяснить сменой гидрогеохимического типа подземных вод, произошедшей в результате их загрязнения на участке Шувакишского водозабора. Поэтому наряду с высокой корреляционной зависимостью (см.табл.2) форм Mn с HCO_3 наблюдаются меньшие, обратного типа, но значимые корреляционные связи этих же форм с SO_4 . Из этого следует, что идет процесс изменения гидрогеохимического типа подземных вод с гидрокарбонатного на сульфатный. Несомненное влияние основных источников загрязнения выявлено верно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крайнов С.Р., Швец В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. - М.: Недра, 1987.
2. Широков М.Ю., Сабуров В.И. Отчет по исследованию состояния городских свалок г.Екатеринбурга и выдача рекомендаций по их дальнейшей эксплуатации, рекультивации и благоустройству. Проведение паспортизации свалок - Екатеринбург: ТОО МПИ "ТЭМПЭК", 1993.