

УДК 631.45.631.67

С.Н. ДОСБЕРГЕНОВ

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ СОЛЕЙ В ГРУНТОВЫХ ВОДАХ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

(Институт почвоведения МСХ РК)

Рассматривается динамика содержания токсичных солей в грунтовых водах во взаимосвязи с почвой, ореолы распространения микроэлементов. Раскрывается взаимосвязь между соленостью воды и содержанием в ней микроэлементов.

Поэлементный анализ по среднему содержанию показал тенденцию повышения содержания свинца, марганца и железа, что свидетельствует об увеличении общего загрязнения территории тяжелыми металлами.

В Прикаспийской низменности грунтовые поровые воды связаны с четвертичными отложениями различных генетических типов: массивами эоловых песков, аллювиальными отложениями речных долин и морскими осадками каспийских трансгрессий.

Грунтовые воды эоловых песков развиты преимущественно на юге и юго-востоке Западно-Казахстанской области – в северной части Волго-Уральского песчаного массива и в более мелких песчаных массивах Теренкудук, Доскудук, Бузайчагыл и др. Водовмещающие породы представлены мелкозернистыми песками. Мощность обводненной части песков 6–8 м, реже 10 м и более. Глубина залегания грунтовых вод определяется рельефом песков: в понижениях между буграми и грядами она не превышает 5 м, а в буграх достигает 12–15 м [1].

Основным источником питания грунтовых вод эоловых массивов служат атмосферные осадки холодного периода. Величина их инфильтрации зависит от рельефа и состояния развеваемости песков. Она изменяется от 3 до 12 мм, в среднем составляя около 7 мм. Зимне-весенние осадки обуславливают подъем уровня грунтовых вод и уменьшение их минерализации. В теплое время года благодаря интенсивному ускорению и трансформации влаги растениями снижается уровень и увеличивается минерализация грунтовых вод. Амплитуда колебания уровня воды составляет для котловин выдувания 0,1 – 1,2 м, для бугров – 0,15 м. Минерализация грунтовых вод

разнообразная: встречаются пресные (0,664 г/л), солоноватые, соленые воды и рассолы. Солоноватые и соленые воды формируются в бугристых, закрепленных растительностью песках, соленые – в плоских песчаных равнинах, рассолы – в соровых понижениях.

По химическому составу грунтовые воды эоловых отложений преимущественно солоноватые и соленые, хлоридные, натриевые. Среди слабо минерализованных вод различаются гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные, натриевые.

Грунтовые воды аллювиальных отложений рек Урал, Кушим, Большой и Малый Озен, Чижи, Оленты, Талды, Калдыгайты и других распространены в поймах рек и надпойменных террасах. Водовмещающими породами являются разно- и мелкозернистые, часто глинистые пески. Мощность обводненной части аллювиальных отложений увеличивается от верховьев рек к их устьям и от приустьевой части к бортам долин. В долинах мелких рек она варьирует от 2 до 6 м, редко до 12 м, а в долине р.Урал достигает 25–30 м.

Глубина залегания уровня вод колеблется от 0,5 – 3 до 4 – 6 м в поймах рек и от 6–8 до 18–20 м на высоких террасах. Режим грунтовых вод зависит от сезона года. Подъем уровня наблюдается в весенне-паводковый период (апрель-май), затем идет крутой спад, а с середины лета до осени – плавное снижение. Стабильное положение уровня устанавливается в зимний предпаводковый период. Годовая амплитуда колебания уровня изменяется от 0,58 до 2,17 м.

Качество грунтовых вод и их химический состав довольно пестрые. Величина минерализации увеличивается в сторону водоразделов и к низовьям рек. В долинах рек Урал, Кушим, Б. и М. Озени в прирусловой части она не превышает 1 г/л, а в террасах изменяется от 1 до 3 г/л. Пресные воды с сухим остатком до 1 г/л в основном гидрокарбонатные, хлоридно-сульфатные натриевые. Грунтовые воды обычно широко распространены на побережьях морей. Однако возможность стока этих вод в море ограничена, так как соленые морские воды создают подпор.

В зависимости от природных и техногенных факторов минерализация грунтовой воды области аккумуляции составляет 90,068 г/л. Катионы морского происхождения, располагаются в ряд $Na > Mg > Ca$. Анионы также морского происхождения и располагаются таким образом: $Cl > SO_4 > HCO_3$. Тип химизма – собственно хлоридные натриевые с повышенным содержанием магния. В области транзита при минерализации 79,353 г/л в расположении этих ионов никаких изменений не происходит. В составе катионов в области аккумуляции доминируют ионы Na^+ , соотношение $Na : Mg$ и $Na : Ca$ составляет 1,70 и 22,04.

В области транзита гидрохимический режим грунтовой воды изменяется и тип химизма становится хлоридный, с повышенным содержанием магния. Класс – рассолы. Во времени в области транзита хлор снизился в 0,82 раза, а сульфат, наоборот, повысился в 1,04 раза. Бикарбонат уменьшился в 0,87 раза, а кальций остался без изменений. Магний и натрий сократились в 0,88 раза, калий – в 0,60 раза. Соотношение $Cl : SO_4$ в области транзита суживается. Отношение $Mg : SO_4$ в области аккумуляции составило 1,58, в области транзита снизилось до 1,33. Отношение $Mg : Ca$ в этих областях составило 12,99:11,44. Если отношение $Na : Mg$ в области аккумуляции составило 1,69, то в области транзита сколь угодно определенного изменения не произошло.

Изучение гидрохимии грунтовых вод показывает, что, несмотря на снижение минерализации, в области транзита наблюдается незначительное повышение сульфат-ионов. С ростом минерализации содержание хлор-ионов возрастает. Соотношение $Cl : SO_4$ в области аккумуляции составляет 3,38, а в области разгрузки – 2,68. Отношение $Na : Cl$ соответственно составляет 0,79:0,83.

Увеличивается содержание хлора. Долевое участие по катионному составу в % от суммы мг-экв в области аккумуляции характеризуется следующим образом: $M=90$ г/л, $Ca - 2,76\%$, $Mg - 35,94\%$, $Na - 60,95\%$.

В области транзита в химическом составе грунтовых вод происходит трансформация. Вследствие этого удельные доли катионов преобразуются следующим образом: при минерализации 79 г/л $Ca - 3,16\%$, $Mg - 36,21\%$, $Na - 60,38\%$.

В области транзита долевое участие Ca и Mg , несмотря на снижение минерализации, повысилось. Натрий-ион остался без изменения.

В области аккумуляции соотношение $NaCl : Na SO_4 = 1,62$; $NaCl : Mg Cl_2 = 1,38$. В области транзита это отношение 1,22:1,22.

Соотношения этих солей суживаются, что указывает на загрязнение. При рассмотрении видового состава солей прослеживается, что в зависимости от минерализации изменяется токсичность солей в грунтовой воде. В области аккумуляции видовой состав солей характеризуется следующим неравенством: $Na Cl > MgCl_2 > Na_2 SO_4 > Ca SO_4 > Ca (HCO_3)_2 > KCl$, а в области транзита – $Na Cl > Na_2 SO_4 > MgCl_2 > Ca SO_4 > Ca (HCO_3)_2 > KCl$. При сравнении этих двух неравенств в порядке расположения гипотетических солей видно, что место токсичной соли $MgCl_2$ занимает более токсичная соль $Na_2 SO_4$. Вследствие этого возрастает токсичность солей в грунтовой воде.

По мере удаления в сторону моря концентрации микроэлементов Cu , Pb в грунтовых водах значительно сокращаются, а содержания Zn , Mn , Fe , наоборот, возрастают (см. таблицу). По площади распространения водные ореолы цинка значительно шире ореолов меди. В свою очередь, ореолы меди шире ореолов свинца. Таким образом, по дальности миграции в грунтовых водах на первом месте стоит цинк, на втором – медь и на последнем – свинец.

Концентрация микроэлементов в грунтовых водах зависит от формы нахождения их в грунтах, от интенсивности развития на месторождении зоны окисления, а также от степени их загрязнения. Органические вещества в природных водах оказывают защитное действие на коллоиды гидроксидов металлов. Кроме того, тяжелые металлы образуют с органическим веществом

Содержание химических элементов в морских и грунтовых водах

№ раз- реза	Место взятия проб	Подвижная форма, мг/кг									
		Zn		Cu		Pb		Mg		Fe	
		ПДК	5,0	5,0		0,1		1,0		0,5	
		Класс	1	2	1	3	-				
		конц.	доли ПДК	конц.	доли ПДК	конц.	доли ПДК	конц.	доли ПДК	конц.	доли ПДК
-	Морская вода М-14,85 г/л	0,09	0,018	0,07	0,14	0,25	2,50	0,16	0,16	2,8	5,60
2	Грунтовая вода М-79,35 г/л	0,06	0,012	0,15	0,3	0,35	3,50	0,16	0,16	2,2	4,40
1	Грунтовая вода М-90,07 г/л	0,08	0,016	0,11	0,22	0,43	4,30	0,55	0,55	3,6	7,20
-	Сточная вода Балгинбаева	0,26	0,052	0,22	0,44	1,2	12,0	0,64	0,64	10,0	20,0

растворимые в воде комплексы, в результате чего резко повышается миграционная способность металлов

Установлено, что повышению устойчивости многих тяжелых металлов в растворе способствует обогащение вод органическими кислотами. Нефтехимическое загрязнение почв способствует повышению содержания микроэлементов в грунтовых водах. Все эти процессы в разных условиях протекают совершенно различно. На интенсивность указанных процессов (осаждение гидроксидов металлов, коагуляция и выпадение органических веществ и глинистых минералов) влияет минерализация воды. В частности, процесс осаждения в пресных водах слабее, чем в водах высокой степени минерализации. Кроме того, рассолы содержат меньше органического вещества, удерживающего металлы в жидкой фазе, чем пресные воды. Это может быть одной из причин подавления подвижности изученных металлов в водах с ростом минерализации.

Имеются определенные взаимосвязи между соленостью воды и содержанием в ней микроэлементов. Оказывается, содержание Zn, Fe уменьшается с увеличением минерализации грунтовой воды. По расчетам (А.И. Перельман, С.Г. Батулин, 1962) коэффициент водной миграции у цинка больше, чем у меди. Действительно, в реках и морях отношение Zn : Cu больше единицы. В совершенно ином соотношении находятся цинк и медь в грунтовых водах. Здесь независимо от степени минерализации грунтовой воды цинка меньше, чем меди, что указывает на сравнительно больше содержание меди в грунтовых

водах по сравнению с водами р. Урал и Каспийского моря.

Анализ табличных данных позволяет сделать вывод об увеличении общего загрязнения территории тяжелыми металлами. Пространственные, временные и количественные показатели концентрации связаны с природными особенностями территории, такими, как колебания уровня засоленных и загрязненных грунтовых вод и соленый класс геохимических ландшафтов. Поэлементный анализ по среднему содержанию показал тенденцию увеличения содержания свинца, марганца и железа.

В качестве фоновых принимают содержания металла в водах, заведомо не связанных с месторождением. Колебания концентрации металлов в грунтовых водах зависят от ряда конкретных геологических условий, характеризующих данное месторождение. Различия в конкретной геологической обстановке создают присущие каждому месторождению условия миграции рудных компонентов в грунтовых водах. Концентрация металла в водах в первую очередь зависит от формы нахождения его в рудах, интенсивности развития на месторождении зоны окисления. На осаждение кобальта, никеля, меди, цинка и других тяжелых металлов из природных вод бесспорно, большое влияние оказывает Fe, Mg, Al. Максимальное осаждение катионов происходит из щелочных и нейтральных растворов [2].

Важно отметить, что загрязнение грунтовых вод не ограничивается площадью промышленных предприятий, хранилищ отходов и т.д., а распространяется вниз по течению потока на рас-

стояние до 20–30 км и более от источника загрязнения. Это создает реальную угрозу для питьевого водоснабжения в этих районах.

Основным фактором естественной защищенности подземных вод является их перекрытость слабопроницаемыми отложениями с коэффициентом фильтрации не менее 0,1 м/сут.

Естественная защищенность зависит от следующих факторов:

- глубины залегания уровня грунтовых вод;
- суммарной мощности слабопроницаемых отложений в размере зоны аэрации;
- литологии и фильтрационных свойств отложений.

Кроме перечисленных факторов защищенность подземных вод от загрязнения зависит от геоморфологических и геоструктурных особенностей территории.

По литологии и фильтрационным свойствам слабопроницаемые отложения разделяются на три группы: супеси, легкие, суглинки ($K_{\phi} - 0,1 - 0,01$ м/сут); суглинки, песчаные глины ($K_{\phi} - 0,01 - 0,001$ м/сут); тяжелые суглинки, глины ($K_{\phi} -$ менее 0,001 м/сут).

На основании анализа факторов оценки территории региона по степени защищенности подземных вод от загрязнения выделяются:

1 категория – незащищенные (зона аэрации сложена песками, легкими супесями, трещиноватым мелом; коэффициент фильтрации более 0,1 м/сут.);

2 категория – слабо защищенные (зона аэрации сложена глинистыми песками, супесями, легкими суглинками, трещиноватым мелом, песчаником и мергелем; коэффициент фильтрации 0,1 – 0,01 м/сут);

3 категория – защищенные (зона аэрации сложена тяжелыми супесями и суглинками, с прослоями песчаных глин, мела и мергеля; коэффициент фильтрации 0,01 – 0,001 м/сут);

4 категория – надежно защищенные (зона аэрации сложена тяжелыми суглинками, глинами, мергелями; коэффициент фильтрации – менее 0,001 м/сут).

Большая часть рассматриваемой площади отнесена к территории незащищенной и слабо защищенной от загрязнения с поверхности (1, 2 категории). Зона аэрации сложена толщей песков, супесей, суглинков, глинистых песков в прибрежной зоне с массой ракушек и прослоями глин.

Следует подчеркнуть, что загрязнение грунтовых вод негативно сказывается на эко-

логическом состоянии поверхностных вод, атмосферы, почв, других компонентов природной среды.

Из изложенного можно сделать следующие выводы:

1. В зависимости от природных и техногенных факторов минерализация грунтовой воды области аккумуляции составляет 90,068 г/л. Катионы и анионы морского происхождения. В области транзита гидрохимический режим грунтовой воды изменяется. Вследствие этого соотношение $Cl:SO_4$ суживается, а в области разгрузки составляет 2,68.

2. По мере приближения в сторону моря концентрация микроэлементов Cu, Pb в грунтовых водах значительно сокращается, а содержание Zn, Mn, Fe, наоборот, возрастает.

3. По площади распространения водные ореолы цинка значительно шире ореолов меди. В свою очередь, ореолы меди шире ореолов свинца.

4. Поэлементный анализ среднего содержания выявил тенденцию повышения содержания свинца, марганца и железа. Это позволяет сделать вывод об увеличении общего загрязнения территории тяжелыми металлами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подземные воды пастбищных территории Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1969. С.130-151.
2. *Белякова Е. Е.* Миграция металлов в подземных и поверхностных водах Верхне-Кайрактинского района в Центральном Казахстане // Геохимия. 1958. №2. С.134-143.

Резюме

Жерасты суларындағы уыттылы тұздар мөлшерінің динамикасы топырақтың құрамымен тығыз байланысты қарастырылады. Жерасты суының тұздылығымен ондағы микроэлементтер мөлшерінің өзара байланыстары ашылып көрсетілген. Жерасты суларының минералдығы артқан сайын Zn, Fe кемі береді. Микроэлементтердің таралу ореолы қарастырылған. Каспий теңізіне жақындаған сайын жерасты суларындағы Cu, Pb концентрациясы біршама азайып, ал Zn, Mn, Fe мөлшері арта түседі.

Summary

The article deals with the dynamics of toxic salts content in ground waters and its interrelation with soil. The interrelation between water salinity and the content of microelements in water is shown. The content of Zn, Fe decreases with ground water mineralization. The habitat of microelements is examined. The concentration of microelements Cu, Pb significantly decreases in ground waters and the content of Zn, Mn, Fe increases with approaching the sea.