

## ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

**Канд. геол. – мин. наук Выборов С. Г., инж. – гидрогеолог Павелко А. И.,  
инж. геолог Щукин В. Н. (Промышленно-экологический союз «Донбасс-  
Азовье, XXI век»)**

Эпигенетические изменения водовмещающих пород имеют широкое распространение в пределах геологической среды. Наиболее полно они изучены в связи с месторождениями полезных ископаемых [1].

Под действием различных эпигенетических процессов формируются разнообразные по структурно-вещественным признакам эпипороды или вторичные породы. Частным случаем проявления эпигенеза являются гидротермально-метасоматические образования (гидротермалиты), с которыми связаны многочисленные месторождения полезных ископаемых [2].

Эпигенетические процессы выходят за рамки пневматолитово-гидротермального и средненизкотемпературного гидротермального метасоматоза. Они широко проявлены в приповерхностных условиях зоны гипергенеза. Формирование кор выветривания, различных зон окисления, в целом развитие вторичной минерализации под действием определенно направленных физико-химических процессов обязано эпигенезу.

В связи с этим эпигенетические изменения можно определить, как структурновещественные преобразования материнских пород, когда их первичные структурные, физико-механические, минералогопетрографические и геохимические параметры под действием неравновесных условий в системе вода-порода, обусловленных различными природными или техногенными процессами, изменяются и при этом возникает совершенно новая среда с набором эпипород различной степени замещения.

Изъятые из недр земли разнообразные полезные ископаемые и продукты их переработки создают в приповерхностной части земли неравновесные условия, которые приводят к различного рода изменениям.

Широкий круг химических элементов, вовлеченных в кругооборот под действием техногенных процессов, загрязняет подземные воды. Известно, что гидрохимическая специализация грунтовых вод во многом обусловлена составом водовмещающих пород [3]. Природные воды находятся в относительном равновесии с вмещающей их средой.

Химически агрессивные загрязненные техногенные воды, попадая в водоносные горизонты, нарушают сложившееся равновесие в системе вода-порода. При этом под действием техногенных вод загрязняется не только вода, но и происходят интенсивные эпигенетические преобразования водовмещающих пород. Неизбежно, химически агрессивная вода приводит к изменению их структурно-вещественных параметров до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие в системе растворпорода. В результате вокруг очага загрязнения формируется ореол эпигенетического замещения водовмещающих пород, имеющий закономерное внутреннее строение. Породы, изменяясь под действием техногенеза, локализуют данный негативный процесс в пределах ограниченного пространства, аккумулируют большие объемы загрязнителей, которые слагают минеральную основу и определяют геохимическую специализацию вновь образующихся эпипород.

Гидрохимические параметры техногенных вод определяются набором макро- и микрокомпонентов. При этом макрокомпоненты определяют состав минерализации вод, к ним относятся вещества, содержания которых превышают 10 мг/дм<sup>3</sup>. Это гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, реже нитраты, фториды, фосфаты, карбонаты, а также кальций, магний, натрий, реже железо.

Микроэлементы характеризуют гидрогеохимическую специализацию вод, их концентрация не превышает 10 мг/дм<sup>3</sup>, данное деление условно, однако имеет под собой определенное обоснование. Содержание макрокомпонентов в воде более устойчиво. Оно имеет относительно равномерное распределение в пределах водоносного горизонта. Их концентрация изменяется постепенно. Распределение микроэлементов в пределах водоносных горизонтов носит неравномерный дискретный характер. Высокие концентрации на незначительном расстоянии сменяются низкими, с разницей в 100 и более раз. Несмотря на это, микрокомпоненты закономерно локализуются в пределах эпигенетического ореола, концентрируясь в определенных зонах.

Это обусловлено тем фактором, что по отношению к любому природному или техногенному процессу замещения все макро- и микрокомпоненты подразделяются на:

- главные, которые концентрируются в эпицентрах аномалий и определяют физикохимическую и минералогическую направленность процессы
- сопутствующие, концентрация которых возрастает в пределах аномалий и связана с содержанием главных компонентов;
- деконцентрирующиеся, которые испытывают вынос из эпицентров ореола эпигенеза, локализуясь в его периферийных зонах;
- инертные, концентрация которых остается практически неизменной.

При этом существует закономерность - чем масштабнее и полнее проявлен процесс эпигенетического замещения, тем отчетливее выражены зональность, дифференциация макро- и микрокомпонентов, тем больший их круг вовлечен в данный процесс и тем более четко определена позиция компонентов в пределах выделенных групп.

Представленная теоретическая база имеет большое практическое значение при определении источников загрязнения и масштабов его проявления. Последнее связано со способностью водовмещающих пород локализовать большие объемы загрязнителей и тем самым ограничить распространение

загрязненных вод в пределах определенного пространства. Зная закономерности строения ореолов эпигенеза, можно, при регулярных наблюдениях, определить скорость продвижения процесса загрязнения. Все это делает весьма актуальным проведение более полного изучения закономерностей строения ореолов эпигенеза, их минералогическо-геохимических особенностей.

Такого рода исследования проведены авторами в районе влияния золоотвалов Луганской ТЭС в 2002 году [4].

В геологическом строении территории размещения золоотвалов принимают участие породы мелового и четвертичного возрастов. Верхнемеловые породы представлены светлосерыми глинистыми мергелями, мелоподобными мергелями с высоким содержанием кремниевой гальки. Мощность отложений составляет около 400 м. Четвертичные аллювиальные отложения представлены в основном, разнотекстурными песками с прослоями глин, суглинков. Максимальная мощность данных отложений в пределах изучаемого участка составила 21 м. Выделяемые два горизонта подземных вод связаны с аллювиальными четвертичными и верхнемеловыми отложениями. Водовмещающие породы водоносных горизонтов разделены регионально выдержанной закольматированной зоной верхней части трещиноватых меловых отложений. Между водоносными горизонтами и поверхностными водами рек Северский Донец, Айдар и Евсуг существует тесная гидравлическая связь. При этом атмосферные осадки и техногенные воды в результате инфильтрации проникают в аллювиальный водоносный горизонт и далее через гидрогеологические «окна» зоны кольматации в воды верхнего мела. Разгружаются подземные воды в местную гидрографическую сеть в реки Северский Донец, Айдар и Евсуг, куда направлен уклон подземного потока. Промышленно-экологическим союзом «Донбасс-Азовье, XXI век» в районе влияния золоотвалов Луганской ТЭС организована режимно-наблюдательная сеть, состоящая из 40 скважин. При этом 20 скважин оборудованы

на аллювиальный горизонт и 20 на верхнемеловой.

Однозначно устанавливается значительное техногенное воздействие на подземные воды и водовмещающие породы со стороны золоотвалов Луганской ТЭС. При этом набор компонентов-загрязнителей для аллювиального и верхнемелового горизонтов одинаков. Аномальные концентрации устанавливаются для: минерализации до 2,04 ПДК; сульфатов до 1,46 ПДК; хлоридов до 1,73 ПДК; железа до 2,17 ПДК; марганца до 1,5 ПДК; цинка до 1,5 ПДК; меди до 1,1 ПДК; никеля до 5,2 ПДК; кобальта до 2,2 ПДК; свинца до 2,1 ПДК; кадмия до 2,3 ПДК. Выделенные суммарные ореолы загрязнения имеют тесную пространственную и генетическую связи с золоотвалами № 1 и № 2. Их форма согласуется с направлением движения подземных вод в сторону Счастынского, Петровского водозаборов питьевой воды и к р. Северский Донец (рис. 1). Наличие генетически однородного источника загрязнения подземных вод позволяет утверждать об однонаправленном техногенном процессе, проявленном на исследуемой территории и имеющем отчетливо выраженные физико-химические, гидрогеохимические и минералогическо-геохимические закономерности развития.

В эпицентрах загрязнения распространены воды с преобладанием сульфат-аниона и натрий-катиона. Анионный состав воды закономерно меняется от центра ореола загрязнения к периферии в следующем порядке: сульфатный; сульфатно-хлоридный; хлоридный; хлоридно-гидрокарбонатный; гидрокарбонатный. Этим представлена колонка замещения природных гидрокарбонатных вод техногенными. Анионы сильных кислот замещают анионы слабых кислот.

Устанавливается также закономерная смена катионного состава воды в направлении: натриевый; натрий-кальциевый; кальциевый; кальций-магниевый. Здесь отмечается щелочная направленность процесса загрязнения, когда в эпицентре концентрируются щелочи, которые сменяются

субщелочными металлами и далее основаниями.

Ярко выраженная зональность может свидетельствовать о полноте проявления процесса преобразования воды и вмещающих ее пород. Загрязненные воды в процессе фильтрации вдоль пласта водовмещающих пород очищаются, загрязняющие компоненты при этом связываются веществом вмещающих пород, которые в результате этого претерпевают значительные структурно-вещественные изменения. Процесс замещения имеет определенную щелочно-сульфатную направленность.

В связи с тем, что в системе вода - вмещающая порода с течением времени устанавливается относительное равновесие, состав воды различных зон эпигенеза соответствует минералогическо-геохимическим особенностям вмещающей среды в пределах этих зон.

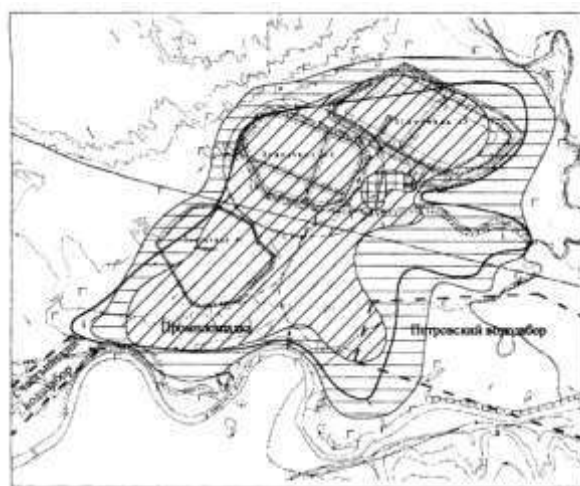


Рис. 1. Гидрохимическая зональность эпигенетического ореола: 1 — контур ореола суммарного загрязнения; 2 — хлоридно-сульфатные натриевые воды; 3 — сульфатно-хлоридные натрий-кальциевые воды; 4 — хлоридные кальциевые воды; 5 — гидрокарбонатно-хлоридные магний-кальциевые воды.

Таким образом, в процессе техногенного загрязнения формируется зонально построенный ореол эпигенетически измененных вмещающих воду пород, которые определяют закономерности изменения состава воды от эпицентров ореола загрязнения к его периферии. Колонка эпигенетического замещения новообразованных минералов в этом направлении выглядит так: сульфаты натрия - сульфаты и хлориды кальция - хлориды кальция - хлориды кальция и магния - гидрокарбонаты кальция и магния -

гидрокарбонаты и карбонаты кальция. Для неизменной части колонки характерно преобладание карбонатов кальция, в меньшей степени магния и железа. Новообразованные минералы ореола эпигенеза могут развиваться автоморфно, заполняя поры и пустоты вмещающих пород, и псевдоморфно, замещая первичные минералы зерно на зерно. При этом наблюдается закономерный баланс веществ, сопровождающийся привнесением техногенных компонентов и выносом из зон изменения компонентов материнских пород и переотложением их на периферии ореола. Компонентами, претерпевающими значительный вынос в условиях щелочносульфатного эпигенеза, могут быть для песков, вмещающих аллювиальный водоносный горизонт –  $\text{SiO}_2$ , а для мергелей верхнего мела —  $\text{CO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  и  $\text{CaO}$ .

Кроме того, отмеченные вещественные изменения вмещающих пород сопровождаются структурными преобразованиями и изменениями их физикомеханических свойств, что, возможно, влияет на скорость заиливания скважин РНС. Меняются также фильтрационные свойства водовмещающих пород, что вносит изменения в гидродинамический режим подземных вод исследуемого района.

Корреляционным анализом устанавливается отчетливая дифференциация микроэлементов в результате техногенеза. Выделяются две ассоциативные группы элементов: 1) Ni-Ge-CuFe; 2) Zn-Mn-Co-Pb-Sr-Cr. Между этими группами устанавливается значимая отрицательная связь, то есть увеличение концентрации элементов одной группы сопровождается снижением концентрации элементов другой группы. Это также свидетельствует о различных условиях локализации данных микроэлементов в пределах ореолов эпигенетически измененных водовмещающих пород. Pb, Co, Mn, Cr, Zn и связаны с компонентами центральных и промежуточных зон ореола техногенеза:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ , то есть они концентрируются ближе к эпицентрам. В то время как Ni, Cu, Fe и Ge образуют значимую отрицательную связь с  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Cl}^-$ , и положительную связь с  $\text{CO}_3^{2-}$ , то есть они испытывают вынос на периферию

ореола. Таким образом, процесс загрязнения водоносных горизонтов имеет однонаправленный сульфатно-щелочной характер развития, приводящий к формированию зонально-построенного эпигенетического ореола с закономерной дифференциацией макро и микрокомпонентов как в воде, так и во вмещающих ее породах.

#### **Выводы:**

1. В процессе техногенного загрязнения подземных вод формируется ореол эпигенетически измененных водовмещающих пород. В пределах ореола эпигенеза локализуются большие объемы компонентов — загрязнителей, в процессе преобразования вмещающих воду пород происходит очищение воды.

2. Ореол эпигенеза имеет закономерное, зональное строение по отношению к источнику загрязнения. В процессе его формирования происходит вполне определенная дифференциация и локализация макро- и микрокомпонентов.

3. Замещение первичных пород сопровождается формированием эпипород, имеющих собственную структуру, минеральный состав и геохимическую специализацию.

4. Данный подход к изучению процессов техногенного загрязнения имеет большое практическое значение при определении источников загрязнения и масштабов его проявления.

#### **Библиографический список:**

1. Омеляненко Б. И. Околорудные гидротермальные изменения пород. — М: Недра, 1978. — 216 с.
2. Плющев Е. В., Ушаков О. П., Шатов В. В., Беляев Г. М. Методика изучения гидротермально-метасоматических образований. — Л: Недра, 1982. — 262 с.
3. Шварцев С. Л., Пиннекер Е. В., Перельман А. И. и др. Основы гидрогеологии. Гидрогеохимия. — Новосибирск: Наука, 1982. — 288 с.
4. Павелко А.И., Щукин В.Н., Выборов С.Г. Мониторинг качества поверхностных и подземных вод в районе промплощадки Луганской ТЭС (с учетом золоотвалов). Информационный отчет — донецк, 2002.