

УДК 550.4:551.3(476)

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОХИМИИ АЛЛЮВИАЛЬНОГО ЛИТОГЕНЕЗА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

О. В. Лукашёв, О. В. Силицкая

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
20030, г. Минск, Беларусь, lukashev@bsu.by, silitskayaov@bsu.by*

Рассмотрены основные черты геохимии аллювиального литогенеза на территории Беларуси.

Ключевые слова: аллювиальный литогенез; макро- и микроэлементы; обстановки; гипергенное минералообразование; фации аллювия; формы нахождения.

THE MAIN FEATURES OF THE GEOCHEMISTRY OF THE ALLUVIAL LITHOGENESIS ON THE TERRITORY OF BELARUS

O.V. Lukashev, V.V. Silitskaya

*Belarusian State University, Nezavisimosti Ave., 4,
220030, Minsk, Belarus, lukashev@bsu.by, silitskayaov@bsu.by*

The main features of the geochemistry of alluvial lithogenesis in the territory of Belarus are considered.

Keywords: alluvial lithogenesis; macro- and microelements; environments; hypergenic mineral formation; facies of alluvium; forms of location.

I. Геохимические обстановки аллювиального литогенеза. В речных долинах выделяются три вида геохимических обстановок: субаквальная (трансубаквальная), супераквальная и элювиальная.

Субаквальная (трансубаквальная) обстановка свойственна руслу, старичным и болотным водоёмам поймы.

В русле, характеризующемся, как правило, преимущественным накоплением обломочного материала, миграция и аккумуляция элементов осуществляется в виде терригенных минералов и обломков пород. Распределение элементов подчиняется дифференциации по размерам и удельному весу частиц по зонам: стрежень → пристрежневая полоса → русловая отмель. В последней, за счет волнового прибоя, могут образовываться природные шлихи, обогащённые минералами редких и рассеянных элементов. Ввиду преимущественного развития песчаного материала, литогенез характеризуется, в основном, накоплением Si, в меньшей мере – Al,

К, Na, Ca, Mg и микроэлементов. Новообразования – оксиды Fe, карбонаты – здесь проявлены слабо. Диагенетические преобразования заключаются в некотором уплотнении осадка, окислении. Среда в целом нейтральная или слабощелочная.

В старичных и болотных водоемах процессы механической садки выражены слабо и связаны с осаждением илистого материала. Широко развиты биохимические процессы. Обстановка, в основном, слабощелочная или слабокислая. Формируются гипергенные оксиды Fe и карбонаты, в старицах в щелочной среде образуются сульфиды Fe (пирит, марказит), в болотах – фосфаты (вивианит).

Супераквальная обстановка свойственна пойме. Особенности протекания процессов аллювиального литогенеза здесь проявляются в чередовании аквальных и аэральных условий, ослабленной по сравнению с руслом силе потока речных вод в период половодий, влиянии грунтовых вод, большом разнообразии геоморфологических обстановок и др.

В пойме выделяются участки с преимущественным накоплением тонкого обломочного материала в прибрежной пойме, хемогенных (луговые мергели, болотные железные руды на заболоченных поймах) и биогенных продуктов (торф – в притеррасной пойме).

Ослабленное движение речных вод ведёт к механическому накоплению элементов в составе тонких песков, супесей, глин, наилков.

Смена аквальных и аэральных условий обуславливает большую интенсивность процессов выветривания, окисления, восстановления, коагуляции коллоидов и их кристаллизации и т. д. Проявляются процессы диагенетического преобразования: обезвоживание и отвердевание осадка, коагуляция и синерезис коллоидов, формирование гипергенных минералов. В кислой среде широко распространены оксиды и гидрооксиды Fe и Mn. В местах скопления органического вещества и развития микроорганизмов (восстановительная среда) формируются карбонаты, фосфаты, окисные формы Fe переходят в закисные, а при наличии H_2S – в FeS_2 .

Литогенез в условиях поймы тесно связан с почвообразованием. Инфильтрация атмосферных осадков и паводковых вод ведёт к перераспределению с развитием горизонтов ожелезнения и оглеения.

По сравнению с субаквальной обстановкой, в супераквальной происходит бóльшая концентрация Al, Fe, Mn и микроэлементов.

Элювиальная обстановка свойственна преимущественно террасам, где ранее сформированные аллювиальные отложения испытывают вторичные эпигенетические изменения. Выветривание, миграция и перераспределение элементов здесь связаны, главным образом, с элювиальными, делювиальными и эоловыми процессами. Геохимическая специфика почвообразования заключается, в основном, в подзолообразовании.

Применительно, например, к бассейну р. Днепр соотношение обстановок литогенеза имеет следующий характер: 1. Уменьшение доли субаквальных и возрастание доли супераквальных обстановок вниз и вкрест простирающихся речных долин. 2. В субаквальных обстановках влияние на среду литогенеза преимущественного накопления обломочного материала уменьшается, а биогенного и хемогенного – возрастает от стрежени вглубь поймы и вниз по долине реки. 3. Роль биогенного материала и биохимических процессов усиливается по мере развития старичных и болотных водоёмов (ряд: затон → старица ранней, озёрной стадии зарастания → болото). 4. В пределах супераквальных обстановок преимущественное накопление обломочного материала ослабевает, а биогенное и хемогенное усиливается в направлении от приречной к центральной и притеррасовой поймам. 5. Роль биогенных процессов и продуктов в межледниковом литогенезе возрастает с периодическими потеплениями и уменьшается с похолоданиями климата.

II. Гипергенное минералообразование в аллювии. В частности, для бассейна р. Днепр выделяется 6 групп гипергенных минералов [1]: 1) оксиды и гидроксиды Fe, Mn, Ti, Si; 2) карбонаты Ca, Mg, Fe, Mn; 3) фосфаты; 4) сульфиды Fe; 5) сульфаты Ca; 6) алюмосиликаты.

Гидрооксиды Fe – наиболее распространённые новообразования. Представлены порошковатыми и плёночными налётами и корками, студенистыми сгустками, примазками на обломках, конкреционными стяжениями, ортзандами и ортштейновыми горизонтами, болотными рудами, псевдоморфозами по корням растений. Сложены гидрогётитом, коллоидными гидрооксидами, лимонитом и – редко – лепидокрокитом и др. Развитие вторичных оксидов и гидроксидов Fe^{3+} придаёт осадкам желтую, желтовато-бурую и бурую окраску. В условиях обводнённых пойм осадки имеют серый цвет из-за закисных (Fe^{2+}) соединений Fe. *Гидрооксиды Mn* обычно образуют смеси с оксидами Fe. Иногда отмечаются самостоятельные выделения псиломелана в виде примазок и порошковатых налетов. *Гидрооксиды Ti* (лейкоксен) встречаются в виде зерен, пленок и налетов на ильмените и биотите. *Гидрооксиды Si* в виде новообразований опала, развивающихся по растительным остаткам, отмечены в русловом и пойменном аллювии бассейна р. Припять.

Карбонаты в речных осадках встречаются в виде порошковатых налетов, примазок, конкреций и самостоятельных горизонтов, образующихся как в современных пойменных и старичных условиях, так и древних аллювиальных свитах. Представлены кальцитом, реже – доломитом, сидеритом, очень редко – манганокальцитом.

Фосфаты встречаются в старицах, на заболоченных поймах и на I надпойменных террасах; реже отмечаются в русловом аллювии (рр. Припять, Горынь, Птичь и др.). Представлены порошковатыми, пленочными и комковатыми образованиями (вивианит, бераунит, керчинит).

Сульфиды Fe встречаются редко. Пирит и марказит отмечены, главным образом, в старичных, реже пойменных осадках. Возможно присутствие гидротроилита и мельниковита.

Сульфаты Са (гипс) встречены в пойменных осадках муравинского возраста в долине р. Припять.

Алюмосиликаты формируются преимущественно за счет выветривания полевых шпатов и слюд – гидрослюда, монтмориллонит и др.

III. Литогеохимические фации аллювия. По данным комплексного изучения речных отложений, предложена классификация обстановок литогенеза на основе выделения литогеохимических фаций (литогенная; сиаллитно-глинистая; биогенная; сиаллитно-ферритная; сиаллитно-карбонатная) [1].

IV. Формы (состояния) нахождения химических элементов. Валовое (общее) содержание химического элемента в донных отложениях (а также почвах, осадочных породах) включает в себя сумму различных форм (состояний) его нахождения – водорастворимую (1), адсорбированную (2), органическую (3), гидроксидную (4), прочносвязанную [2]. При воздействии на образец аммонийно-ацетатного буфера в раствор поступают первая-вторая («подвижные») формы, при воздействии слабой кислотой (например, 1 М HCl) – первая-вторая и, частично, третья и четвертая формы, условно понимаемые в этом случае в сумме как «условно-подвижные».

В большинстве случаев, в естественных условиях Беларуси для химических элементов характерно нахождение преимущественно в прочносвязанной форме в кристаллической решетке тех или иных минералов. В зависимости от особенностей протекания процессов техногенного загрязнения и геохимических свойств элементов наблюдается различная степень их перераспределения между указанными формами. Определение форм позволяет судить об интенсивности протекания техногенных процессов и вовлечённости химических элементов в геохимическую миграцию. Использование же данных валового содержания в таких случаях может быть малоинформативным (за счет меньшей контрастности получаемых показателей и др.).

Например, по данным [3], 60 % от общего содержания Zn в осадках водохранилища «Минское море» находится в кристаллической структуре минералов, в 2 км ниже плотины Чижовского водохранилища этот показатель составляет 14 %, тогда как в устье канала Минской станции аэрации – 3 %, и далее, вниз по течению – 7 %. С другой стороны, в указанном

направлении соответственно растут доли адсорбированной и гидроксидной форм – с 8 до 34–41 % и с 18 до 28–40 %. Иная картина наблюдается в данной ситуации для Cu: 74 % от общего содержания элемента в осадках водохранилища «Минское море» находится в гидроксидной форме, тогда как в устье канала Минской станции аэрации на 70 % в органической. Для Cd очень важной оказывается адсорбированная форма – 61 % от общего содержания в осадках устья канала и т. д. Вместе с тем, следует отметить, что полный анализ проб методом постадийных вытяжек [2] достаточно трудоёмок и не пригоден для массовых геохимических работ. Как правило, исследователи ограничиваются одной показательной вытяжкой (например, 1 М HCl, см. выше).

Определенный интерес также представляет изучение закономерностей распределения металлов-загрязнителей по отдельным фракциям гранулометрического спектра. Так, согласно данным [4], в техногеохимических обстановках наблюдается преимущественный рост содержания Pb, Ni, Cr, Cu, Zn в пелитовой и мелкодисперсной фракциях, что связано с резким естественным увеличением содержания в этих фракциях реагирующего с металлами органического вещества. Изучение металлов в мелких гранулометрических фракциях позволяет проследивать техногенные аномалии в осадках на значительно больших удалениях от источников загрязнения, чем при работе с осадком в целом (например, с фракцией менее 1 мм). С другой стороны, данные по осадку в целом так же важны, так как позволяют сопоставлять друг с другом более-менее однотипные осадки, отобранные на разных территориях [5].

Библиографические ссылки

1. Кузнецов В. А. Геохимия аллювиального литогенеза. Минск : Наука и техника, 1973.
2. Кузнецов В. А., Шимко Г. А. Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях. Минск : Навука і тэхніка, 1990.
3. Савченко В. В. Техногенный поток рассеяния р. Свислочь // Докл. АН Беларуси. 1992. Т. 36, № 1. С. 67–71.
4. Савченко В. В., Шиманович С. Л., Мурашко Л. И., Колосова Т. Е. Трансформация донных осадков рек при техногенном воздействии // Докл. АН Беларуси. 1993. Т. 37, № 6. С. 99–103.
5. Лукашёв О. В., Жуковская Н. В., Лукашёва Н. Г., Савченко В. В. Геохимические методы мониторинга субаквальных систем (теоретические и прикладные аспекты) // Журн. Белорус. гос. ун-та. 2017. № 1. С. 146–170.