

**А.И.Труфанов**

**A.I.Trufanov**

*Вологодский государственный технический университет  
Vologda State Technical University*

## **АНОМАЛИИ МОЛИБДЕНА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ЛАНДШАФТНЫХ РАЙОНОВ ЮЖНОЙ И СРЕДНЕЙ ТАЙГИ**

*Molybdenum's anomalies in the nature water of landscape region south taiga*

**Аннотация.** Изучено поведение Мо в природных водах ландшафтных районов южной и средней тайги. Отмечено его необычно высокая миграционная способность в поверхностных и грунтовых водах. Предполагается, что она связана с миграцией Мо в виде сложных органических комплексов. Источником высоких концентраций Мо могут быть молибденосодержащие удобрения.

**Abstract.** The behavior Mo at nature water of landscape region south taiga was study. Unusual high ability for migratory in surface and ground water was registered. It is possible concerned with migration Mo as organic-mineral complex. Spring high concentration may be manures, witch hold Mo.

Молибден считается необходимым микроэлементом. Роль его в растении определяется участием во многих процессах обмена. Он участвует в ферментативных реакциях азотного обмена растений и микроорганизмов. Действие молибдена также заметно проявляется на образовании хлорофилла [1]. Как отмечает Ю.И. Москалев (1985), молибден не только жизненно важный, но одновременно и токсичный компонент. Повышение концентрации его в почвах, питьевых водах вызывают расстройство пищеварения, заболевание сосудов, костей, изменение печени, почек у животных и человека. Избыток молибдена приводит к эндемической молибденовой подагре – хроническому заболеванию человека и животных, обусловленному нарушением обмена веществ, с повышением содержания мочевой кислоты в крови и отложениях её солей в суставах и др. тканях и органах. У человека проявляется острыми приступами артрита, деформацией суставов с нарушением их функций [2]. Дефицит Мо вызывает снижение активности молибден содержащих ферментов, которое увеличивает риск развития кариеса и импотенции, а в растениях снижается процесс синтеза белков, витамина С и каротина. Всего известно по А.П. Авцыну (1991) тринадцать патологий, связанных с молибденом, 8 из них с избытком и 5- с дефицитом.

Исследования в различных районах страны показали весьма широкое распространение молибдена в природных водах. Содержание его колеблется в широком диапазоне от  $n \cdot 10^{-4}$  до  $n$  мг/л. Выявлен ряд молибденовых геохимических провинций в аридных областях, где установлено повышенное содержание молибдена в почвах, растениях, а подземные воды, используемые для питьевого водоснабжения, содержат до 1,2 мг/л [3]. Молибден довольно широко распространен в природных водах и в зарубежных странах. Например, по данным Л.И.Эльпинера и В.С.Васильева(1983) в природных водах США присутствие молибдена обнаружено в 29,8% проб; содержание его колебалось от 0,003 до 1,024 мг/л, составляя в среднем 0,859 мг/л. Это более чем в 3 раза выше ПДК, принятых действующими нормативными документами в нашей стране.

В кислых водах рудных месторождений максимальное содержание составляет 0,7 мг/л, тогда как среднее в зоне гипергенеза по С.Л.Шварцеву равно 0,024 мг/л. В условиях засушливого климата местами наблюдается повышенное содержание молибдена в солоноватых водах. По результатам работ П.А.Удодова и др.(1962) в Сибири молибден имеет слабую распространенность (3,7%). Принято считать (Перельман А.И., 1961 и др.), что в ландшафтах с влажным климатом и слабокислыми водами молибден малоподвижен. Одна из причин такого поведения может быть легкая сорбируемость молибдена гидроокислами железа, алюминия и коллоидами. К весьма распространенным осадителям молибдена

относится кремнекислота, устойчивая отрицательная связь которой с молибденом наблюдается в природных водах юга Вологодской области. Растворимость кремнекислоты в околонейтральных и слабокислых водах минимальна, а в щелочных максимальна. Кремнемолибденовые комплексы разрушаются в присутствии сероводорода, в связи с чем этот процесс определяет более длительное существование молибдена в растворе в зависимости от щелочно-кислотных условий среды. Изучая гидрогеохимию молибдена главным образом рудных районов Г.А. Голева (1977) делает вывод о высокой подвижности молибдена в различных геохимических обстановках.

Кратко проанализировав основные взгляды на геохимические особенности миграции молибдена в природных водах различных районов, попытаемся объяснить столь высокую миграционную способность его в природных водах юга Вологодской области. Это регион с типичным гумидным климатом, с геохимическими ландшафтами средней и южной тайги, где по А.И. Перельману (1961), молибден не является типоморфным элементом.

Ряд исследователей (Е.Е.Белякова,1958;Г.А.Голева,1977) отмечают прямую корреляционную связь между сульфат-ионом и молибденом и обратную между содержанием в воде железа и молибдена, гидрокарбоната кальция и молибдена. Для природных вод юга Вологодской области такая зависимость не наблюдается. Отмечается лишь очень слабая положительная связь молибдена и сульфат-иона в поверхностных и грунтовых водах (коэффициент корреляции 0,17). Слабая, но устойчивая, отрицательная связь наблюдается в грунтовых водах молибдена и марганца (коэффициент корреляции 0,27). Умеренная связь молибдена и триады азота отмечена в поверхностных водах рассматриваемого региона (коэффициент корреляции 0,43).

Поведение молибдена в водах определяется его анионогенными свойствами. При максимальных содержаниях в кислой среде он мигрирует в  $H_2MoO_4$  и  $HMoO_4^-$ , в щелочной среде молибден мигрирует в форме шестивалентного аниона  $MoO_4^{2-}$ .

Особенность гидрогеохимии молибдена в подземных водах определяется высокой растворимостью оксидов, молибденовой кислоты, соединений с натрием, железом и кальцием.

Растворение молибденовых минералов и миграция молибдена в природных водах, как отмечает Г.А. Голева(1977), активизируются в заболоченных и затаежных районах, где условия обогащения природных вод органическими веществами наиболее благоприятны. В рассматриваемом регионе, в ландшафтном отношении который относится к средней и южной тайге, молибден является интенсивно мигрирующим элементом (таблица). Миграция его в различных щелочно-кислотных условиях гумидного климата происходит на большие расстояния, очевидно, в виде металлоорганических комплексов.

Таблица

Содержание и интенсивность миграции молибдена в природных водах

Водоносные горизонты, водотоки	Содержание мг/л			Кх			Кол-во проб	Примечание
	min	max	средн.	min	max	средн.		
реки <sup>1</sup>	Сл. <sup>2</sup>	0,062	0,0325	<0.1	303,0	145	20	март-май
	Сл.	0,712	0,2460	<0.1	1332,6	360,8	25	июнь
	Сл.	0,910	0,397	<0.1	2750,0	569,7	49	июль
	0,001	0,003	0,0019	2,75	6,47	4,22	4	август
грунтовые воды <sup>1</sup>	0,02	0,048	0,0230	17,0	92,2	37,8	14	май
	Сл.	0,562	0,1620	<0.1	1412,1	101,1	20	июль
Полдарский <sup>1</sup>	0,00015	0,540	0,0202	0,012	634,4	36,6	55	
Сухонский <sup>1</sup>	0,00057	0,004	0,0034	0,30	6,7	4,92	6	
Девонский <sup>1</sup>	0,001	0,007	0,0030	2,08	12,5	6,19	5	
Северо-двинский (г.Киров)	0,002	0,100	0,0670	2,13	177,9	98,05	6	

<sup>1</sup>Юг Вологодской области. <sup>2</sup>Сл. – следы

Интенсивность миграции принято характеризовать коэффициентом водной миграции -  $K_x$ , равным частному от деления количества элемента в минеральном остатке природной воды на его содержание в горных породах, дренируемых этой водой. Очень подвижные мигранты имеют значение  $K_x$  выше 20, подвижные – 20-1, коэффициент водной миграции слабо подвижных мигрантов не превышает 0,1. Анализируя данные таблицы и приведенные градации интенсивности миграции молибдена в природных водах юга Вологодской области можно отметить очень высокую миграционную способность его в данных условиях. Кроме того достаточно четко выражен сезонный характер интенсивности миграции в водах рек и в грунтовых водах. Относительно высокая миграционная способность молибдена в подземных водах может быть объяснена развитием в регионе гидрокарбонатно-натриевых вод. Как известно (Е.В.Посохов,1969) в содовых водах лучше растворяется и мигрирует кремнезем, легко мигрирует гумус, образующий с металлами растворимые комплексы. Содовые воды способны извлекать из пород многие элементы, в том числе и молибден. Миграционная способность его в таких условиях повышается.

Приведенные данные по геохимии молибдена в природных водах юга Вологодской области позволяют сделать следующие выводы:

-Молибден является весьма активно мигрирующим элементом в некоторых районах южной и средней тайги. Миграция его в условиях гумидного климата происходит в основном в виде металлоорганических соединений.

-Приуроченность максимальных концентраций молибдена в речных и грунтовых водах к середине лета и заметная корреляция с триадой азота может указывать на связь с микробиологическими процессами в верхних горизонтах зоны гипергенеза и (или) агротехническими мероприятиями пахотных земель при внесении молибденсодержащих удобрений.

-Повышенные концентрации молибдена в отдельных районах, где природные воды используются для питьевых целей, могут вызывать эндемические заболевания или способствовать их развитию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын А.П. Микроэлементы человека./А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С.Строчкова.-М.: Медицина,1991.
2. Голева Г.А. Гидрогеохимия рудных элементов. М., «Недра»,1977, 216с.
3. Крайнов С.Р. Швец В.М. Гидрогеохимия: Учебник для вузов.- М.: Недра. 1992.-463с.
4. Москалёв Ю.И. Минеральный обмен. – М.: Медицина, 1985, 288с.
5. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: ГИГЛ, 1961, 496с.
6. Посохов Е.В. Происхождение содовых вод в природе. – Л.: Гидрометеиздат, 1969.-153с.
7. Чернавина И.А. Физиология и биохимия микроэлементов. – М.: «Высшая школа»,1970, 311с.
8. Ковальский В.В. Геохимическая экология- М.: «Знание», 1973, 64с.
9. Руководство по гигиене водоснабжения./Под ред. Проф. С.Н.Черкинскогo.- М.: Медицина,1975, 328с.
10. Удодов П.А. Опыт гидрогеохимических исследований в Сибири. - М.: Высшая школа, 1962, 191с.
11. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза.- М.: Недра, 1978.- 288с.
12. Эльпинер Л.И. Васильев В.С. Проблемы питьевого водоснабжения в США.- М.: Наука, 1983г.-168с.