

УДК 911.52(571.53)

ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ТЕХНОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА

© Н.В. Власова

Ключевые слова: таежные геосистемы; геохимия ландшафта; почва; растительность; катена; миграция вещества. Современное развитие промышленности требует больших объемов углеводородного сырья. Наиболее освоенные территории имеют большую изученность природных компонентов с четко выраженными негативными параметрами воздействия нефтедобывающего комплекса. Средняя Сибирь в данном контексте изучена слабо, практически отсутствуют геохимические показатели природных сред. В работе рассмотрены геохимические характеристики среднетаежных геосистем, подвергшихся сильнейшему техногенному воздействию.

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие промышленных комплексов требует высокой доли участия углеводородного сырья. Наиболее востребована нефтегазовая отрасль. В современной науке широко рассматриваются вопросы нарушений природной среды на всех этапах изъятия сырья от разведки до поставки потребителю в связи с тем, что нефть и нефтепродукты являются сильнейшими и приоритетными загрязнителями [1–3]. Добыча полезных ископаемых и предшествующая разведка приводят к изменению структур геосистем и смене геохимического фона. Знания условий естественного распределения химических элементов и их трансформации являются основополагающими моментами при проведении исследований воздействия техногенных веществ на ландшафтно-геохимическую ситуацию. Для этого необходимо всестороннее рассмотрение процессов формирования и развития естественных и измененных геосистем.

Цель работы: выявление специфики функционирования среднетаежных геосистем, их способность к восстановлению в условиях антропогенного воздействия.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Ербогаченская провинция представлена геосистемами Лено-Ангарского плато и Ербогаченской низменности таежной зоны Средней Сибири. Своеобразное географическое положение территории исследований (область сочленения Приленского плато, Ангарского кряжа и Ербогаченской низменности), сосредоточение богатейших запасов полезных ископаемых (нефть, газ, уголь, калийные соли и т. д.) и особенности развития природных геосистем обуславливают возникновение специфической совокупности факторов антропогенного воздействия различной интенсивности и генезиса. Основные объекты – антропогенно нарушенные геосистемы, изучаемые на опорных площадях в местах нефтедобычи и геологоразведки. В работе использовался ландшафтно-геохимический метод исследования. Проводились маршрутные исследования с заложением

ландшафтно-геохимических профилей, секущие модельные катены, на которых отобрано и проанализировано более 150 образцов в основных фациях, всего проанализировано более 300 образцов. Химические анализы проводились согласно общепринятым методикам [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСУЖДЕНИЯ

Изучение техногенно нарушенных геосистем в районах разведки месторождений должно базироваться на комплексе ландшафтно-геохимических методов, позволяющих наиболее глубоко изучить экологическое состояние территории. Ербогаченская провинция продолжает оставаться малоизученной с позиций ландшафтоведения, геохимии ландшафтов и рационального природопользования, что предопределяет проводимые исследования.

На территории провинции, перспективной на разработку и добычу нефти и газа, разведано и частично разработано 10 нефте- и газоносных месторождений с общей площадью 3890 км², что занимает 28 % территории. Наиболее крупные – Верхнечонское, Северо-Могдинское, Северо-Ченское в верховьях р. Нижняя Тунгуска и Чона.

Воздействие нефтедобычи сказывается как на отдельных природных компонентах, так и на ландшафтах региона в целом, в результате переноса загрязняющих веществ. При проведении геологоразведочных работ на среднетаежные геосистемы оказывалось сильное влияние. Техногенную нагрузку испытывают на себе не отдельные природные компоненты, а геосистемы региона в целом. В первую очередь это механическое воздействие: прокладка профилей; закладка буровых площадок; котлованов-отстойников; размещение вахтовых поселков. Происходит увеличение открытых площадей, ранее находившихся под пологом леса. Широкое развитие мерзлоты и слабый дренаж не способствуют быстрому восстановлению естественных геосистем. Второе, более сложное – химическое воздействие. При бурении скважин используются химические растворы – солевые, известковые и цементирующие.

Влияние оказывается не только на буровые площадки, но и на соседние территории, при этом в числе влияющих веществ сама нефть и сопутствующие нефтепродукты. Под воздействием этих факторов происходит изменение химического состава поверхностных и грунтовых вод, накопление техногенных элементов в почвах, донных отложениях, растительных сообществах, что отличает эти территории от естественного фона. Это сказывается на наиболее чувствительных к изменениям внешней среды видах флоры и фауны. При этом необходимо учитывать свойства нефти, по которым можно судить о ее токсичности, способности к испарению, микробиологическому разложению и др.

Катена в условиях техногенно измененной площади месторождения заложена между скважинами, расположенными на водораздельной поверхности и в условиях высокой поймы.

Испытавшая сильное техногенное воздействие территория располагается на выровненной водораздельной поверхности, окружена сосново-лиственничным лесом, с юго-восточной стороны образующего лесозаградительную полосу от автостоянки и взлетно-посадочной площадки. При проведении буровых работ длительное время наблюдалось дополнительное внесение химикатов с токсичными добавками.

В условиях элювиальной фации древостой отсутствует, почвенный покров изменен. Травянистый покров закрывает 35 % площади. Основные виды – иван-чай и мышиный горошек, небольшими куртинами клевер луговой, подорожник, тысячелистник и кровохлебка. Выброс загрязняющих веществ в соподчиненные геосистемы способствует их аккумуляции в биологических и почвенных объектах. Появившиеся однолетние растения, несмотря на видовые особенности концентрации тех или иных элементов, накапливают медь, стронций и марганец как и в естественных условиях. Они поглощают необходимые для своего существования и развития элементы.

Коэффициенты биологического поглощения растений имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} \text{злаки} \quad \frac{\text{Cu}}{9,0} > \frac{\text{Sr}}{4,5} > \frac{\text{Mn}}{2,5} > \frac{\text{Ba}}{0,7} > \frac{\text{Ni}}{0,2} > \frac{\text{Co}}{0,1} = \frac{\text{Cr}}{0,1} = \frac{\text{V}}{0,1}; \\ \text{бобовые} \quad \frac{\text{Sr}}{19,8} > \frac{\text{Cu}}{4,6} > \frac{\text{Mn}}{1,3} > \frac{\text{Ba}}{0,7} > \frac{\text{Ni}}{0,3} = \frac{\text{Co}}{0,3} = \frac{\text{Cr}}{0,3} = \frac{\text{V}}{0,3}; \\ \text{разнотравье} \quad \frac{\text{Sr}}{9,0} > \frac{\text{Cu}}{4,1} > \frac{\text{Mn}}{0,9} > \frac{\text{V}}{0,8} > \frac{\text{Ba}}{0,7} > \frac{\text{Ni}}{0,2} = \frac{\text{Co}}{0,2} = \frac{\text{Cr}}{0,2}. \end{aligned}$$

Почво-грунт антропогенно измененный, сильнокаменистый. Под воздействием реактивов, применяемых при бурении скважин, pH смещено в сторону слабощелочной и щелочной среды. Образование гумусового горизонта затруднено. Определение органического углерода почвы показало, что при небольшой мощности подстилки его показатели в верхнем горизонте достаточно высоки, содержание снижается вниз по профилю. В нижнем наиболее уплотненном горизонте, с большим включением щебня и мелких обломков породы, наблюдается повышение содержания гумуса, что возможно в результате смешения естественных почв горизонтов с привозным грунтом.

Расчет коэффициента радиальной дифференциации микроэлементов показал, что накопление в той или иной степени характерно практически для всех химических элементов. Некоторое снижение наблюдается в дерновом горизонте у Cr, Ni, Co и V, а увеличение

Таблица 1

Содержание химических элементов
в почвенном профиле элювиальной фации (%) $n \cdot 10^{-3}$

Почвенные горизонты	Ад	Атех1	Атех2	Атех3
Глубина (см)	0,5–15,5	15,5–65	65–110	110–150
РН	7,6	7,0	7,8	8,7
Гумус	3,8	1,5	0,9	4,4
Mn	91,6	87,6	118,2	82,7
Ba	36,3	38,9	20,0	20,0
Sr	10,7	10,0	10,0	10,0
V	7,2	10,9	10,3	9,1
Cr	8,2	10,8	11,8	9,1
Ni	5,5	7,9	9,8	7,5
Cu	2,2	3,2	2,5	1,4
Co	0,9	1,2	1,4	1,1

отмечается внутри почвенного профиля (табл. 1). Наиболее накапливаемые Ba и Cu. В техно-грунтах отмечается превышение концентрации над средним содержанием элементов в почве (по Малюге) у никеля в 1,93 раза, кобальта – 1,20, меди – 1,5 и марганца в 1,2 раза [5]. По отношению к среднему содержанию элементов в земной коре наблюдается рассеяние по профилю, исключение составляют хром, никель и ванадий, у них КК равен 1,19, 1,33 и 1,04, соответственно, такие же показатели отмечаются при отношении к кларку литосферы [6]. Насыпные грунты, подверженные термическому воздействию (обжиг при сжигании газа), характеризуются рассеянием всех рассматриваемых элементов.

Трансэлювиальная сосново-лиственничная с елью разнотравная на дерновых лесных почвах фация заложена на склоне западной экспозиции. Травяно-кустарничковый покров разрежен, господствующее положение занимают злаковые, распространены бобовые. Небольшими куртинами встречается хвощ лесной, майник и грушанка мясокрасная, тяготеющие к залесянной части. Кустарнички в небольшом количестве представлены брусничником, голубичником.

Растения вместе с поглощением необходимых для жизнедеятельности элементов накапливают и привнесенные. В результате длительного поступления Ba и Cu ощутимо их накопление в древесных видах, что говорит о достаточном количестве элемента в почвенных растворах в настоящее время. В вегетативных органах растений наблюдается концентрация Sr.

Коэффициенты биологического поглощения, рассчитанные для растений, образуют ряды:

$$\begin{aligned} \text{древостой} \quad \frac{\text{Ba}}{7,8} > \frac{\text{Cu}}{6,4} > \frac{\text{Sr}}{4,9} > \frac{\text{Mn}}{1,4} > \frac{\text{Ni}}{1,1} > \frac{\text{Co}}{0,5} > \frac{\text{Cr}}{0,4} > \frac{\text{V}}{0,3}; \\ \text{злаки} \quad \frac{\text{Cu}}{2,2} > \frac{\text{Mn}}{2,0} > \frac{\text{Sr}}{0,7} > \frac{\text{Ba}}{0,6} > \frac{\text{Ni}}{0,5} > \frac{\text{Co}}{0,3} = \frac{\text{Cr}}{0,3} = \frac{\text{V}}{0,3}; \\ \text{бобовые} \quad \frac{\text{Cu}}{2,9} > \frac{\text{Sr}}{2,7} > \frac{\text{Mn}}{1,6} > \frac{\text{Ni}}{1,3} > \frac{\text{Ba}}{0,4} > \frac{\text{Co}}{0,1} > \frac{\text{Cr}}{0,1} = \frac{\text{V}}{0,1}; \\ \text{разнотравье} \quad \frac{\text{Sr}}{2,8} > \frac{\text{Cu}}{2,2} > \frac{\text{Mn}}{1,9} > \frac{\text{Ba}}{1,3} > \frac{\text{Ni}}{0,4} > \frac{\text{Co}}{0,3} = \frac{\text{Cr}}{0,3} = \frac{\text{V}}{0,3}. \end{aligned}$$

Таблица 2

Содержание химических элементов
в почвенном профиле трансэлювиальной фации
(%) $n \cdot 10^{-3}$

Почвенный профиль	A	AB	B	BC
Глубина (см)	3–6	6–28	28–46	46–95
РН	6,6	6,4	7,2	6,4
Гумус	1,9	1,0	0,7	1,1
Mn	75,6	61,2	75,4	50,7
Ba	55,3	58,6	67,1	49,3
Sr	16,6	13,8	13,7	13,3
V	4,9	7,8	7,8	7,8
Cr	6,9	6,8	7,3	7,7
Ni	1,6	4,0	3,7	3,7
Cu	1,7	3,4	2,9	2,7
Co	0,6	0,9	0,9	0,8

Накопление техногенных элементов происходит в тех видах, которые длительное время произрастают на территории.

Кислотно-щелочная среда почв на уровне нейтральной и слабощелочной, что аналогично показателям элювиальной фации. Вероятнее всего этому способствует миграция щелочных элементов внутри почвы и по дневной поверхности в период снеготаяния. Несмотря на низкое содержание органического углерода в верхней части профиля, наблюдается повышение его накопления в горизонте BC, что является результатом его концентрации на мерзлотном барьере.

Коэффициент радиальной дифференциации микроэлементов показал их незначительную концентрацию в верхней части почвы по сравнению с горизонтом BC. Извлекаемая растениями из верхнего горизонта медь накапливается в нижних (табл. 2).

Барий интенсивно поглощается древесными видами и тем самым вовлекается в биологический круговорот фации, слабо накапливается в почвах. Марганец характеризуется наибольшими показателями накопления по всему профилю, его снижение в иллювиальном горизонте связано с поглощением элемента корнями растений. Почвы фации, находясь под воздействием техногенного изменения вышележащей территории, характеризуются рассеиванием элементов, их КК от 0,45 до 0,90.

Супераквальная пойменно-луговая на пойменных почвах фация находится в пойме р. Нижней Тунгуски, в непосредственной близости от буровой вышки на искусственно выровненной поверхности. Травянистый покров представлен разнотравьем с 45 %-ным покрытием.

Наиболее распространены бобовые, менее – злаки. При анализе содержания микроэлементов в растительности определено, что злаки накапливают Mn, в небольших количествах Cu и Ba; бобовые Sr, а разнотравье одинаково поглощает из почв Sr и Mn, в небольшом количестве Ba и Cu.

Определение коэффициента биологического поглощения показало, что каждый вид имеет свои элементы накопления:

Таблица 3

Содержание химических элементов
в почвенном профиле супераквальной фации
(%) $n \cdot 10^{-3}$

Почвенный профиль	A	AB	B	BCg
Глубина (см)	3–7	7–24	24–32	32–46
РН	8,1	8,2	8,8	8,8
Гумус	6,5	8,3	4,6	3,2
Mn	66,0	48,4	95,7	83,2
Ba	210,7	47,6	50,1	51,4
Sr	31,2	14,3	15,7	16,7
V	6,1	6,4	6,8	7,5
Cr	6,6	8,7	8,7	8,6
Ni	4,1	4,4	3,7	3,7
Cu	4,9	2,6	2,8	2,6
Co	0,8	0,9	1,1	1,1

злаки $\frac{Mn}{8,2} > \frac{Cu}{4,0} > \frac{Ni}{1,7} > \frac{Sr}{0,5} > \frac{Cr}{0,3} = \frac{V}{0,3} > \frac{Ba}{0,2} = \frac{Co}{0,2}$;

бобовые $\frac{Sr}{6,6} > \frac{Cu}{2,8} > \frac{Mn}{0,8} > \frac{Ni}{0,6} > \frac{Cr}{0,2} = \frac{V}{0,2} = \frac{Ba}{0,2} = \frac{Co}{0,2}$;

разнотравье $\frac{Sr}{4,3} > \frac{Cu}{2,5} > \frac{Mn}{1,0} > \frac{Ni}{0,3} = \frac{V}{0,3} > \frac{Cr}{0,2} = \frac{Ba}{0,2} = \frac{Co}{0,2}$.

Почва пойменная техногенно измененная. Кислотно-щелочная среда нарушена и смещена в сторону слабощелочных и щелочных значений.

При механическом воздействии на почвенный покров гумусовый горизонт подвергся погребению и перемешиванию с привезенными почво-грунтами, что установлено при определении содержания органического углерода. Вместе с этим его повышенные показатели в почвах возможны как результат попадания нефтепродуктов на поверхность.

Расчет коэффициента радиальной дифференциации микроэлементов показал, что почвы характеризуются накоплением привносимых элементов в поверхностном горизонте. Такие характеристики имеют барий, стронций и медь (табл. 3). В связи с тем, что длительное время территория не была покрыта растительностью, показатели содержания марганца незначительны. Барий, как наиболее накапливаемый элемент в почвах фации, имеет показания, превышающие значения кларка литосферы (КК = 1,38). Имея практически равные показатели, хром соответствует кларку литосферы (0,99).

Наблюдается накопление меди, кальция, магния, бария, титана, хрома, стронция, марганца, кобальта, вольфрама, никеля, железа и в некоторых – свинца. Е.Г. Нечаева отмечает, что с потерей подвижности ряда химических элементов в почвенно-грунтовой среде происходит их накопление [7].

ВЫВОД

Изученные ландшафтно-геохимические характеристики катены Ербогаченской провинции отражают сущность процессов миграции химических элементов под воздействием различных видов антропогенных нагрузок в условиях среднетаежных геосистем. Изме-

нение ландшафтной и геохимической структуры изучаемой провинции не ограничивается локальными проявлениями. Под техногенным воздействием оказываются сопряженные ряды фаций. Сравнение вещественного состава компонентов геосистем и вычисление ландшафтно-геохимических коэффициентов позволило проанализировать катену и дать сравнительную характеристику всех изученных профилей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Солнцев Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М., 1998. 376 с.
2. Территориальная организация природопользования при газопромысловом освоении Верхоленья / А.Д. Абалаков [и др.]. Новосибирск, 2000. 251 с.
3. Московченко Д.В. Нефтедобыча и окружающая среда: эколого-геохимический анализ Тюменской области. Новосибирск, 1998. 112 с.
4. Аришукина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1970. 488 с.
5. Малюга Д.П. Биогеохимический метод поисков рудных месторождений. Л., 1963. 264 с.

6. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. 1962. № 7. С. 551-571.
7. Нечаева Е.Г. Ландшафтно-геохимические изменения в тайге при геологических изысканиях подземных недр // География и природные ресурсы. 1997. № 4. С. 81-82.

БЛАГОДАРНОСТИ: Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 14-05-00-183.

Поступила в редакцию 7 июля 2014 г.

Vlasova N.V. CHANGE OF GEOCHEMICAL RATES AT TECHNOGENIC CHANGEABLE TERRITORIES OF MIDDLE TAIGA AT OIL AND GAS PRODUCTION

Modern industrial development requires large volumes of hydrocarbons. Most undeveloped territory has more studies of natural components with distinct parameters negative impact oil production-linking complex. Average Siberia in this context is presented poorly, virtually no geochemical characteristics of natural environments. In this paper some geochemical characteristics of middle geosystems affected by the high human impact.

Key words: taiga geosystems; landscape geochemistry; soil; vegetation; catena; migration agents.

Власова Наталия Валерьевна, Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения РАН, г. Иркутск, Российская Федерация, кандидат географических наук, научный сотрудник, e-mail: vlasova@irigs.irk.ru

Vlasova Natalya Valeryevna, V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of RAS, Irkutsk, Russian Federation, Candidate of Geography, Scientific Worker, e-mail: vlasova@irigs.irk.ru