

ПОДВИЖНЫЕ ФОРМЫ ЭЛЕМЕНТОВ В ТОРФАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧИСТОЕ

Бернатонис В.К., Архипов В.С., Тихомирова Н.О.

Определено соотношение подвижных форм химических элементов, выдавливаемых из торфа вместе с водой при нагрузке 1 кгс/см², переходящих в водяную вытяжку и десорбируемых 0,5 Н раствором NH₄Cl.

Введение

Традиционно торф использовался как коммунально-бытовое и энергетическое топливо. В последние десятилетия он стал применяться в сельском хозяйстве в качестве удобрений и для получения белковых, кормовых и ростовых веществ, биостимуляторов, а также в медицинской промышленности, бальнеологии, ветеринарии и во многих других отраслях народного хозяйства.

В подавляющем большинстве случаев при определении потребительских качеств торфа ограничиваются изучением его общетехнических свойств. Иногда нормируются значения рН, показатели группового состава, содержания железа, кальция, хлора, фосфора и некоторые другие параметры. Изучение микроэлементного состава торфов (спектральный анализ золы) было включено в перечень обязательных видов работ при изучении качества сырья лишь в самые последние годы [1].

При использовании торфа в целом ряде отраслей народного хозяйства возникает необходимость изучения микроэлементного состава сырья. К этим направлениям относится, в первую очередь, применение торфа в сельском хозяйстве. При внесении торфа в почву и при приготовлении тепличных грунтов и удобрений на торфяной основе необходимо учитывать баланс не только основных элементов питания растений (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe), но и микроэлементов (Cu, Zn, B, Mn, Mo, Co и др.). Содержание в торфе биологически активных элементов играет также важную роль при получении кормовых дрожжей, осажаренного торфа, кормового сахара, углеводно-протеинового корма. Ряд микроэлементов (Hg, Sb, V, Cr, Sr, Ba, Ni, Pb, Cd, Se, I и др.) при определенных концентрациях оказывает сильное угнетающее или стимулирующее воздействие на жизнедеятельность растений, животных и человека. Содержание таких элементов важно знать при производстве из торфа медицинских препаратов и товаров народного потребления, а также при использовании сырья в растениеводстве, животноводстве, ветеринарии и бальнеологии.

При определении возможных областей использования торфяного сырья должны учитываться, в основном, не валовые содержания элементов, а концентрации в торфе их подвижных соединений, которые, включаясь в трофические цепи, способны накапливаться в организме человека.

Впервые понятие о подвижности элементов было разработано применительно к агрохимии для определения степени доступности питательных веществ почвы для растений [2].

Содержание подвижных элементов в торфе зависит от форм нахождения в нем неорганических (зольных) компонентов.

Наиболее подробная генетическая классификация золы торфов разрабо-

тана И.И. Лиштваном с соавторами [3]. Они различают конституционную (первичную) и наносную (вторичную) золу. Первичная зольность обусловлена содержанием минеральных компонентов в растениях, а вторичная – их поступлением с пылью, грунтовыми и поверхностными водами. В неорганической части торфа ими выделено пять форм нахождения химических элементов:

- неорганические минералы торфа (терригенные, аутигенные и биогенные);
- неорганические компоненты торфяной воды;
- ионообменные гетерополярные органо-минеральные комплексы;
- комплексно-гетерополярные органо-минеральные соединения;
- адсорбционные комплексы органических веществ с минеральной частью торфа.

Нами предлагается несколько иная генетическая классификация зольных компонентов торфа:

- конституционная (растительная) зола;
- кластогенная зола, обусловленная поступлением в торфяники обломочного материала в результате водной и воздушной миграции;
- минерагенная зола, источником которой являются новообразованные хемогенные и биогенные минералы;
- сорбционная зола, обязанная своим происхождением сорбции из болотных вод органическими и неорганическими компонентами торфа минеральных и органо-минеральных соединений;
- техногенная зола, образующаяся из-за поступления в торф твердых частиц и (или) жидких соединений аэрозольным путем, при сбросе в торфяники неочищенных стоков предприятий, а также в результате поступления в них загрязненных поверхностных и подземных вод.

Определение подвижных форм элементов в торфах и почвах обычно проводят путем обработки их навесок растворами минеральных и органических реагентов [4-8 и др.]. Подвижные формы железа извлекают из торфов и почв растворами соляной кислоты, пирофосфата калия, смесей лимоннокислого натрия и гидрокарбоната натрия с добавками сухого гидросульфита натрия, смесей гидросульфита и пирофосфата натрия, смесей щавелевой кислоты и щавелевокислого аммония; фосфора, калия и меди – соляной кислоты; цинка-соляной кислоты и хлористого калия; бора-сульфата магния; марганца-серной кислоты; кадмия, свинца и кобальта-азотной кислоты; молибдена- смесей щавелевой кислоты и оксалата аммония. При этом нередко вытяжки проводят при нагревании растворов, пробы обрабатывают длительное время или многократно.

Условия таких экспериментов не отвечают природной физико-химической обстановке в торфяных залежах и почвах. В жидкую фазу опытов переходят элементы не только из-за извлечения их подвижных форм, но и за счет растворения органических компонентов, терригенных, хемогенных и биогенных минералов.

Нередко определяют также обменные формы элементов [6 и др.] путем их десорбции хлористым аммонием (Fe, Ca), хлористым калием (Fe, Ca), соляной кислотой (Ca, Mg) и другими реагентами. При этом торф рассматривают как типичный ионообменник [3].

В ряде случаев [6, 8 др.] подвижные формы элементов (Fe, Ca, B и др.) извлекают из торфа и почв дистиллированной водой.

Для выявления подвижных элементов в торфах нами разработана не-

сколько иная методика, в максимальной степени исключая применение химических реагентов. При проведении экспериментальных исследований используются торфы естественной влажности. Опыты выполняются в три последовательные стадии: отжатие воды на прессе, водная вытяжка, десорбция поглощенного комплекса $0,5 \text{ N NH}_4\text{Cl}$. По мнению Т.С. Берлин [9], $0,5 \text{ N}$ хлористый аммоний является наиболее эффективным десорбентом, в минимальной степени разлагающим материал обрабатываемых проб.

Методика исследований

Для изучения подвижных форм элементов было отобрано 5 лабораторных технологических проб торфа массой по 40 кг. Пункты отбора проб намечали по материалам детальной разведки. При этом их размещали равномерно на типовых участках месторождения. Опробование проводили с помощью геологического торфяного бура с емкостью челнока 500 см^3 . Для получения представительных проб каждую из них отбирали в 3-4 пунктах, расположенных на значительном удалении друг от друга. Пробы упаковывали в полиэтиленовые мешки и транспортировали их в таком виде в лабораторию.

В камеральном помещении из каждой пробы отбирали навеску торфа массой 2 кг, которую сохраняли во влажном состоянии для дальнейших исследований.

Затем пробы торфа сушили естественным способом до воздушно-сухого состояния, измельчали на планетарной мельнице ЭИ-2х150 и просеивали через сито $0,25 \text{ мм}$. На навесках воздушно-сухого торфа проводили технические анализы, определяли агрохимические свойства и микроэлементный состав сырья.

Содержания микроэлементов определяли нейтронно-активационным способом [10]. Анализ не требует озоления или растворения торфа, что значительно упрощает подготовку образца, исключает его загрязнение или потерю отдельных элементов. Анализу подвергали навески прессованного воздушно-сухого торфа массой $150 \pm 5 \text{ мг}$. Их упаковывали в промытую в спирте алюминиевую фольгу и в таком виде направляли на облучение. Результаты анализа пересчитывали на абсолютно сухое вещество.

С использованием торфов естественной влажности определяли их ботанический состав, степень разложения и подвижные формы элементов. Для выявления последних из проб торфа естественной влажности массой $1,465-1,742 \text{ кг}$ на ручном прессе при нагрузке 1 кгс/см^2 отжимали воду и определяли ее объем в мерном цилиндре. Затем из каждой пробы отбирали навески торфа массой 100 г, помещали их в конические плоскодонные колбы объемом 750 мл и заливали 500 мл дистиллированной воды. Содержимое колб перемешивали стеклянной палочкой. Через 3 часа жидкую фазу опытов отделяли от торфа с помощью бумажного фильтра «синяя лента» и в мерном цилиндре определяли ее объем. После получения водных вытяжек из тех же навесок по аналогичной схеме проводили десорбцию поглощенных ионов 500 мл $0,5 \text{ N}$ раствора хлористого аммония. Для увеличения концентрации элементов отжатую из торфа воду, водные вытяжки и растворы после десорбции ионов упаривали на водяной бане в 3-14 раз. По 5 мл оставшихся после упаривания растворов переносили постепенно с помощью пипетки на бумажные фильтры «синяя лента», которые сушили на часовых стеклах под настольными лампами. Фильтры сворачивали, обертывали промытой в спирте алюминиевой

фольгой и направляли на нейтронно-активационный анализ. При расшифровке результатов анализа использовали программу, позволяющую определять массу анализируемых элементов в микрограммах. Для контроля чистоты экспериментов определили содержания элементов в фильтре, а также в фильтрах, на которые высадили по принятой нами методике элементы из дистиллированной воды и десорбента. Эти величины вычитали из массы элементов, выявленных в фильтрах на соответствующем этапе проведения экспериментов. Количество элементов, выдавленных из торфа с водой, перешедших в водные вытяжки и десорбированных 0,5 Н раствором хлористого аммония, рассчитывали в процентах по отношению к их содержанию в исходной пробе торфа. Подвижные формы никеля, серебра, ртути, сурьмы и селена не рассчитывали, так как эти элементы при низких концентрациях определяются нейтронно-активационным способом с большой погрешностью. Некоторые элементы (Rb, Cs, Ca, Ba) в ряде случаев были выявлены лишь в жидких фазах опытов (отжатая торфяная вода, водная вытяжка, десорбент) и не установлены в пробах торфа. В этом случае при расчетах подвижных форм элементов в качестве их исходных содержаний принимали половину предела обнаружения.

Общие сведения о месторождении

Торфяное месторождение Чистое находится на северной окраине Чулымской торфяно-болотной провинции, выделяемой в пределах зоны плоских евтрофных осоково-гипновых болот [11]. Оно представляет собой сложный болотный массив, сформированный в древней ложбине стока в междуречье Большой Юксы и Томи.

Детально разведан юго-западный участок болотного массива на площади 1901 га в промышленном контуре. Протяженность его по длинной оси составляет 6,7 км, а наибольшая ширина – 3,2 км. В промышленном контуре месторождения расположено 14 суходолов общей площадью 73 га. Большинство из них имеют площадь 1-8 га и лишь один – 43 га. Все суходолы облесены и четко выражены в рельефе. Дно месторождения неровное. Оно изобилует многочисленными западинами, буграми и гривами. Средняя мощность залежи составляет 3,53 м. Подстилающие грунты представлены песками, супесями и суглинками.

Южная часть месторождения дренируется речкой Шишкобойкой и ручьем, впадающими в реку Томь. Северная окраина разведанного участка питает речку Теплую, являющуюся притоком реки Большой Юксы. Поверхность месторождения имеет отчетливые уклоны в сторону водоприемников. Абсолютные ее отметки в центральной части разведанного участка на 9 м больше, чем на окрайках. Центральная часть месторождения сильно обводнена. Она имеет грядово-мочажинный рельеф.

Наибольшим распространением пользуются торфяные залежи верхового типа, слагающие 88% площади месторождения. На долю залежей переходного и низинного типов приходится соответственно 8,4% и 3,6% площади разведанного участка.

По ботаническому составу выделено 35 видов торфа. Наиболее распространенными среди них являются фускум-торф (39% объема залежи), шейхпериево-сфагновый торф (9%), комплексный торф (7%), магелланикум-торф (4%) и сфагновый мочажинный торф (4%). В целом по месторождению верховые торфы занимают 82% объема залежи, переходные – 16% и низинные – 2%.

Торфы месторождения Чистое характеризуются очень низкой зольностью, составляющей в среднем 3%. Средняя степень разложения торфа равна 16%.

Краткая характеристика основных видов торфа

Отобранные для исследования пробы представлены верховыми фускум-торфами, магелланикум-торфами и комплексными торфами, а также переходными шейхцериевыми торфами (табл. 1). Степень разложения верховых торфов колебалась от 5 до 15% и лишь в переходных торфах она составляла 35%.

Таблица 1

Ботанический состав и степень разложения торфа

Шифр пробы	Ботанический состав		Степень разложения торфа, %	Тип и вид торфа, категория сырья
	растения-торфообразователи	Содержание, %		
923-1	Сфагнум бурый Сфагнум магелланский Пушица	85 5 10	5	Верховой фускум-торф, В-0-1
923-2	Сфагнум балтийский Сфагнум магелланский Сфагнум бурый Пушица Осока топяная	Сл. 60 Сл. 35 5	15	Верховой магелланикум-торф, В-0-1
923-3	Сфагнум бурый Сфагнум балтийский Древесные остатки Шейхцерия	75 10 5 10	15	Верховой комплексный торф, В-0-1
923-4	Сфагнум балтийский Сфагнум магелланский Сфагнум бурый Сфагнум большой	40 40 10 10	10	Верховой комплексный торф, В-0-1
923-5	Осока топяная Шейхцерия Сфагнум большой Сфагнум балтийский Сфагнум магелланский	10 55 Сл. 35 Сл.	35	Переходный шейхцериевый торф, П-2-1

Примечание. Ботанические анализы выполнены в НИИ биологии и биофизики при Томском государственном университете В.А. Базановым

Зольность торфов (табл. 2) не превышает 5% и изменяется от 1,7% до 4,4%. Такая зольность характерна для верховых торфов и свидетельствует о низкой степени минерализации залежи. Выход летучих веществ (табл. 2) практически не зависит от вида торфа (71,8-78,3%).

Таблица 2

Результаты технических анализов торфа

Шифр пробы	Аналитическая влажность, %	Зольность, %	Выход летучих веществ, %
923-1	7,0	1,7	76,9
923-2	6,4	4,2	74,6
923-3	7,5	2,6	78,3
923-4	6,2	3,4	74,4
923-5	6,8	4,4	71,8

Гидролитическая кислотность исследованных торфов варьирует от 108 до 148 мг-экв / 100 г сухого торфа (табл. 3). Содержания хлора составляют 13-26 мг/100 г сухого торфа.

Торфы месторождения Чистое по сравнению с торфами других месторождений Томской области [12] и европейской части России [13] обеднены подав-

Таблица 3

Агрохимические свойства торфа

Шифр пробы	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г сухого торфа	Содержание хлора, мг/100 г сухого торфа
923-1	148	19
923-2	137	13
923-3	123	26
923-4	114	15
923-5	108	25

ляющим большинством элементов (табл. 4). Содержания железа и кальция не превышают соответственно 0,2 и 0,4%. Концентрация натрия составляет 183,0-325,0 г/т. Барий обнаружен в трех образцах из пяти в количестве 22,9-67,1 г/т. Следует отметить частую встречаемость рубидия, который обнаруживается в четырех пробах из пяти в количестве 1,6-3,5 г/т. Содержания брома (8,2-13,6 г/т) характерны для верховых сфагновых слаборазложившихся торфов. И лишь в переходном шейхцериевом торфе его концентрация достигает 18,0 г/т. Содержания элементов группы железа (Co, Cr), редких и рассеянных элементов (Sc, Th, лантаноиды) близки к их концентрации в торфах других сибирских месторождений.

Таблица 4

Результаты нейтронно-активационного анализа торфов

Элемент	Содержание, г/т сухого торфа				
	923-1	923-2	923-3	923-4	923-5
Na	183,0	325,0	258,0	219,0	302,0
Rb	1,6	2,2	3,5	0,5*	3,0
Cs	0,005*	0,17	Не обн.	0,24	0,27
Ca	1845,0	2704,0	2703,0	3327,0	250,0*
Ba	0,5*	0,5*	22,9	37,0	67,1
Fe	1089,0	1890,0	946,0	1494,0	1683,0
Co	0,39	1,18	0,41	0,89	1,58
Cr	1,3	2,7	2,5	1,8	2,1
Br	8,2	13,6	10,5	12,5	18,0
Sc	0,25	0,47	0,25	0,44	0,88
La	1,14	3,77	1,37	2,78	4,19
Ce	2,19	5,64	1,82	3,41	6,90
Sm	0,21	0,67	0,24	0,51	0,83
Eu	0,025	0,105	0,028	0,068	0,118
Hf	0,08	0,06	0,04	0,07	0,12

Примечание. Здесь и далее: анализы выполнены в НИИ ядерной физики при Томском политехническом университете (аналитик В.И. Резчиков). Если элементы были выявлены в жидких фазах опытов и не установлены в пробах торфа (отмечено звездочкой), то в качестве их исходных содержаний принята половина предела обнаружения

Таким образом, в микроэлементном составе торфов месторождения Чистое наблюдаются как региональные, так и локальные особенности. От торфов европейской части России они отличаются повышенным содержанием скандия и лантана. По сравнению с другими районами Томской области изученные торфы обеднены элементами группы железа. Это обусловлено, по-видимому, расположением месторождения в древней ложбине стока, что и наложило отпечаток на геохимические условия торфонакопления.

Результаты экспериментальных исследований

По степени подвижности в торфах месторождения Чистое изученные элементы условно можно разбить на три группы: хорошо подвижные, подвижные и слабо подвижные. К первой группе относятся элементы с долей подвижных форм от 50 до 100% от их валовой концентрации в исходных пробах торфа, ко второй - от 25 до 50% и к третьей - до 25%.

К первой группе относятся натрий, самарий и гафний (табл. 5-10).

Таблица 5

Подвижные формы элементов в верховых фулук-торфах

Элемент	Доля подвижных форм элементов, % от валового содержания в пробе 923-1			
	отжатая вода	водная вытяжка	десорбент	сумма
Na	17,8	10,0	28,4	56,2
Rb	0,0	0,0	0,0	0,0
Cs	0,0	26,4	73,6	100,0
Ba	4,3	0,0	95,7	100,0
Fe	1,0	8,8	0,6	10,4
Co	2,2	3,2	24,2	29,6
Cr	18,4	0,0	0,0	18,4
Sc	0,8	2,7	2,7	6,2
La	0,0	0,0	0,02	0,02
Ce	0,4	0,0	0,0	0,4
Sm	5,7	56,2	38,1	100,0
Eu	0,0	0,0	15,4	15,4
Hf	0,0	100,0	0,0	100,0
Th	1,4	0,0	0,0	1,4

Таблица 6

Подвижные формы элементов в верховых магелланикум-торфах

Элемент	Доля подвижных форм элементов, % от валового содержания в пробе 923-2			
	отжатая вода	водная вытяжка	десорбент	сумма
Na	10,0	0,0	81,3	91,3
Rb	4,5	0,0	0,0	4,5
Cs	0,0	0,0	0,0	0,0
Ba	2,4	0,0	97,6	100,0
Fe	2,0	1,5	3,2	6,7
Co	1,8	0,8	64,4	67,0
Cr	8,1	0,0	4,4	12,5
Sc	1,2	3,5	1,2	5,9
La	0,0	0,0	0,0	0,0
Ce	0,9	1,0	0,0	1,9
Sm	4,9	23,4	71,7	100,0
Eu	1,5	2,1	0,0	3,6
Hf	0,0	100,0	0,0	100,0
Th	0,4	1,2	0,0	1,6

На долю подвижных форм натрия приходится в среднем 60,6% от его валового содержания в исходных пробах торфа. Причем в верховых торфах он наблюдается преимущественно в сорбированной форме, а в переходных - выдавливается из торфа вместе с водой.

Подвижные формы самария составляют в среднем 61,9% от валового содержания в торфе. При этом подавляющая его часть переходит в водные вытяжки и десорбируется хлористым аммонием.

Таблица 7

Подвижные формы элементов в верховых комплексных торфах

Элемент	Доля подвижных форм элементов, % от валового содержания								Средняя сумма
	проба 923-3				проба 923-4				
	отжатая вода	водная вытяжка	десорбент	сумма	отжатая вода	водная вытяжка	десорбент	сумма	
Na	4,5	0,0	84,9	89,4	13,1	16,7	18,4	48,2	68,8
Rb	3,5	0,0	0,0	3,5	5,8	0,0	0,0	5,8	4,6
Cs	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ba	11,9	0,0	0,0	11,9	0,0	0,0	22,3	22,3	17,1
Fe	3,3	13,8	0,0	17,1	0,3	98,9	0,8	100,0	58,6
Co	11,8	2,4	17,0	31,2	1,1	68,5	15,0	84,6	57,9
Cr	5,4	0,0	0,0	5,4	5,7	0,0	0,0	5,7	5,6
Sc	0,4	4,3	0,0	4,7	0,4	1,5	0,0	1,9	3,3
La	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1
Ce	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	29,4	0,0	29,9	15,0
Sm	15,3	52,8	0,0	68,1	4,1	21,6	0,0	25,7	46,9
Eu	0,0	10,3	0,0	10,3	0,3	0,0	0,0	0,3	5,3
Hf	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0	50,0
Th	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,6	0,3

Примечание. Прочерк означает (проба 923-3), что элемент не обнаружен ни в торфе, ни в отжатой воде, водной вытяжке и десорбенте. В дальнейшем эта проба из подсчета средних содержаний подвижных форм элементов исключена

Практически все количество подвижного гафния (62,2%) выявлено в водной вытяжке (60,0%).

Во вторую группу входят цезий, барий, железо и кобальт. Подвижные формы этих элементов составляют 25,2-46,8% от их валового содержания. Подвижные формы цезия, бария и кобальта присутствуют в торфах преимущественно в сорбированном состоянии, а основная часть подвижного железа переходит в водную вытяжку.

Третья группа элементов представлена рубидием, хромом, скандием, лантаном, церием, европием и торием. Подвижные формы рубидия составляют в

Таблица 8

Среднее содержание подвижных форм элементов в верховых торфах

Элемент	Доля подвижных форм элементов, % от валового содержания			
	отжатая вода	водная вытяжка	десорбент	сумма
Na	11,4	6,7	53,2	71,3
Rb	3,4	0,0	0,0	3,4
Cs	0,0	8,8	24,5	33,3
Ba	4,6	0,0	53,9	58,5
Fe	1,6	30,8	1,2	33,6
Co	4,2	18,7	30,2	53,1
Cr	9,4	0,0	1,1	10,5
Sc	0,7	3,0	1,0	4,7
La	0,05	0,0	0,005	0,055
Ce	0,4	7,6	0,0	8,0
Sm	7,5	38,5	27,4	73,4
Eu	0,4	3,1	3,8	7,3
Hf	0,0	75,0	0,0	75,0
Th	0,6	0,3	0,0	0,9

Таблица 9

Подвижные формы элементов в переходных шейхцериевых торфах

Элемент	Доля подвижных форм элементов, % от валового содержания в пробе 923-5			
	отжатая вода	водная вытяжка	десорбент	сумма
Na	10,6	7,5	0,0	18,1
Rb	1,6	0,0	0,0	1,6
Cs	1,0	0,0	0,0	1,0
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,6	1,1	0,0	1,7
Co	0,7	1,2	0,0	1,9
Cr	4,0	0,0	0,0	4,0
Sc	1,0	1,1	0,2	2,3
La	0,6	0,8	0,0	1,4
Ce	0,6	0,2	0,0	0,8
Sm	2,8	12,3	0,0	15,1
Eu	0,6	2,2	1,7	4,5
Hf	11,1	0,0	0,0	11,1
Th	0,7	0,0	0,9	1,6

среднем 3,1% от валового содержания. Весь подвижный рубидий выдавливается из торфа вместе с водой. У хрома на долю подвижных форм приходится в среднем 9,2% от исходного содержания в торфе. Причем подавляющее их количество выдавливается из торфа вместе с водой. На долю подвижных форм осевших элементов приходится в среднем от 0,4 до 6,8% от их валового содержания в торфе. Подвижный торий в основном выдавливается из торфа вместе с водой. Подвижные формы скандия и церия переходят преимущественно в водные вытяжки. Подвижный лантан выдавливается из торфа с водой и переходит в дистиллированную воду. Подвижные формы европия вытесняются из торфа дистиллированной водой и десорбируются хлористым аммонием.

По преобладающим формам нахождения в торфах месторождения Чистое изученные элементы отчетливо разделяются на три группы (табл. 10):

Таблица 10

Среднее содержание подвижных форм элементов в торфах месторождения Чистое

Элемент	Доля подвижных форм элементов, % от валового содержания			
	отжатая вода	водная вытяжка	десорбент	сумма
Na	11,2	6,8	42,6	60,6
Rb	3,1	0,0	0,0	3,1
Cs	0,2	6,6	18,4	25,2
Ba	3,7	0,0	43,1	46,8
Fe	1,4	24,8	0,9	27,1
Co	3,5	15,2	24,1	42,8
Cr	8,3	0,0	0,9	9,2
Sc	0,8	2,6	0,8	4,2
La	0,2	0,2	0,004	0,404
Ce	0,5	6,1	0,0	6,6
Sm	6,6	33,3	22,0	61,9
Eu	0,5	2,9	3,4	6,8
Hf	2,2	60,0	0,0	62,2
Th	0,6	0,2	0,2	1,0

- элементы, вытесняемые из торфа вместе с болотными водами – Rb, Cr, La, Th;
- водорастворимые элементы – Fe, Co, Sc, La, Ce, Sm, Eu, Hf;
- сорбированные элементы – Na, Cs, Ba, Co, Sm, Eu.

В верховых торфах отчетливой связи между видовой их принадлежностью, суммарным количеством подвижных элементов и формами их нахождения не установлено (табл. 5-8).

Переходные шейхцериевые торфы отличаются от верховых торфов пониженными содержаниями водорастворимых и сорбированных элементов и, как следствие, незначительной их подвижностью (табл. 8,9).

Выводы

1. По степени подвижности в торфах элементы подразделяются на хорошо подвижные (Na, Sm, Hf), подвижные (Cs, Ba, Fe, Co) и слабо подвижные (Rb, Cr, Sc, La, Ce, Eu, Th).

2. Выявлены три формы существования в торфах подвижных химических элементов: а) элементы торфяной воды (Rb, Cr, La, Th), б) водорастворимые элементы (Fe, Co, Sc, La, Ce, Sm, Eu, Hf), в) сорбированные элементы (Na, Cs, Ba, Co, Sm, Eu).

3. Переходные торфы характеризуются пониженными содержаниями подвижных форм элементов.

4. Сведения о содержании подвижных форм химических элементов в торфах должны быть отнесены к числу основных показателей кондиций при определении возможных направлений использования торфяного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция к проведению поисковых и поисково-оценочных работ на торф / В.Д. Марков, Л.С. Михантьева, В.Г. Матухина и др. Отв. ред. В.П. Данилов. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1994. – 53 с.
2. Возбуждая А.Е. Химия почвы. – М.: Высшая школа, 1964. – 398 с.
3. Физика и химия торфа: Учебное пособие для вузов / И.И. Лиштван, Е.Т. Базин, Н.И. Гамаюнов, А.А. Терентьев. – М.: Недра, 1989. – 304 с.
4. Попов М.В., Крупнов Р.А. Руководство к лабораторным работам по мелиоративному почвоведению и земледелию: Учебное пособие. – Калинин: Изд-во КГУ, 1988. – 100 с.
5. Зонн С.В. Железо в почвах. – М.: Наука, 1982. – 207 с.
6. Ефимов В.Н. Торфяные почвы и их плодородие. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 264 с.
7. Практикум по агрохимии / И.Р. Вильдфлуш, С.П. Кукреш, С.Ф. Ходянова и др. – Минск: Урожай, 1988. – 270 с.
8. Пейве Я.В. Биохимия почвы. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 422 с.
9. Берлин Т.С. Десорбция обменных катионов из глин 0,5 Н раствором хлористого аммония // Материалы по литологии. Новая серия. – М.: Госгеолтехиздат, 1956. – Вып. 1. – С. 162-166.
10. Бояркина А.П., Васильев Н.В., Резчиков В.И., Тюлюпо Е.Б. Нейтронно-активационный анализ торфа как свидетеля техногенного загрязнения атмосферы // Труды НИИ ядерной физики, электроники и автоматики. – М.: Атомиздат, 1977. – Вып. 7. – С. 76-81.
11. Лисс О.Л., Березина Н.А. Болота Западно-Сибирской равнины. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 206 с.

12. Бернатонис В.К., Архипов В.С. Микроэлементный состав торфов // Поиски и разведка полезных ископаемых Сибири: Материалы научной конференции. – Томск: ТПУ, 2000. – С. 212-219.

13. Крештапова В.Н. Редкие, рассеянные и другие малые элементы в торфяных месторождениях Русской платформы // Изучение торфяного сырья и сапропеля. – М.: Недра, 1970. – С. 117-148.

MOBILE ELEMENTS IN PEAT OF CHISTOYE DEPOSIT

V.K. Bernatonis, V.S. Arkhipov, N.O. Tikhomirova
Tomsk Polytechnic University

It has been established the relationship between mobile forms of chemical elements extruded from the peat together with water at pressure 1 kgf/cm² and passing into water extract with further desorbtion by 0,5 N solution of NH₄Cl.

УДК 553.048.641(925.13-13)

АНАЛИЗ ПЛОТНОСТИ РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ СЕЛИГДАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АПАТИТА

Боярко Г.Ю.

Рассмотрены результаты исследований разведочной сети вариационным и автокорреляционным анализами, а также методом разрежения выработок. По данным вариационного анализа основных подсчетных параметров (содержание P₂O₅, коэффициент вариации) количество скважин, обеспечивающее минимальную надежность подсчета запасов в одном подсчетном блоке, должно быть 6-8. Максимальное расстояние закономерных изменений составляет в продольном направлении 103,1 м, в поперечном – 107,6 м. Сеть 100x100 м полностью находится в пределах минимальной площади автокорреляционного эллипсоида (103x107 м). Сеть 200x200 м относительно сети 100x100 м имеет погрешность аналогии подсчетных параметров 1,4–12,9%, линейных запасов P₂O₅ – 6,8–12,4%. Наиболее оптимальным методом оценки плотности разведочной сети для новых месторождений рекомендуется сгущение шага скважин только по одиночным ортогональным (поперечным и продольным) профилям с определением по ним минимального расстояния автокорреляции и относительной ошибки менее плотной сети при разрежении по этим профилям.

Селигдарское месторождение во время разведки не имело аналогов по геолого-структурным особенностям и вещественному составу. Соответственно, были не известны оптимальные размеры разведочной сети, исключено применение метода аналогии.

С целью обоснования представительности подсчетных параметров в состав разведочных работ включали опытно-методические работы для анализа плотности разведочной сети. На ранних этапах предварительной разведки производилось сгущение шага скважин до 100 м по опорным разрезам (продольному А-А и поперечному I^σ-I^σ) и при ее завершении в пределах экспериментального (эталонного) блока 100x100 м и частично 50x50 м (рис. 1).

Плотность разведочной сети оценивалась вариационным, автокорреляционным методами и способом разрежения сети.