

**СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ КЛАСТЕРНОГО УЧАСТКА «ОГЛАХТЫ» ГПЗ «ХАКАССКИЙ» (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)**

**О.А. Быкова**

*Научный руководитель доцент А.Л. Архипов*

*Национально исследовательский Томский государственный университет,  
г.Томск, Россия*

Кластерный участок «Оглахты» является частью государственного природного заповедника «Хакасский» (Республика Хакасия). Исследуемый участок расположен в Боградском районе Республики Хакасия на левом берегу Красноярского водохранилища. Заповедная территория включает в себя часть одноимённого хребта, который отделяет друг от друга Минусинскую и Сыдо-Ербинскую котловины.

С целью проведения оценки геоэкологического состояния почвенного покрова вблизи кластерного участка «Оглахты» сотрудниками Томского государственного университета в 1997 г. были отобраны пробы почвогрунтов (10 проб). Для сравнения и проведения мониторинговых наблюдений в 2016 году автором статьи были дополнительно отобраны с этой территории ещё 9 проб.

Анализ проб разных лет был проведен в центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» (Национальный исследовательский Томский государственный университет) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). Исследование проводилось на следующий ряд элементов: Li, Be, B, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Fe, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Tl, Pb, Bi, Th, U.

В связи с тем, что анализировались пробы, отобранные с периодом около 20 лет, первой задачей стало определение изменения микроэлементного состава. Для определения степени изменения микроэлементного состава почв была выдвинута гипотеза, что выборки аналитических исследований проб разных лет относятся к единой генеральной совокупности. Для подтверждения этой гипотезы были выбраны методы «сравнения средних значений» (метод Стьюдента) и «сравнения дисперсий» (метод Фишера) двух выборочных совокупностей [2]. Так как количество проб мало (10 и 9 проб), то наиболее мощным критерием соответствия распределения нормальному закону является критерий Уилко и Шипиро (W). Сравнении  $W_{расч}$  с  $W_{табл}$  при соответствующем уровне значимости, получилось  $W_{расч} > W_{табл}$ , следовательно нет оснований для отклонения гипотезы о нормальном распределении результатов [1]. Поэтому для расчёта основных статистических параметров (среднее, дисперсия и др.) применялись стандартные методы расчётов. Средние содержания микроэлементов приведены в Таблице 1.

**Таблица 1**

*Средние содержания микроэлементов в почвенном покрове кластерного участка «Оглахты» (мг/кг)*

Группа	Элемент	1997	2016	Группа	Элемент	1997/2016	Группа	Элементы	1997/2016
I	Cd	0,039	0,032	III	Ti	3858,66	III	Pr	58,03
	Bi	0,084	0,058		V	85,38		Nd	6,66
II	Mn	879,19	660,06		Cr	93,87		Sm	24,77
	Zn	75,62	50,74		Fe	31341,55		Eu	5,08
	Sr	278,42	159,09		Co	11,19		Gd	1,12
	Mo	1,42	0,474		Ni	41,65		Tb	4,50
	Ag	3,61	10,86		Cu	15,14		Dy	0,69
	Ba	537,21	450,44		Ga	14,48		Ho	3,95
	Pb	27,09	13,90		Ge	0,51		Er	2,28
III	Li	24,76			Rb	63,70		Tm	0,35
	Be	1,62		Y	23,50	Yb	2,31		
	B	29,82		Zr	138,01	Lu	0,34		
	Na	15682,90		Nb	12,15	Hf	3,57		
	Mg	14072,72		Sn	0,74	Ta	0,90		
	Al	58653,32		Sb	0,86	W	1,02		
	K	16449,12		Cs	2,71	Tl	0,38		
	Ca	42307,93		La	27,51	Th	7,23		
	Sc	8,67		Ce	58,03	U	2,01		

В результате сравнения двух выборочных совокупностей методами Стьюдента и Фишера нами были выделены три группы элементов. К первой группе относятся Cd и Bi, средние значения которых в эмпирических выборках приблизительно равны, но различаются по дисперсии. Следовательно, мы можем рассматривать пары выборок для этих элементов как единые генеральные совокупности, с высокой степенью вариативности.

Ко второй группе относятся элементы, средние содержания которых в «старых» пробах больше приблизительно в 1,7 раза, за исключением Mo (больше в 3 раза), но равны по дисперсиям. Исключение составляет распределение Ag, для которого отмечается повышение концентрации в современных пробах примерно в 3 раза.

К третьей группе относятся элементы, которые не имеют различий средних и дисперсий, следовательно, относятся к единым генеральным совокупностям. Можно считать, что результаты анализов проб не выявили существенных изменения в их концентрациях со временем.

Представленные в таблице 1 средние содержания элементов третьей группы можно считать фоном для исследуемой территории. Для элементов второй группы при дальнейших исследованиях необходимо учитывать изменения «со временем». Для объяснения особенностей распределения элементов первой группы необходимы дополнительные исследования.

Литература

1. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв: Учеб. Пособие / Под. Ред. Д.С. Орлова, В.Д. Васильевской. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 272 с.
2. Шестаков Ю.Г. Математические методы в геологии: Учеб. пособие для студентов геологических специальностей. Красноярск: Изд-во Краснояр. Ун-та, 1988. – 208 с.

**МИНЕРАЛЬНО-ФАЗОВЫЙ И МАКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ  
СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА  
Г. ТОПКИ (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Д.А. Володина**

**Научный руководитель доцент А.В. Таловская**

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**

Введение. В цементной промышленности используются технологические процессы, связанные с измельчением и термической обработкой сырьевых материалов, помолом и разгрузкой цемента, в результате которых в атмосферу поступает пыль и различные газы [6]. Снежный покров используется многими исследователями для оценки степени загрязнения атмосферы и состояния окружающей среды в окрестностях предприятий и жилых комплексов [1, 3], поскольку снежный покров является одним из наиболее информативных объектов при выявлении техногенного загрязнения окружающей среды. Это связано с продолжительностью залегания снежного покрова и его способностью накапливать и сохранять в себе загрязняющие вещества.

Цель данной работы – изучение взаимосвязи пылевой нагрузки, гранулометрического, минерально-фазового и макроэлементного состава проб, отобранных в юго-западном направлении от цементного завода, и закономерностей изменения этих показателей в пределах санитарно-защитной зоны (СЗЗ - 1000 м) и за ее пределами по мере удаления от завода от 1,2 км до 2,3 км в юго-западном направлении.

Методика исследования. В конце февраля 2016 г. был проведен отбор проб снега в окрестностях цементного завода в г. Топки. Точки отбора проб снега были расположены по векторной системе согласно главенствующему направлению ветра (юго-западное) в пределах СЗЗ и за пределами СЗЗ, также в жилой части города, находящейся в 5 км от завода. Всего в г. Топки и в окрестностях цементного завода было отобрано 15 проб. Фоновым районом была выбрана местность в 53 км от г. Топки, где было отобрано 10 проб. Работы по отбору и подготовке снежных проб выполнены согласно методическим рекомендациям [4, 5, 7]. Объектом исследования являлась твердая фаза снега, представляющая собой твердые частицы, осевшие из атмосферы на снежный покров. Изучение содержания макроэлементов проводилось в пробах твердой фазы снега, сырье и отходах предприятия с помощью методов масс-спектрометрии (ИСП-МС) в ХАЦ «Плазма» (г. Томск) и инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в ядерно-геохимической лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» на базе кафедры ГЭГХ ТПУ. Всего изучено 11 проб твердой фазы снега и 14 проб материалов цементного производства. Минерально-фазовый состав был определен методом рентгеновской дифрактометрии в трех пробах, отобранных в юго-западном направлении в пределах СЗЗ - на расстоянии 0,5 км от завода и за пределами СЗЗ - 1,2 и 2,3 км от завода. Гранулометрический состав этих трех проб определен с помощью просеивания через сита размерностью 0,25-0,5; 0,125-0,25; 0,1-0,125; 0,04-0,1 и менее 0,04 мм. Для выполнения гранулометрического состава вес каждой пробы составлял 1 г.

Расчет пылевой нагрузки был произведен по формуле: 
$$Pn = \frac{P_0}{S * t},$$

где  $P_0$  - масса твердой фазы снега, мг;  $S$  – площадь шурфа  $m^2$ ;  $t$  – количество суток от начала снеговала до дня отбора проб. С помощью принятой градации [5] с дополнениями [2] по среднесуточной пылевой нагрузке, определялся уровень загрязнения и экологической опасности территории.

$$K_c = \frac{C}{C_{\phi}}$$

Также проводили расчёт коэффициента концентрации  $K_c$ , где  $C$  – содержание элемента в исследуемом объекте, мг/кг;  $C_{\phi}$  – фоновое содержание элемента, мг/кг.

Результаты и их обсуждение. Процентное содержание каждой фракции в пробах, величина пылевой нагрузки и степень загрязнения представлены в таблице 1. При производстве цемента размер частиц материала после измельчения сырьевых материалов и цемента колеблется от 0 до 0,1 мм, при этом преобладающее количество частиц размером от 0,04 до 0,1 мм составляет в среднем 80 % [6]. Размер частиц исследованных проб твердой фазы снега изменяется от 0 до 0,5 мм, при этом преобладающее количество частиц приходится на фракцию от 0,04 мм до 0,1 мм (от 80 % до 95 %), что соответствует размеру измельченных сырьевых материалов и цемента.