

В результате исследования твёрдого осадка снеговых слоёв на электронном микроскопе, обнаруженные минеральные фазы были поделены на две группы: общераспространенные, характерные для всех слоёв и отмеченные по результатам исследования проб за оба периода, и специфические, разово встречавшиеся только в определенном слое.

К первому типу можно отнести как частицы алюмосиликатного состава природного происхождения (кварц, полевые шпаты и др.), так и железистые алюмосиликатные микросферулы, присутствие которых может объясняться влиянием объектов, расположенных на урбанизированных территориях [2].

В результате исследований снегового покрова на фоновой станции послойным методом установлено, что с течением времени структура и количество слоёв претерпевали изменения.

Средние значения водородного показателя изученных проб соответствуют значениям для незагрязненных осадков, установленных для Западной Сибири.

Особенности ветрового режима территории и траекторный анализ показали, что на протяжении всего периода от момента формирования снегового покрова до отбора проб преобладали ветры южного-юго-западного направлений, аналогичный характер имело и основное направление движения воздушных масс.

Исследование минерального состава твёрдого осадка снеговых слоёв показало присутствие в них как общераспространенных частиц, имеющих природное происхождение, так и ряда частиц-индикаторов промышленных предприятий, расположенных в других регионах.

#### Литература

1. Пат. 2411487 Российская Федерация, МПК G 01 N 1/04. Снегоотборник Тентюкова / Тентюков М.П.; заявитель и патентообладатель Институт биологии Коми НЦ УрО РАН. - N 2009131266/05; заявл. 17.08.2009; опубл. 10.02.2011, Бюлл. № 4. – 9 с.: ил.
2. Таловская, А.В. Динамика элементного состава снегового покрова на территории северо-восточной зоны влияния Томск-Северской промышленной агломерации [Текст] / А.В. Таловская, Е.А. Филимоненко, Е.Г. Язиков // Оптика атмосферы и океана. - 2014. - Т. 27. - № 6. - С. 491-495.
3. Юркевич, Н.В. Химический состав снегового покрова в зоне влияния промышленных предприятий: источники загрязнения и формы переноса элементов [Текст] / Н.В. Юркевич, О.П. Саева, Е.П. Бессонова, С.Б. Бортникова, Н.А. Абросимова, А.Ю. Девятова // Интерэкспо Гео-Сибирь. - 2014. - Т. 2. - № 3. - С. 169-174.

### **АНАЛИЗ ЖИДКОЙ ФАЗЫ ПРОБ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ ЗАВОДОВ (НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ И НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)**

**Володина Д.А.**

Научные руководители: профессор Е.Г. Язиков, доцент А.В. Таловская

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

Производство цемента сопровождается выбросом пыли, которая в зимнее время оседает на снеговой покров и аккумулируется в нем, а весной при таянии осевшие частицы со снеготалой водой могут поступать в почвы, поверхностные и подземные воды. Изучением элементного состава снеготалой воды занимаются многие исследователи [1, 4, 5].

Целью работы - исследование элементного состава жидкой фазы снегового покрова из окрестностей цементных заводов Новосибирской и Кемеровской областей и сравнение полученных значений с данными твердой фазы снегового покрова.

Отбор проб снежного покрова производился в феврале 2016 и марте 2019 года в жилых частях города и зоне влияния цементных заводов Кемеровской и Новосибирской областей, согласно векторной системе методом шурфа. Суммарно было отобрано 15 и 16 проб, соответственно. Работы по отбору и проб снежного покрова выполнялись согласно методическим рекомендациям [2, 3, 6]. Процесс подготовки проб снегового покрова к дальнейшему анализу включает таяние при комнатной температуре, отстаивание, декантацию и фильтрацию снеготалой воды через бумажные фильтры (тип «синяя лента»), которые просушиваются вместе с веществом.

Анализ проб жидкой фазы снегового покрова был произведен методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) в химико-аналитическом центре «Плазма» (содержание 69 химических элементов).

Обработка полученных результатов заключалась в расчете коэффициента распределения ( $K_{распред}$ ) химических элементов, который показывает формы нахождения химических элементов в снежном покрове и определяется как логарифм отношения содержания химического элемента в составе твердой фазы снежного покрова к жидкой фазе. Для определения баланса между нахождением химических элементов в составе твердой и жидкой фаз снежного покрова были рассчитаны процентные доли содержания химических элементов в твердой и жидкой фазе проб снежного покрова. Процентная доля содержания химического элемента в твердой фазе снежного покрова определяется отношением произведения массы химического элемента в твердой фазе снежного покрова и 100 к массе химического элемента в составе всей пробы снежного покрова. Процентная доля содержания химического элемента в жидкой фазе снежного покрова определялась как разность между 100 и процентной долей содержания химического элемента, приходящейся на твердую фазу снега.

Результаты расчета коэффициентов распределения химических элементов по соотношению их в твердой и жидкой фазе снежного покрова представлены в таблице.

О преобладании химических элементов в жидкой фазе снегового покрова показывают коэффициенты распределения со значениями меньше 0. Значения коэффициентов распределения от 0 до 1 формируют группу химических элементов с преобладанием содержаний элементов в твердой фазе в 10 раз выше, чем в жидкой. При преобладании химических элементов в твердой фазе снега над жидкой от 10 до 20 раз значения коэффициентов распределения варьируются от 1 до 2. Химические элементы с содержаниями в 20-30 раз больше в твердой фазе снега, чем в жидкой соответствуют значениям коэффициентов распределения от 2 до 3.

Таблица

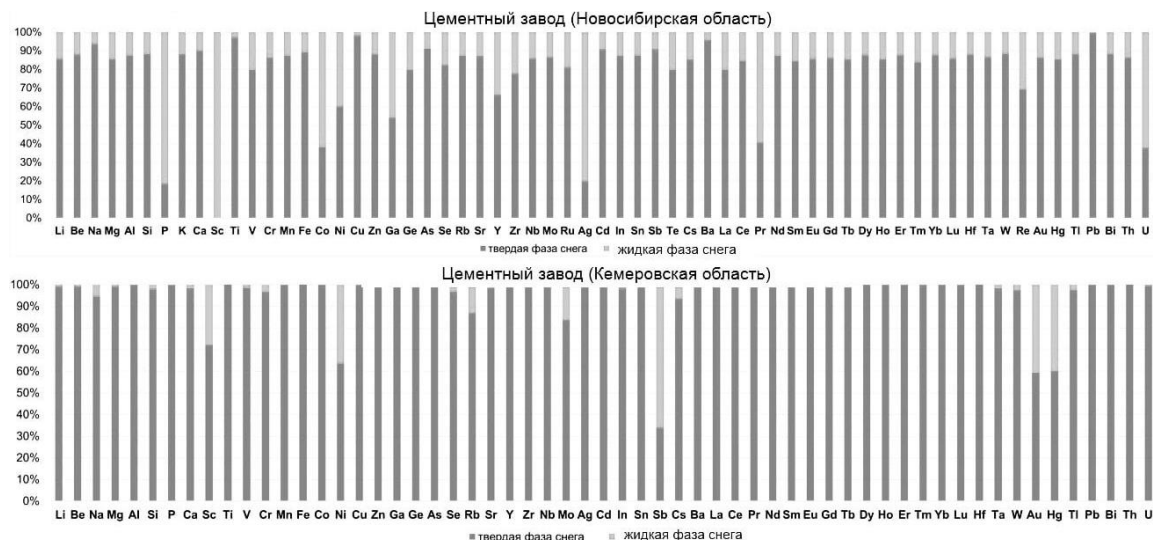
**Коэффициенты распределения химических элементов в системе «твердая фаза снега – жидкая фаза снега» в районах расположения предприятий по производству цемента**

Территория	Красп			
	<0	0 - 1	1 - 2	2 - 3
Фон*	Fe, Zn, As, Sr, Cd, Sb, W, Pb	Be, Na, Al, Ca, Ti, Ni, Ga, Se, Mo, Sn, Ba, Gd, Er, Tm, Yb, Hf, Hg, Bi, U	Li, Mg, P, Sc, V, Cr, Co, Cu, Ge, Rb, Y, Zr, Nb, In, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Lu, Ta, Th	Si, Mn, Cs, Tl
Цементный завод (Новосибирская область)	P, Sc, Co, Ni, Ga, Y, Pr, U	V, Ge, Se, Zr, La, Sm, Tm	Li, Be, Na, Mg, Al, Ti, Cr, Mn, Cu, As, Rb, Sr, Nb, Mo, Cd, Sb, Cs, Ba, Ce, Nd, Eu, Gd, Tb, Ho, Lu, Ta, W, Hg, Pb, Th	Si, Ca, Fe, Zn, In, Sn, Dy, Er, Yb, Hf, Tl, Bi
Цементный завод (Кемеровская область)	Sb	Sc, Ni, Rb, Mo, Hg	Na, Si, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Se, Sr, Y, Zr, Nb, Sn, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Ho, Er, Yb, Hf, W, Tl, Th	Li, Be, Mg, Al, P, V, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Cd, In, Eu, Tb, Tm, Lu, Ta, Pb, Bi, U

**Примечание:** фон\* - Обсерватория «Фоновая» ИОА СО РАН (данные Таловской А.В., Филимонок Е.А.)

В пробах снегового покрова из районов расположения Искитимского цементного завода для Li, P, Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Ga, Ge, Se, Y, Zr, Nb, Ag, Cs, La, Ce, Pr, Sm, Eu, Tb, Ho, Tm, Yb, Ta, Th, U наблюдается тенденция к уменьшению коэффициентов распределения между твердой и жидкой фазами снегового покрова относительно фона. В то же время большинство элементов-индикаторов цементной промышленности таких как Be, Na, Al, Ca, Fe, Cu, Zn, As, Cd, Sb, Ba, Hg, Tl, Pb [5], а также Bi, Mg, Si, Ti, Rb, Sr, Mo, In, Sn, Nd, Gd, Dy, Er, Yb, Lu, Hf, W, Au имеют тенденцию к увеличению коэффициентов распределения по отношению к фоновым значениям. Для проб снегового покрова из района расположения цементного завода Кемеровской области отмечается увеличение коэффициентов распределения для всех химических элементов, кроме Si, Sc, Cr, Ni, Rb, Cs и Tl.

Расчет балансовых соотношений твердой и жидкой фаз химических элементов показал, что выделяется 4 группы элементов. В пробах снегового покрова из окрестностей цементного завода Новосибирской области с умеренным преобладанием жидкой фазы (> 75% от общей массы снега) над твердой относятся P, Sc, Ag, в пробах из окрестностей цементного завода Кемеровской области такие химические элементы отсутствуют. Группа химических элементов с преобладанием их в твердой фазе из района размещения цементного завода Новосибирской области, входят Ni, Ga, Y, Re, а в Кемеровской области – Sc, Ni, Au, Hg. К группе химических элементов с очень высоким преобладанием твердой фазы (>90% от общей массы снега) над жидкой в окрестностях цементного завода Новосибирской области относятся Na, Ca, Ti, Cu, As, Cd, Sb, Ba, Pb, все остальные химические элементы входят в группу с высоким преобладанием твердой фазы (75-90 % от общей массы снега) над жидкой. В пробах из района расположения цементного завода Кемеровской области основная масса химических элементов сконцентрирована в группе с очень высоким преобладанием твердой фазы (> 90 % от общей массы снега) над жидкой, а в группу химических элементов с высоким преобладанием твердой фазы (75-90 % от общей массы снега) над жидкой входят Sc, Rb, Mo (Рисунок).



**Рис. Балансовые соотношения химических элементов между жидкой и твердой фазами снега из окрестностей цементных заводов**

Таким образом, в результате был определен химический состав жидкой фазы снегового покрова. Расчет коэффициентов распределения ( $K_{расп}$ ) показал, что большая часть химических элементов исследуемых территорий преобладают в твердой фазе над жидкой от 10 до 20 раз. По результатам расчета балансовых соотношений в пробах из района расположения цементного завода Кемеровской области большая часть химических элементов сосредоточена в группе с очень высоким преобладанием химических элементов в твердой фазе над жидкой, а в пробах из Новосибирской области в группе с высоким преобладанием химических элементов в твердой фазе над жидкой.

#### Литература

1. Бортникова, С. Б. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирск) [Текст] / С. Б. Бортникова, В. Ф. Рапуга, А. Ю. Девятова и др. // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. – 2009. – № 6. – С. 515–525.
2. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
3. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы [Текст] / Н.С. Касимов, Н.В. Кошелева, Д.В. Власов, Е.В. Терская // Вестник Московского ун-та. Сер. 5: «География». - 2012. - № 4. - С. 14–24.
4. Маркова, Ю. Л. Оценка воздействия промышленности и транспорта на экосистему национального парка «Лосиный остров» [Текст]: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.09 / Маркова Юлия Леонидовна. – Москва, 2003. – 24 с.
5. Производство цемента, извести и оксида магния [Текст]: справочный документ по наилучшим доступным технологиям / Институт по исследованию перспективных технологий; сост. Вартамян М.А., Захаров А.И., Гусева Т.В. и др. – 2009. – 437 с.
6. Химический состав снегового покрова в зоне влияния промышленных предприятий: источники загрязнения и формы переноса элементов [Текст] / Н.В. Юркевич, О.П. Саева, Е.П. Бессонова, С.Б. Бортникова, Н.А. Абросимова, А.Ю. Девятова // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2014. – Т.2. - № 3. – С. 169-174
7. Язиков Е. Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) [Текст] / Е.Г. Язиков // Известия Томского политехнического университета. - 2011. – Т. 304. – Вып. 1. – С. 325-336