

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

- участок У3 выделен в зоне геолого-генетического комплекса аллювиальных отложений II и III надпойменных террас р. Сысолы. Осадки представлены увлажненными песками и супесями. Мощность до 27 м. Угол трения/откоса в сухих песках составляет в среднем 47°, в водонасыщенных - 29.

Проведенные исследования демонстрируют возможность применения метода сейсмометрии как дополнительного или уточняющего в выделении и картировании зон грунтов в геологической среде урбанизированных территорий, в которых могут происходить и/или происходят процессы осадки/просадки фундаментов зданий и нарушения целостности строительных конструкций вследствие воздействия вибрационной нагрузки на эти грунты. Алгоритм выполненных работ может быть использован:

- При проведении геоэкологического мониторинга; при проектировании и промышленном и гражданском строительстве с целью сохранения целостности зданий и инженерных конструкций, минимизации рисков по осадке/просадке грунтов-оснований и увеличения срока эксплуатации строительных сооружений.

### Литература

1. Башилов И.П., Манукин А.Б., Попов Е.И. Комплекс аппаратуры для изучения деформационных процессов в геофизической среде и инженерных сооружениях // Доклад Российской академии наук. - 1995. - Т. 34. - №4. - С. 539 - 541.
2. Борисов Е.К. Экспериментальная динамика сооружений. Мониторинг транспортной вибрации. - Петропавловск-Камчатский: Камчатский государственный технический университет, 2007. - 128 с.
3. Вихоть А.Н., Лютоев В.А. Использование геофизических методов для обнаружения ослабленных зон Сыктывкара // Вестник Института геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. - Сыктывкар, 2015. - №4. - С. 14 - 18.
4. Жигалин А.Д., Локшин Г.П. Формирование вибрационного поля в геологической среде // Инженерная геология. - Москва, 1987. - №3. - С. 86 - 92.
5. Лютоев В.А., Лютоева Н.В. Смешанные силы, влияющие на активность оползневых процессов вдоль железнодорожных склонов // Успехи современного естествознания. - Пенза, 2016. - №4. - С. 145 - 150.
6. Shushkova (Vikhot) A, Lutoev V. Ancient glaciation influence on bearing capacity of dispersive soils in the European North of Russia (The Komi Republic) // 4<sup>th</sup> International Students Geological Conference: conference proceedings. - Brno, 2013. - P. 133.
7. Xia H., Zhang N., Cao Y.M. Experimental study of train-induced vibrations of environments and buildings // Journal of Sound and Vibration. - Holland, 2005. - P.1017-1029.
8. Zapfe J.A. Ground-Borne Noise and Vibration in Buildings Caused by Rail Transit: report. - Washington, 2009. - 200 p.

### ГЕОХИМИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. ТОПКИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

**Д.А. Володина**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

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

**Введение.** В настоящее время происходит активное развитие различных отраслей промышленности, которые оказывают влияние на окружающую среду. Каждая отрасль характеризуется определенной геохимической ассоциацией элементов, благодаря которой можно выявить влияние определенного техногенного источника. В г. Топки расположен цементный завод, который является источником загрязнения этого города. В данной работе для оценки техногенного воздействия на окружающую среду был выбран снежный покров, который является хорошей депонирующей средой, способной накапливать и сохранять в себе загрязняющие вещества. Из-за продолжительного залегания снежный покров используется многими исследователями [1, 4] для оценки техногенного воздействия на окружающую среду.

Цель данной работы - изучение геохимических особенностей твердой фазы снежного покрова в окрестностях цементного завода для выявления влияния предприятия и используемых на нем в процессе производства продукции сырьевых компонентов, добавок на состав твердой фазы снежного покрова.

**Методика исследования.** Отбор проб снежного покрова в г. Топки и в окрестностях цементного завода был осуществлен в конце февраля 2016 года. Точки отбора проб снега были расположены по векторной системе с учетом главенствующего направления ветра (юго-западное) и в жилой части города, находящейся в 5 км от завода. Пробы были отобраны из шурфа на всю мощность снежного покрова, вес каждой пробы составлял 18-20 кг. Общее количество отобранных с данной территории проб составило 15, в фоновом районе было отобрано 10 проб. В качестве фоновой территории была выбрана деревня Каип, расположенная в 53 км от города Топки. Работы по отбору и подготовке снежных проб выполнены согласно методическим рекомендациям [3, 6, 10]. Таяние снега осуществлялось при комнатной температуре, полученная снеготалая вода фильтровалась через бумажный фильтр типа «синяя лента». Твердый осадок снега, полученный после фильтрования, высушивали и просеивали через сито с размером ячеек не менее 1 мм. Далее пробы твердой фазы снежного покрова были изучены методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в аккредитованной лаборатории ООО "ХАЦ" Плазма" в г.Томск.

Также были рассчитаны показатели для твердой фазы снежного покрова. Ранее был произведен расчет пылевой нагрузки [2]. Расчёт коэффициента концентрации производили по формуле:  $K_c = \frac{C}{C_{\phi}}$ , где C - содержание

элемента в исследуемом объекте, мг/кг;  $C_{\phi}$  - фоновое содержание элемента, мг/кг [5]. По определенным значениям коэффициентов концентрации были построены геохимические ряды ассоциаций химических элементов, которые позволяют определить источник загрязнения окружающей среды. Расчет суммарного показателя загрязнения производится по формуле:  $Z_c = \sum KK - (n - 1)$ , где n - число элементов, принятых в расчет при  $KK > 1$ . Степень загрязнения снежного покрова исследуемой территории оценивается по градации для суммарного показателя загрязнения: низкая (менее 32), средняя (64-128), высокая (128-256), очень высокая (более 256) [5]. Расчет общей нагрузки, создаваемой каждым из химических элементов из атмосферы на снежный покров, произведен по формуле:  $P_{\text{общ}} = C * P_n$ , где C - концентрация химического элемента, мг/кг;  $P_n$  - пылевая нагрузка, мг/м<sup>2</sup>·сут.

Коэффициент относительного увеличения общей нагрузки рассчитывается по формуле:  $K_p = \frac{P_{\text{общ}}}{P_{\phi}}$ ,  $P_{\phi}$  - фоновая

нагрузка исследуемого элемента, рассчитываемая по формуле:  $P_{\phi} = C_{\phi} \cdot P_{\text{нф}}$ , где  $C_{\phi}$  - фоновое содержание исследуемого элемента;  $P_{\text{нф}}$  - фоновая пылевая нагрузка, мг/(м<sup>2</sup> · сут.). Расчет суммарного показателя нагрузки производится по формуле:  $Z_p = \sum K_p - (n - 1)$ , где n - число элементов, принятых в расчет при  $K_p > 1$ . Степень загрязнения снежного покрова металлами оценивается по градации для суммарного показателя нагрузки: низкая (менее 1000), средняя (1000 - 5000), высокая (5000 - 10000), очень высокая (более 10000) [5].

**Результаты и их обсуждение.**

Результаты построения геохимических рядов ассоциаций химических элементов по значениям коэффициентов концентрации представлены в таблице. Суммарный показатель загрязнения для всех исследуемых проб характеризуется низкой степенью загрязнения, кроме двух проб, отобранных на юго-востоке.

*Таблица*

*Геохимические ряды ассоциаций химических элементов и суммарный показатель загрязнения исследуемых проб*

Расстояние от труб завода, км (направление от завода)	Геохимический ряд	Суммарный показатель загрязнения, степень загрязнения
1,9 км (юго-восток)	Ru <sub>7,7</sub> -Tl <sub>6,7</sub> -Cs <sub>3,0</sub> -Cd <sub>2,6</sub> -V <sub>1,5</sub> -Mn <sub>1,4</sub> -Bi <sub>1,3</sub> -Fe <sub>1,3</sub> -Rb <sub>1,2</sub> -As <sub>1,2</sub> -Ba <sub>1,2</sub> -Ag <sub>1,2</sub> -Cu <sub>1,0</sub> -Sm <sub>1,0</sub> -Se <sub>1,0</sub> -Te <sub>0,9</sub> -Gd <sub>0,9</sub> -Li <sub>0,9</sub> -Ta <sub>0,9</sub> -Y <sub>0,8</sub> -Th <sub>0,8</sub> -Mg <sub>0,8</sub>	18, низкая
0,6 км (юго-восток)	Se <sub>2,5</sub> -V <sub>1,7</sub> -As <sub>1,5</sub> -Mn <sub>1,1</sub> -Tl <sub>1,0</sub> -Ru <sub>1,0</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Ag <sub>1,0</sub> -Mo <sub>0,9</sub> -Cd <sub>0,9</sub> -Fe <sub>0,9</sub> -Cu <sub>0,8</sub> -Cs <sub>0,8</sub> -Rb <sub>0,8</sub> -Mg <sub>0,7</sub> -Ta <sub>0,7</sub> -Lu <sub>0,7</sub> -Tb <sub>0,7</sub> -Sr <sub>0,7</sub> -Ho <sub>0,6</sub> -Sm <sub>0,6</sub> -Gd <sub>0,6</sub>	4, низкая
2,6 км (северо-запад)	Ru <sub>3,2</sub> -As <sub>1,8</sub> -V <sub>1,6</sub> -Se <sub>1,0</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Rb <sub>1,0</sub> -Sr <sub>0,9</sub> -Li <sub>0,9</sub> -Cd <sub>0,9</sub> -Ge <sub>0,8</sub> -In <sub>0,8</sub> -Mn <sub>0,7</sub> -Cs <sub>0,7</sub> -Ag <sub>0,6</sub> -Mo <sub>0,5</sub> -Mg <sub>0,5</sub> -Tl <sub>0,5</sub> -Fe <sub>0,5</sub> -Cr <sub>0,5</sub> -Cu <sub>0,5</sub> -Sm <sub>0,5</sub> -Co <sub>0,4</sub>	5, низкая
1,3 км (северо-запад)	Se <sub>4,3</sub> -Tl <sub>3,2</sub> -Ru <sub>2,0</sub> -Cd <sub>1,7</sub> -Cs <sub>1,5</sub> -As <sub>1,4</sub> -V <sub>1,2</sub> -Mn <sub>1,1</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Ge <sub>0,9</sub> -Lu <sub>0,8</sub> -Sr <sub>0,8</sub> -Fe <sub>0,8</sub> -Bi <sub>0,8</sub> -Cu <sub>0,7</sub> -Ag <sub>0,7</sub> -Mg <sub>0,7</sub> -Rb <sub>0,7</sub> -Y <sub>0,7</sub> -Tm <sub>0,6</sub> -Sm <sub>0,6</sub> -Co <sub>0,6</sub>	7, низкая
2 км (юго-восток)	Se <sub>9,9</sub> -Ru <sub>4,3</sub> -V <sub>3,8</sub> -As <sub>3,3</sub> -Sc <sub>2,7</sub> -Ge <sub>2,3</sub> -Li <sub>1,5</sub> -Mn <sub>1,4</sub> -Rb <sub>1,3</sub> -Fe <sub>1,3</sub> -Sr <sub>1,1</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Mg <sub>1,0</sub> -Ag <sub>1,0</sub> -Cr <sub>1,0</sub> -Cu <sub>0,9</sub> -Y <sub>0,8</sub> -Co <sub>0,8</sub> -Sm <sub>0,8</sub> -Tm <sub>0,8</sub> -Lu <sub>0,8</sub> -Mo <sub>0,7</sub>	22, низкая
1,2 км (юго-восток)	Se <sub>8,7</sub> -V <sub>2,8</sub> -As <sub>2,5</sub> -Tl <sub>2,4</sub> -Ru <sub>2,2</sub> -Mn <sub>1,3</sub> -Fe <sub>1,3</sub> -Ge <sub>1,2</sub> -Sm <sub>1,1</sub> -Cd <sub>1,0</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Sr <sub>0,9</sub> -Tb <sub>0,9</sub> -Mg <sub>0,9</sub> -Y <sub>0,9</sub> -Co <sub>0,9</sub> -Li <sub>0,8</sub> -Cu <sub>0,8</sub> -Ho <sub>0,8</sub> -Rb <sub>0,8</sub> -Be <sub>0,8</sub> -Yb <sub>0,8</sub>	15, низкая
0,5 км (север)	As <sub>2,7</sub> -Se <sub>2,5</sub> -V <sub>2,3</sub> -Ru <sub>2,1</sub> -Ge <sub>1,8</sub> -Cd <sub>1,4</sub> -Tl <sub>1,2</sub> -Li <sub>1,1</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Mn <sub>1,0</sub> -Sr <sub>0,9</sub> -Cs <sub>0,9</sub> -Fe <sub>0,9</sub> -Rb <sub>0,8</sub> -Ag <sub>0,8</sub> -Cu <sub>0,7</sub> -Mg <sub>0,6</sub> -Cr <sub>0,6</sub> -Co <sub>0,6</sub> -In <sub>0,5</sub> -Sc <sub>0,5</sub> -Lu <sub>0,5</sub>	8, низкая
0,9 км (север)	Se <sub>10,5</sub> -Ru <sub>4,9</sub> -As <sub>1,8</sub> -Tl <sub>1,8</sub> -V <sub>1,5</sub> -Ge <sub>1,1</sub> -Li <sub>1,1</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Mn <sub>1,0</sub> -Sr <sub>1,0</sub> -Cd <sub>0,9</sub> -Ag <sub>0,8</sub> -Mg <sub>0,7</sub> -Cs <sub>0,7</sub> -Fe <sub>0,7</sub> -In <sub>0,7</sub> -Be <sub>0,6</sub> -Rb <sub>0,6</sub> -Lu <sub>0,5</sub> -Co <sub>0,5</sub> -Cu <sub>0,5</sub> -Cr <sub>0,4</sub>	16, низкая
1,2 км (север)	Se <sub>11,4</sub> -Tl <sub>4,5</sub> -Cd <sub>4,3</sub> -V <sub>2,0</sub> -Ru <sub>2,0</sub> -Ag <sub>1,7</sub> -As <sub>1,5</sub> -Ge <sub>1,3</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Mn <sub>1,0</sub> -Cs <sub>1,0</sub> -Bi <sub>1,0</sub> -Li <sub>0,8</sub> -Sr <sub>0,7</sub> -Mg <sub>0,7</sub> -Fe <sub>0,7</sub> -In <sub>0,7</sub> -Rb <sub>0,6</sub> -Cu <sub>0,6</sub> -Ho <sub>0,5</sub> -Cr <sub>0,5</sub> -Eu <sub>0,5</sub>	22, низкая
2,3 км (север)	Ru <sub>8,2</sub> -Tl <sub>4,7</sub> -Cd <sub>3,4</sub> -Cs <sub>2,2</sub> -Ag <sub>1,5</sub> -Mn <sub>1,2</sub> -Bi <sub>1,1</sub> -Se <sub>1,0</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Rb <sub>1,0</sub> -Cu <sub>1,0</sub> -As <sub>0,9</sub> -Fe <sub>0,9</sub> -In <sub>0,7</sub> -Lu <sub>0,7</sub> -Ho <sub>0,7</sub> -Li <sub>0,7</sub> -Gd <sub>0,7</sub> -Tm <sub>0,6</sub> -Sr <sub>0,6</sub> -Y <sub>0,6</sub> -Zn <sub>0,6</sub>	16, низкая

Результаты расчета общей нагрузки, создаваемой поступлением каждого из химических элементов из атмосферы на снежный покров, показали, что наибольший вклад в общую нагрузку вносят такие элементы как магний (Mg), алюминий (Al), кремний (Si), марганец (Mn), железо (Fe), цинк (Zn), сурьма (Sb), барий (Ba). Суммарный показатель нагрузки, рассчитанный по значениям коэффициента относительного увеличения общей нагрузки, отражает низкую степень загрязнения на северо-западе и в одной точке на севере от предприятия, средняя и очень высокая степени загрязнения характерны для территорий, расположенных на юго-востоке от предприятия, высокая степень загрязнения наблюдается на севере от завода.

Таким образом, по результатам проведенных исследований проб твердой фазы снега можно сделать вывод о том, что обнаруженные химические элементы поступают в снежный покров в результате применения различных сырьевых компонентов - добавок, отходов. Выявленные элементы могут быть привнесены за счет использования в производстве цемента отходов металлургии - гранулированного шлака, железосодержащие добавки, в качестве которых завод использует отходы анилино-красочного производства, отходы черной металлургии, отходы медеплавильного производства. Характерной особенностью медеплавильных шлаков является наличие в их составе соединений цинка, меди, свинца, серы и магния, что способствует интенсификации процессов клинкерообразования и повышению качества цемента [8].

#### Литература

1. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю., Юдахин Ф.Н. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирска) // Геоэкология - 2009. - № 6. - С. 515-525
2. Володина Д.А. Оценка уровня пылевого загрязнения атмосферного воздуха в городах Кемеровской области по данным изучения снежного покрова/ Материалы XXI Международной Экологической Студенческой Конференции «Экология России и сопредельных территорий» - 2016. - с. 141.
3. Касимов Н. С., Кошелева Н. Е, Власов Д. В., Терская Е. В. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы // *Vestnik Moskovskogo Unversiteta, Seriya Geografiya*. — 2012. — № 4. — С. 14-24.
4. Рапута В.Ф., Таловская А.В., Коковкин В.В., Язиков Е.Г. Анализ данных наблюдений аэрозольного загрязнения снегового покрова в окрестностях Томска и Северска // *Оптика атмосф. и океана* - 2011. - Т. 24, № 1. С. 74-78.
5. Ревич Б.А., Саэт Ю.Е., Смирнова Р.С. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве N 5174-90 - 1990.
6. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. — М.: Госкомгидромет, 1991. — 693 с.
7. Саэт Ю. Е., Геохимия окружающей среды //, Ю. Е. Саэт , Б. А. Ревич, Е. П. Янин - М.: Недра, 1990. - 335 с.
8. Теория цемента / Под ред. А. А. Пашенко.— К. Будівельник, 1991,— 168с.
9. Цемент и известь / Под ред. П. Кривенко. - Киев, 2008. - 480 с.
10. Язиков Е. Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) // *Известия Томского политехнического университета*. - 2011. - Т. 304. - Вып. 1. - С. 325-336

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ В УГЛЯХ И ЗОЛАХ АЗЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Е.К Вымятнин, С.С Ильенок**

Научный руководитель доцент С. Г. Маслов

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

Методом нейтронно-активационного анализа исследованы пробы бурого угля Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна. Определено содержание токсичных элементов-примесей. Данные настоящего исследования могут стать основой для разработки методик исследования содержания элементов-примесей в углях.

В настоящее время в связи с развитием угледобывающей и углехимической промышленности как никогда актуален вопрос экологии. Для решения этого вопроса необходимо применять комплексный подход к переработке и использованию угля, который включает в себя извлечение из углей и углеотходов широкого спектра элементов-примесей. Такие элементы составляют обычно не более 1 % от всей массы неорганического вещества [1]. Наиболее остро стоит проблема утилизации отходов сжигания угля, содержащих токсичные элементы-примеси. К таким элементам относят те, которые при сжигании углей способны переходить в газовую фазу при температуре сжигания и выбрасываются с дымовыми газами в атмосферу. В число токсичных элементов-примесей, характерных для углей, входят As, Se, Cr, Sb, Pb, U, Th [1]. Содержание этих элементов в углях Азейского месторождения было определено в данной работе.

Месторождение расположено в 10 км юго-восточной города Тулун и приурочено к эрозионно-тектонической депрессии в палеозойских отложениях. По степени метаморфизма угли зрелые бурые марки ЗБ с теплотой сгорания на рабочее топливо 17,6 МДж/к [2]. На запасы месторождения по категориям А+В+С1 составляют 362,6 млн т [2]. Угли месторождения характеризуются повышенными содержаниями катион- и анион-формирующих элементов с постоянной валентностью (Lu, Yb, Sm, Eu, La, Ce, Nd, Th, Hf, Sc, Ta), а также Cr, Zn и Со относительно среднего содержания в бурых углях мира [3].

В нашей стране содержание токсичных элементов-примесей в углях и их золах до сих пор никак не регламентируется. Токсичные элементы обладают канцерогенным действием, могут вызывать разнообразные патологические изменения в организме человека. В золе концентрация токсичных элементов-примесей может быть намного выше, чем в исходном угле. Поэтому, необходимость в изучении концентраций токсичных элементов в углях и продуктах их сжигания весьма актуальна. Данные этой работы могут использоваться впоследствии при составлении нормативных документов, касающихся регламентирования содержания токсичных элементов-примесей в углях, а также при разработке аналитических методик для изучения элементов примесей в углях.