

направления утилизации, как: гранулирование, извлечение пищевых волокон, получение нанокристаллической целлюлозы, пектинового клея, полуфабрикатов, биогаза, картона и бумаги [3, 5, 9, 10, 11]. Наиболее перспективным способом мы считаем компостирование. Вероятно, компост из жома мог бы восстанавливать нарушенные земли. И цель нашего исследования – проверить правильность выдвинутой гипотезы.

Для компостирования использовался свекловичный жом, образующийся при переработке сахарной свёклы на крупнейшем сахарном заводе страны – АО «Успенский сахарник» (Краснодарский край). Закладывался компост следующим образом: жом предварительно был обработан известковым молоком (раствор негашёной извести в воде), затем слои стружки (2–3 см) пересыпались вытяжкой из целинного типичного чернозёма (2–3 см) и проливались растворами микробиологических препаратов (100 мл препарата на 10 л воды). Ежедневно измерялись влажность, температура, освещённость и pH полученных субстратов.

На данный момент выполнен лабораторный этап исследования и подготовлена смесь для эксперимента на пробной площадке. Промежуточные результаты следующие: почвы – слабокислые и нейтральные, зольность гранулированного жома – 4,18 %, влажность – 8%. Планируется в ближайшее время исследование элементного состава жома, а также проверка полученных почв на опытном участке нарушенных земель в Республике Адыгея. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании работ по использованию выработанных и законсервированных карьеров с целью утилизации бытовых отходов и восстановления нарушенных земель.

Литература

1. Государственный (национальный) доклад «О состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году». – М.: Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии; Росреестр, 2020. – 206 с.
2. Гурин, А.Г. Жом как ценнейший продукт сахарного производства [Текст] / А. Г. Гурин, Ю. В. Басов, В. В. Гнеушева // Russian agricultural science review. – 2015. – № 5–1. – С. 251–255.
3. Давидович, Е.А. Пищевые свекловичные волокна: производство и использование [Текст] / Е. А. Давидович // Пищевая и перерабатывающая промышленность: реферативный журнал. – 2009. – № 1. – С. 232.
4. Добровольский, Г.В. Тихий кризис планеты [Текст] / Г. В. Добровольский // Вестник РАН. – 1997. – №3. – С. 313–319.
5. Донченко, Л.В. Возможность использования вторичных сырьевых ресурсов свеклосахарного производства для дальнейшей переработки [Текст] / Л. В. Донченко, С. Е. Ковалева, Н. В. Демина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2006. – №21. – С. 438–446.
6. Дорст, Ж. До того, как умрет природа [Текст] / Ж. Дорст. – М.: Прогресс, 1968. – 604 с.
7. Кожевников, Н. В. Проблема ускоренного почвообразования в рекультивации нарушенных земель [Текст] / Н. В. Кожевников, А. В. Заушинцева // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2015. – Т. 2. – № 1 (61). – С. 26–29.
8. Мищенко Е. В. Экологические проблемы, возникающие при хранении свекловичного жома на сахарных заводах [Текст] / Е. В. Мищенко, Я. В. Мищенко // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: материалы IV международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 139–142.
9. Рециклинг отходов в АПК [Текст]: справ. / И. Г. Голубев, И. А. Шванская, Л. Ю. Коноваленко, М. В. Лопатников. – М.: ФГБНУ Росинформагротех, 2011. – 296 с.
10. Технические материалы на основе свекловичного жома [Текст] / Б. А. Кулишов, Л. А. Зимагулова, Л. А. Туан, А. В. Канарский // Вестник технологического университета. – 2015. – Т.18. – №23. – С. 72–77.
11. Перспективные направления использования отходов сахарного производства [Текст] / М. В. Протасова, С. Ю. Миронов, О. В. Лукьянчикова, Л. А. Бабкина // Электронный научный журнал Курского государственного университета. – № 2 (10). – 2016. – С. 32–43.
12. Федеральный классификационный каталог отходов ФККО, утвержденный Приказом Росприроднадзора от 28.04.2015 №360 «О внесении изменений в федеральный классификационный каталог отходов, утвержденный Приказом Росприроднадзора от 18.07.2014 №445»
13. Brown, L. State of the World 1984: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society [Text] / L. Brown. – N. Y.: Norton & Co, 1984.

УРОВЕНЬ ПЫЛЕВОЙ НАГРУЗКИ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЭРОЗОЛЕЙ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА Г. ИСКИТИМ (НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Володина Д.А.

Научный руководитель доцент Таловская А.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ежедневно в атмосферный воздух поступают твердые частицы в результате работы промышленных предприятий, в том числе цементных заводов. Загрязняющие вещества способны поступать в атмосферный воздух в результате добычи, транспортировки и помола сырьевых компонентов, обжига, помола сырьевой смеси и транспортировки готовой продукции. Для оценки техногенного воздействия на состояние атмосферного воздуха в данной работе был выбран снежный покров, который является хорошим планшетом-накопителем загрязняющих веществ и используется многими исследователями [1, 3–6] для оценки влияния антропогенной деятельности на состояние окружающей среды.

Целью данной работы является изучение геохимических особенностей аэрозолей, осевших в снеговой покров, в окрестностях цементного завода г. Искитим (Новосибирская область).

Пробы снежного покрова отбирались в окрестностях цементного завода, в районе карьера по добыче сырьевых материалов и в жилом районе города Искитим в 2019 году. Выбор пунктов отбора проб снежного покрова обусловлен господствующим направлением ветра, доступностью отбора проб и ранее проведенными исследованиями [1, 4, 6]. Пробы отбирались методом шурфа на всю мощность снежного покрова, исключая 5 см над почвенным покровом. Вес каждой пробы составлял в среднем 18-20 кг. Всего на исследованной территории было отобрано 16 проб снежного покрова. Работы по отбору и подготовке снежных проб были выполнены согласно методическим рекомендациям [7, 8, 11]. Таяние проб снежного покрова происходило при комнатной температуре, полученная снеготалая вода фильтровалась через бумажный фильтр типа «синяя лента». Твердый осадок снега, полученный после фильтрования и высушивания, просеивали через сито (размер ячеек не менее 1 мм). Далее пробы твердой фазы снежного покрова были изучены методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в ядерно-химической лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» ТПУ были исследованы пробы твердой фазы снежного покрова. Для выделения гранулометрического состава были использованы сита с размером ячеек от 0,02 до 1 мм.

По полученным значениям были рассчитаны показатели для твердой фазы снежного покрова. Расчет пылевой нагрузки на территорию был произведен по формуле: $P_n = \frac{P_0}{S \cdot t}$, где P_0 - масса твердой фазы снега, мг; S - площадь шурфа, м²; t - количество суток от начала снегостава до дня отбора проб. С помощью принятой градации по уровням загрязнения снежного покрова металлами и пылью и соответствующие им градации экологической опасности был определен уровень загрязнения и экологической опасности [9]. Расчет коэффициента концентрации производили по формуле: $K_c = \frac{C}{C_{\phi}}$, где C - содержание элемента в исследуемом объекте, мг/кг; C_{ϕ} - фоновое содержание элемента, мг/кг [9]. Расчет суммарного показателя загрязнения производится по формуле: $Z_c = \sum K_c - (n-1)$, где n - число элементов, принятых в расчет при $K_c > 1,5$. Степень загрязнения снежного покрова исследуемой территории оценивается по градации для суммарного показателя загрязнения [9]. Для оценки степени обогащения твердых частиц в снеговом покрове рассчитывались коэффициенты обогащения (K_e): $K_e = (C / C_{\text{норм}})_{\text{проба}} / (C / C_{\text{норм}})_{\text{земн. кора}}$, где C и $C_{\text{норм}}$ - содержание интересующего и нормирующего элементов соответственно в пробе или в земной коре. В качестве нормирующего элемента выбран скандий (Sc) [2].

В результате расчета пылевой нагрузки было выявлено, что средние уровни пылевой нагрузки формируются в север-северо-западном направлении (412,9 мг/(м²·сут)) и в районе расположения карьера по добыче сырьевых материалов (419,4 мг/(м²·сут)). Низкими уровнями загрязнения характеризуются юго-восточное направление (155,9 мг/(м²·сут)) и жилая зона (72,9 мг/(м²·сут)) исследуемой территории.

Расчет коэффициентов концентрации показал, что элементами, превышающими фоновые показатели, являются Ca, Yb, Tb, La, Sm, Ce, U, а также геохимическая специализация представлена элементами-индикаторами выбросов цементной промышленности - Zn, Sb, Cr. Суммарный показатель загрязнения (Z_c) всех изучаемых направлений характеризуется низким уровнем загрязнения.

Гранулометрический состав твердой фазы снежного покрова характеризуется наличием частиц различных размеров. Все изучаемые направления характеризуются наличием в своем составе практически всех фракций: от 0,5 до 0,02 мм. В среднем доля каждой фракции в пробах составляет от 14,2 до 16,6 %. Наибольший интерес вызывают фракции от 0,1 до 0,02 мм из-за возможности переноса частиц таких размеров на дальние расстояния потоками ветра. Обогащение химическими элементами фракций от 0,1 до 0,02 мм имеет интересное распределение. Так, обогащение проб твердой фазы снега Ca - основным маркерным элементом выбросов производства цемента разнообразно: в пробе, расположенной на расстоянии 0,5 км от границ предприятия, наибольшее обогащение Ca приходится на фракцию < 0,02 мм (< 20 мкм), а в пробе, отобранной около карьера по добыче сырьевых компонентов, на фракцию от 0,04 до 0,02 мм (от 40 до 20 мкм) (Рис. 1).

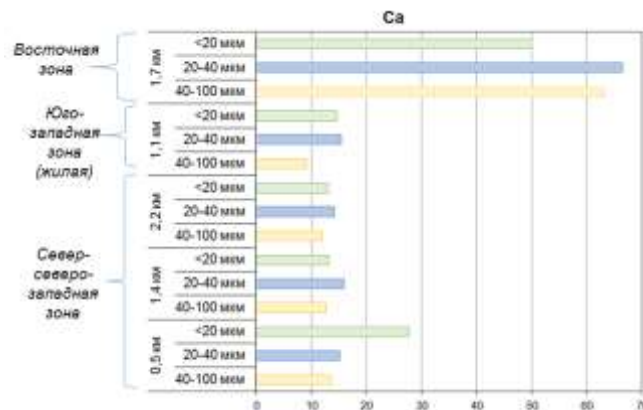


Рис. 1. Коэффициенты обогащения Ca относительно кларка земной коры в различных фракциях твердой фазы снежного покрова в окрестностях цементного завода г. Искитим

Пробы твердой фазы снежного покрова имеют разный характер обогащения элементами-индикаторами выбросов производства цемента, как Cr и Zn (Рис. 2). Наибольшее обогащение Cr наблюдается на расстоянии 0,5 км

от границ предприятия во фракциях размерами < 0,02 мм (<20 мкм). Обогащение проб твердой фазы снегового покрова Zn носит равномерный характер по всем направлениям и фракциям (Рис. 2).

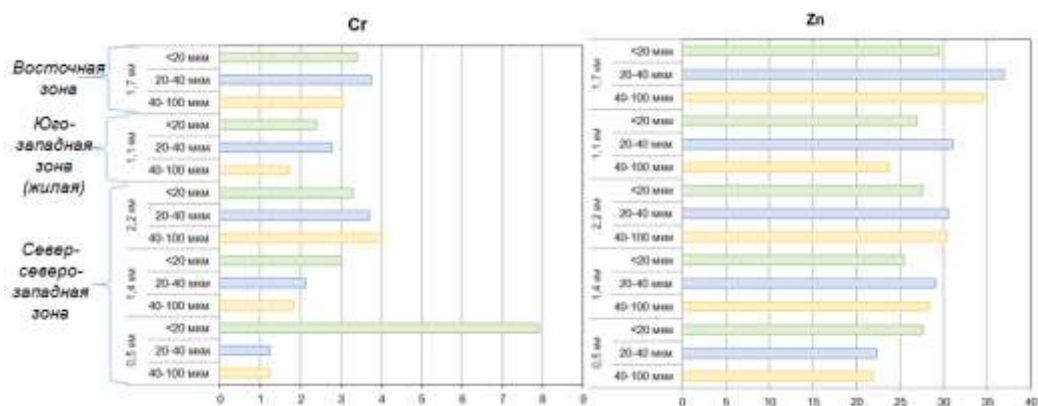


Рис. 2. Коэффициенты обогащения элементами (Cr, Zn) относительно кларка земной коры в различных фракциях твердой фазы снегового покрова в окрестностях цементного завода г. Искитим

Обогащение проб твердой фазы снегового покрова Sb и U носит равномерный характер. Наибольшее обогащение рассматриваемыми химическими элементами выделяется во фракциях размерами от 0,04 до 0,02 мм (от 40 до 20 мкм), в редких случаях выделяются фракции от 0,1 до 0,04 мм (от 100 до 40 мкм) (Рис. 3).

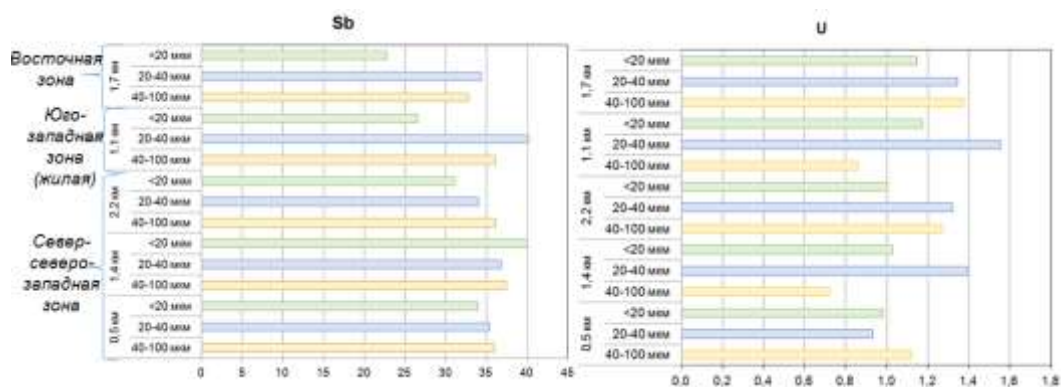


Рис. 3. Коэффициенты обогащения элементами (Sb, U) относительно кларка земной коры в различных фракциях твердой фазы снегового покрова в окрестностях цементного завода г. Искитим

Таким образом, в результате проведенных исследований была определена пылевая нагрузка и элементный состав проб твердой фазы снега в окрестностях цементного завода, рассчитаны коэффициенты обогащения рассматриваемых фракций (от 0,1 мм до 0,04 мм).

Литература

1. Анализ данных наблюдений аэрозольного загрязнения снегового покрова в окрестностях Томска и Северска [Текст] / В.Ф. Рапута, А.В. Таловская, В.В. Коковкин, Е.Г. Языков // Оптика атмосф. и океана - 2011. - Т. 24, № 1. С. 74-78.
2. Геохимия ландшафтов Восточной Москвы [Текст] / Н.С. Касимов, Д.В. Власов, Н.Е. Кошелева, Е.М. Никифорова. – М.: АПР, 2016. – 276 с.
3. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирска) [Текст] / С.Б. Бортникова, В.Ф. Рапута, А.Ю. Девятова, Ф.Н. Юдахин // Геоэкология - 2009. - № 6. – С. 515–525.
4. Морозов, С.В. Оценка выпадений органических и неорганических примесей в окрестностях цементного завода [Текст] / С.В. Морозов, В.Ф. Рапута, В.В. Коковкин // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь. – 2019. – Т. 4 – №1 – С. 113–120.
5. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снегового покрова (на примере Томской области) / А.В. Таловская, Е.Г. Языков, Т.С. Шахова, Е.А. Филимоненко // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов – 2016. – Т. 327. – № 10. – С. 116-130.
6. Оценка загрязнения атмосферного воздуха пылью по данным снегосъёмки на основе реконструкции полей выпадений [Текст] / Щербатов А.Ф., Рапута В.Ф., Турбинский В.В., Ярославцева Т.В. // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 42–47.
7. Ревич Б.А., Сает 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.
8. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. – М.: Госкомгидромет, 1991. – 693 с.

9. Саэт Ю. Е., Геохимия окружающей среды // Ю. Е. Саэт, Б. А. Ревич, Е. П. Янин – М.: Недра, 1990. – 335 с.
10. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям «Производство цемента, извести и оксида магния» [Электронный ресурс]. URL: [http://webportalsrv.gost.ru/portal/GostNews.nsf/acaf7051ec840948c22571290059c78f/4f7d066a72e2776d44257d2d00264aa1/\\$FILE/ITS_po_ndt_06.pdf](http://webportalsrv.gost.ru/portal/GostNews.nsf/acaf7051ec840948c22571290059c78f/4f7d066a72e2776d44257d2d00264aa1/$FILE/ITS_po_ndt_06.pdf)
11. 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

ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ ДЖИДИНСКОГО ВОЛЬФРАМ-МОЛИБДЕНОВОГО КОМБИНАТА

Воронина Ю.С.

Научный руководитель профессор Плюснин А.М.

Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН (ГИН СО РАН) г.Улан-Удэ, Россия

Джидинский вольфрам-молибденовый комбинат длительное время разрабатывал несколько месторождений вольфрама и молибдена расположенных в юго-восточной части Восточной Сибири на границе с Монгольской народной республикой. Комбинат был градообразующим предприятием, здесь был образован населенный пункт, который в настоящее время называется г. Закаменск. В 1997 году предприятие было закрыто, но отходы добычи и переработки руд продолжают оказывать негативное влияние на окружающую среду. Сформировавшаяся природно-техногенная система занимает площадь более 100 км². В нее входят отвалы вскрышных пород; хвосты переработки руд; территория обогатительной фабрики; разведочные штольни, из которых изливаются рудничные воды; территория, занятая аварийными сбросами с фабрики и из хвостохранилища. Основная масса твердых отходов переработки (около 40 млн т) складирована в хвостохранилище намывного типа, которое расположено в долине рч. Барун-Нарын. Хвостохранилище эксплуатируется с 1958 года. За прошедший период времени произошло значительное разложение рудной минерализации, оставшейся после переработки руды. В поровых водах, заключенных в песках хвостохранилища, сформировалась агрессивная кислая среда, в растворе накопились различные токсичные химические элементы. Складированные отходы добычи и переработки руд загрязняют воздушную среду на окружающей территории.

Исследования химического состава снежного покрова интересно тем, что снег аккумулирует в себе находящиеся в атмосфере газы и аэрозоли за длительный период времени и по его составу можно установить качественный и количественный состав компонентов поступающих в воздушную среду из отходов горнодобывающего производства. В результате длительной работы горно-обогатительного комбината были образованы обширные площади складирования техногенных отходов производства. В последние годы часть территории была рекультивирована. Основная масса песков была свезена с территории города Закаменск в Барун-Нарынское хвостохранилище. Площадки, расположенные возле обогатительной фабрики и в дельте реки Модонкуль, были перекрыты незагрязненными почвами, на них сформирована травянистая растительность.

Целью нашего исследования было определение главных источников загрязнения атмосферы, установление закономерностей формирования химического состава снежного покрова в районе г.Закаменск, установление качественных и количественных характеристик ореолов загрязнения.

Макрокомпонентный состав снежного покрова отличается высокими содержаниями сульфат-иона (2,63 – 64,97 мг/дм³), аномально высокое содержание зафиксировано в пробе, отобранной в западной части Закаменска (192,23 мг/дм³). Максимальное содержание сульфата зафиксировано в долине р. Мыргеншено (682,57 мг/дм³). Аномально высокими концентрациями выделяются (мкг/дм³): марганец (2200), алюминий (14600), цинк (1260), их содержания превышают ПДК в десятки и сотни раз. Максимальная минерализация талой воды зафиксирована в районе р. Мыргеншено (968,51 мг/дм³), где расположены вскрышные породы карьеров, и вблизи Барун-Нарынского хвостохранилища (88 мг/ дм³), наименьший показатель минерализации – в вблизи истока р. Зун-Нарын (19,45 мг/дм³) и к западу от г.Закаменск. Для большинства проб характерен слабокислый показатель рН. В снежном покрове установлены аномально высокие содержания РЗЭ.

На рисунке 1 представлено распределение редкоземельных элементов в пробах снеговой воды, отобранных в марте 2021 года.

Наблюдаются аномально высокие содержания празеодима, гадолиния, иттербия на относительно ровном фоне распределения большинства лантаноидов. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений, так как анализ содержания лантаноидов выполнен в 22 пробах снега методом индуктивно связанной плазмы в сертифицированной лаборатории. Сравнительный анализ полученных результатов показывает идентичные конфигурации диаграмм распределения редкоземельных элементов. Величина аномальности РЗЭ, которая выражается в численной форме как отношение действительного содержания элемента к его предполагаемому, определяемому по соседним элементам, достигает больших значений: Pr/Pr* = 0,453/0,085=5; Gd/Gd* = 0,025/0,003=8; Er/Er* = 0,008/0,002=4; Yb/Yb* = 0,024/0,001=24.