

совершенствует деформационные и фрикционные свойства дорог, позволяет увеличить срок службы дорожного покрытия в 2 раза, повышает его стойкость к высоким температурам, ударам. Резиновая крошка также используется как сорбент для сбора сырой нефти и жидких нефтяных пятен с поверхности почвы и воды [2].

Проблема рециклинга автомобильных шин имеет большое экологическое значение для России. Любой из выше перечисленных способов является экологически безопасней, чем захоронение отходов. Рециклинг шин дает вторичное сырье, которое возможно использовать во многих отраслях. Создание предприятий по переработке резины поможет сохранить окружающую среду.

Литература

1. Гарин В.М. Утилизация твердых отходов: учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2004. – 146 с.
2. Иванов К.С. Утилизация изношенных автомобильных шин / К.С. Иванов, Т.Б. Сурикова. – Москва, 2010. – [Электронный ресурс] режим доступа http://www.mami.ru/science/autotr2009/scientific/article/s10/s10_05.pdf (дата обращения: 01.02.2015).
3. Информационно – аналитическое агентство Cleandex [Электронный ресурс] режим доступа: <http://www.cleandex.ru/> (дата обращения: 01.02.2015).
4. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. – Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 503 с.
5. Москвин А.А. Переработка изношенных автомобильных покрышек в России // Рециклинг отходов, 2009. – № 3. – С. 2-5.
6. Пат.2139188 Российская Федерация, МПК В29В17/00, В02С19/18. Устройство для электроразрядной деструкции шин с металлическим кордом / Бедюх А.Р., Парубочая Т.В., Бутко В.Г.; заявитель и патентообладатель Бедюх А.Р. – №98123180/12; заявл. 03.04.1998; опубл. 10.10.1999.
7. Пат.2050287 Российская Федерация, МПК В26F3/06. Устройство для деструктурирования шин с металлическим кордом / Бедюх А.Р., Луценко А.Л., Парубоча Т.В., Бутко В.Г., Одинец С.И.; заявители и патентообладатели А.Р., Луценко А.Л., Парубоча Т.В., Бутко В.Г., Одинец С.И. – №5055859/28; заявл. 22.07.1992; опубл. 20.12.1995.
8. Пат.2114731 Российская Федерация, МПК В29В17/00. Устройство для водоструйной разделки резиновых шин / Байкалов В.А.; заявитель и патентообладатель Байкалов В.А. – №94009897/25; заявл. 21.03.1994; опубл. 10.07.1998.
9. Пат.2399488 Российская Федерация, МПК В29В17/00. Устройство низкотемпературного пиролиза изношенных шин непрерывным методом без предварительной подготовки / Рожин В.В.: заявитель и патентообладатель Рожин В.В. – №2009109698/12; заявл. 20.01.2010.; опубл. 20.09.2010.
10. Пат.2211086 Российская Федерация, МПК В01J023/755, В01J023/74, С08J011/20. Катализатор низкотемпературного пиролиза углеводородсодержащих полимерных материалов и способ его получения / Прилуцкий Э.В., Прилуцкий О.В.; заявители и патентообладатели Прилуцкий Э.В., Прилуцкий О.В. – №2001106616/04; заявл. 25.08.25.; опубл. 27.08.2003.
11. Пат.2299804 Российская Федерация, МПК В29В17/00. Комплексная технологическая линия утилизации шин / Куцемелов Б.А.; заявитель и патентообладатель Куцемелов Б.А. – №2005123216/12; заявл. 22.07.2005; опубл. 27.05.2007.
12. Пат.2348524 Российская Федерация, МПК В29В17/00. Матрица для установок бародеструкционной переработки изношенных автомобильных шин / Смирнов А.Д., Шардин В.П., Штейнберг Ю.М.; заявитель и патентообладатель Штейнберг Ю.М. – №2007107981/12; заявл. 02.03.2007; опубл. 10.03.2009.
13. Пат.2057014 Российская Федерация, МПК В29В17/00. Способ разрушения изношенных покрышек и устройство для его осуществления / Набок А.А.; заявитель и патентообладатель Набок А.А. – №94005772/26; заявл. 15.02.1994; опубл. 27.03.1996.
14. Пат.2184035 Российская Федерация, МПК В29В17/00, В29К21/00. Способ измельчения изношенных покрышек, устройство и компактный пакет для его осуществления / Набок А.А.; заявитель и патентообладатель Набок А.А. – №2000122720/12; заявл. 31.08.2000; опубл. 27.06.2002.
15. «СИБУР Холдинг» [Электронный ресурс] режим доступа: <http://www.sibur.ru/> (дата обращения: 01.02.2015)
16. Твердые бытовые отходы [Электронный ресурс] режим доступа: <http://www.solidwaste.ru/> (дата обращения: 01.02.2015).

МИНЕРАЛЬНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ НЕРАСТВОРИМЫХ ЧАСТИЦ СНЕГА В ОКРЕСТНОСТЯХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ Г. ОМСКА

К.Ю. Михайлова¹, О.Д. Пожарская¹, В.В. Литау^{1,2}

Научный руководитель доцент А.В. Таловская¹

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*
² *НПО «Мостовик», г. Омск, Россия*

В г. Омске одним из самых мощных источников выбросов является ТЭЦ-5, которая не раз становилась объектом внимания Омских СМИ – черный снег неоднократно выпадал на территорию города [4].

Высота самой высокой трубы составляет 277,5 метра [7], согласно РД 52.04.186 № 2932-83 расчетная дальность переноса загрязняющих веществ может варьировать от 3 до 11 км [5]. Зола с выбросами разносится по близлежащим поселкам согласно главенствующему направлению ветра: в холодный период в данном районе преобладают ветры юго-западного направления, в теплый период – западного [1].

Изучению минеральных и техногенных образований в нерастворимом осадке снега уделяется недостаточно внимания [9, 10]. Долговременное воздействие техногенных кристаллических фаз, находящихся в составе твердых частиц аэрозолей, является причиной многих заболеваний, таких как алюминоз, силикоз и др. [8]. Таким образом, изучение минеральных и техногенных образований в составе твердых частиц аэрозолей представляется актуальным.

Методика исследования. В феврале 2013 г. был проведен отбор проб снега по площадной сети наблюдения, по регулярной сетке 1×1 км, на территории г. Омска. Количество проб – 168. Анализ пылевой нагрузки на снеговой покров территории города обозначил ТЭЦ-5 одним из приоритетных источников загрязнения [2]. В рамках этой сети были отобраны пробы в окрестностях ТЭЦ-5: западное направление на расстоянии 2,2 км; северо-западное направление на расстоянии 1,1 и 1,8 км; южное – на расстоянии 2,2 км. В 2014 г. пробы снега отбирал и в окрестностях ТЭЦ-5 по векторной сети: западное направление на расстоянии 1,3 км; восточное направление на расстоянии 1, 1,5, 2, 2,9, 3,5 км, 4,5 и 6 км; северо-восточное направление – 0,75, 1,5, 3 и 4 км.

В качестве фоновой площадки выбран п.г.т. Москаленки, в 100 км на запад от города, в соответствии с направлением преобладающего ветра. Все работы по отбору проб и пробоподготовке выполнялись с учетом методических рекомендаций, приводимых в работах Василенко В.Н., Назарова И.М. и др. [1], методических рекомендациях ИМГРЭ [5] и руководстве по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186 № 2932-83).

В данной работе представлены результаты изучения пылевой нагрузки в районе ТЭЦ-5, а также вещественного состава проб твердого осадка снега в 2013 и 2014 гг.

Расчет пылевой нагрузки R_p проводился по формуле:

$$R_p = P_o / S_p$$

где: P_o – масса твердого осадка снега (мг); S – площадь шурфа (m^2); t – время от начала снегостава до даты отбора проб (количество суток).

В практике используется следующая градация по среднесуточной пылевой нагрузке: менее 250 – низкая степень загрязнения; 251–450 – средняя; 451–850 – высокая; более 850 – очень высокая [6].

Микроскопическое изучение проб проводили с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа (LeicaZN 4D) с видео-приставкой. Определение вещественного состава валовой пробы с последующим установлением процентного соотношения всех минеральных и техногенных составляющих производили согласно запатентованной разработке [3]. Для определения минералов группы железа в пробе, проведена магнитная сепарация с помощью многополюсного магнита системы А.Я. Сочнева.

Результаты и их обсуждение. Результаты изучения проб твердого осадка снега за 2013 и 2014 гг. на бинокулярном микроскопе позволили выявить 4 типа минеральных частиц (кварц, слюда, карбонаты, полевые шпаты); 8 типов техногенных частиц (черные микросферулы, Al-Si микросферулы, недожженный уголь, шлак и зола, черные скорлуповатые частицы угольной пыли, полуугловатые силикатные сферулы серого цвета, частицы кирпичной крошки, синтетические волокна), а также микрочастицы растительности.

Анализ данных за 2013 г. показал, что наибольшая пылевая нагрузка наблюдается в пробе, которая была отобрана на западной стороне от трубы на расстоянии 2,2 км. Этой же пробе соответствует наибольшее процентное содержание частиц техногенного происхождения (70 %). Во всех пробах наблюдается превышение фонового показателя пылевой нагрузки (3 мг/м²·сут.) в 33-84 раза. Пылевая нагрузка на снеговой покров и содержание техногенных образований в пробах уменьшается по мере удаления от 1,1 до 1,8 км в северо-западном направлении.

Таблица 1

Вещественный состав твердого осадка снега и пылевая нагрузка в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска, 2013 г.

| Тип частиц | Часть света и расстояние от трубы | | | | |
|--|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|
| | Запад 2,2 км | СЗ 1,8 км | СЗ 1,1 км | Юг 2,2 км | Фон |
| Минеральные частицы | 30 | 25 | 28 | 31 | 20 |
| Кварц прозрачный | 5 | - | 10 | 5 | 5 |
| Полевые шпаты(альбит) | 25 | 15 | - | 25 | - |
| Слюды | - | - | 3 | - | 10 |
| Карбонаты | - | 10 | 15 | - | 5 |
| Растительные частицы | - | - | - | 1 | 40 |
| Техногенные частицы | 70 | 39 | 60 | 50 | 39 |
| Al-Si микросферулы | 10 | 5 | 10 | 10 | |
| Черные микросферулы | 15 | 5 | 15 | 25 | 3 |
| Недожженный уголь | 20 | - | 25 | | 5 |
| Шлак | 25 | 26 | 20 | 15 | 31 |
| Частицы сажи и угля | - | - | 10 | - | - |
| Частицы кирпичной крошки | - | 3 | - | - | - |
| Скорлуповатые частицы угольной пыли | - | - | 5 | - | - |
| Полуугловатые силикатные сферулы серого цвета | - | 10 | - | - | - |
| Пылевая нагрузка, мг/м²*сут. | 323 | 106 | 267 | 231 | 3 |

Исследования 2014 г. показали, что наибольшее значение пылевой нагрузки приходится на восточную часть от ТЭЦ-5 на расстоянии 3,5 км. Здесь превышение фонового значения (3,9 мг/м²·сут.) достигает 62 раза. Во всех остальных точках наблюдения превышение фона изменяется от 13 до 55 раз. Следует отметить, что по мере удаления от трубы содержание техногенных частиц (черные микросферулы, шлак, недожженный уголь) преимущественно остается на том же уровне. Величина пылевой нагрузки и содержание техногенных частиц уменьшается в пробах по мере удаления от трубы в западном направлении.

Во всех пробах процентное содержание недожженного угля, шлака и черных металлических микросферул существенно не изменяется. В фоновой пробе содержание данных частиц в 2013 году составляет 34 %, а в 2014 году – 76 %.

В анализируемых пробах за 2013 год было выявлено процентное преобладание техногенных частиц (39-70 %) над минеральными частицами (25-31 %) (табл. 1). Результаты исследований за 2014 год показали также преобладание техногенных частиц (50-93 %) над минеральными частицами (10-51 %) (табл. 2). В фоновых пробах за 2013 г. преобладают частицы минерального (20 %) и растительного происхождения (40 %), тогда как в пробах за 2014 г. содержание частиц минерального происхождения составляет 15 % и растительных частиц – 30 %.

Анализ магнитной сепарации проб за 2014 год показал, что содержание минералов группы железа колеблется от 10 до 19 %, и магнитная фракция представлена металлическими микросферулами черного цвета. Наибольшее содержание минералов группы железа обнаружено в пробе, отобранной на расстоянии 750 м к западу от трубы, по мере удаления от труб процент магнитной фракции от всего объема пробы уменьшается.

Таблица 2
Вещественный состав твердого осадка снега, доля магнитной фракции и пылевая нагрузка в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска, 2014 г.

| Тип частиц | Часть света и расстояние от трубы | | | | | | | | | | | | | Фон |
|---|-----------------------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Запад: 750 м | Запад: 1,3 км | Восток: 6 км | Восток: 4,5 км | Восток: 3,5 км | Восток: 2,9 км | Восток: 2 км | Восток: 1,5 км | Восток: 1 км | СВ 4 км | СВ 3 км | СВ 1,5 км | СВ 750 м | |
| Минеральные частицы | 41 | 51 | 35 | 25 | 15 | 28 | 26 | 30 | 10 | 24 | 30 | 30 | 20 | 15 |
| Кварц прозрачный | 3 | - | 10 | - | 5 | - | - | 5 | - | 3 | 10 | 10 | - | 5 |
| Кварц желтый | 2 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Слюды | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 |
| Карбонаты | 30 | 40 | 25 | 25 | 10 | 25 | 20 | 25 | 10 | 25 | 20 | 20 | 20 | 5 |
| Растительные частицы | 3 | 3 | - | - | - | 3 | 3 | - | - | 1 | - | - | - | 30 |
| Техногенные частицы | 55 | 50 | 70 | 75 | 80 | 75 | 70 | 71 | 93 | 81 | 70 | 65 | 80 | 44 |
| Al-Si микросферулы | 5 | - | 10 | 10 | 5 | - | 5 | 3 | - | - | 5 | 10 | 10 | 3 |
| Черные микросферулы | 15 | 20 | 10 | 20 | 20 | 10 | 10 | 3 | - | 15 | 10 | 10 | 10 | 3 |
| Недожженный уголь | - | 30 | 25 | 20 | 15 | 25 | 25 | 40 | 10 | 20 | 25 | 20 | 15 | - |
| Шлак | 10 | - | 25 | 25 | 40 | 40 | 30 | 25 | 80 | 25 | 30 | 20 | 30 | 30 |
| Частицы угольной пыли | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | 20 | - | - | 10 | 5 |
| Синтетические волокна | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 1 | - | 5 | 5 | 3 |
| Магнитная фракция, % в 100г пробы | 19 | 12 | 10,2 | 12 | 11,7 | 17 | 11,1 | 15 | 16 | 9,8 | 15 | 16 | 5,3 | - |
| Пылевая нагрузка, мг/м ² ·сут. | 53 | 53 | 144 | 213 | 243 | 98 | 98 | 102 | 141 | 160 | 208 | 70 | 40 | 3,9 |

Заключение. По результатам исследования загрязнения снегового покрова в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска в период с 2013 по 2014 гг. выявили, что пылевая нагрузка значительно превышает фоновый показатель (в 33-84 раза в 2013 г., в 13-62 раз в 2014 г.). Приоритетными техногенными частицами во всех пробах являются недожженный уголь, шлак и черные микросферулы, содержание которых доминирует над минеральными частицами. Выявлены пространственно-временные закономерности изменения величины пылевой нагрузки и содержания техногенных частиц по мере удаления от труб теплоэлектростанции.

Литература

1. Василенко В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко, И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман. - Л: Гидрометеиздат, 1985. – 181 с.
2. Литав В.В., Таловская А.В., Языков Е.Г., Лончакова А.Д., Третьякова М.И. Оценка пылевого загрязнения территории г. Омска по данным снеговой съёмки // Оптика атмосферы и океана, 2015. – Т. 28. – № 3. – С. 256-259.
3. Патент 2229737 Россия, 27.05.2004 / Е.Г. Языков, А.Ю. Шатилов, А.В. Таловская. Способ определения загрязненности снежного покрова техногенными компонентами.
4. РИА «Омск-Информ» ТЭЦ-5 каждый час выбрасывает на Омск 4 тонны вредных веществ [Электронный ресурс] URL: <http://www.omskinform.ru/news/54461> (дата обращения: 28.12.2014).
5. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932 83. – М.: Госкомгидромет, 1991. – 693 с.
6. Саэт Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, П.Е. Янин. - М.: Недра, 1990. – 335 с.
7. Самые высокие трубы мира [Электронный ресурс] режим доступа URL: ru.wikipedia.org/wiki/Список_самых_высоких_труб (дата обращения: 28.12.2014).
8. Скворцов В.А., Федорова Н.В., Рогова В.П. и др Твердые фазы аэрозолей в природно-технических системах городов Прибайкалья // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2011. – № 1. – С. 31-39.
9. Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Языков Е.Г., Чумак Ю.В., Ильенок С.С. Минералогия пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г. Томска // Фундаментальные исследования, 2013. – № 8. – С. 760-765.
10. Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Языков Е.Г. Особенности вещественного состава пылевых атмосферных выпадений в зоне воздействия предприятия топливно-энергетического комплекса (на примере Томской ГРЭС-2) // Оптика атмосферы и океана, 2012. – № 10. – С. 896-901.

ОЧИСТКА ПОЧВ ОТ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕТОДОМ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ

А.Ю. Мишанькин

Научный руководитель доцент А.Н. Третьяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время острой экологической проблемой является очистка экосистем от разного рода загрязнений. Важным аспектом данной проблемы является выбор средств и методов очистки окружающей среды, среди которых довольно перспективными являются технологии биоремедиации, представляющие собой комплекс методов очистки вод, почв и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов — растений, грибов, насекомых, червей и других организмов [1].

Одним из типов биоремедиации является фиторемедиация (фитоэкстракция). Механизм фиторемедиации заключается в накоплении загрязняющих элементов растениями, что приводит к снижению концентрации данных элементов в почве [3].

Существует целый ряд растений-гипераккумуляторов, способных накапливать те или иные химические элементы, в частности – радиоактивные. Такими растениями могут являться представители бобовых культур, гречиха, некоторые зерновые сельхозкультуры, различные многолетние травы, а также горчица белая, на примере которой и основана данная работа [2].

Коэффициенты перехода основных почвенных радиоизлучателей (Sr^{90} и Cs^{137}) из почвы в сельскохозяйственные культуры в зависимости от типов почв приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1

Коэффициенты перехода (КП) Sr^{90} и Cs^{137} в сельскохозяйственные культуры, произрастающие на территориях, радиоактивных от аварии на Чернобыльской АЭС (1995) [2]

| Сельхозкультура | КП Sr^{90} из почв | | | КП Cs^{137} из почв | | |
|--------------------------|----------------------|-----------|------------|-----------------------|-----------|------------|
| | дерново-подзолистых | серозёмов | чернозёмов | дерново-подзолистых | серозёмов | чернозёмов |
| Зерновые (рожь, пшеница) | 1,0 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,03 | 0,03 |
| Овёс | 6,0 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 0,05 | 0,05 |
| Горох | 7,0 | 1,3 | 0,6 | 0,5 | 0,05 | 0,05 |
| Гречиха | 5,0 | 0,5 | 0,2 | 0,75 | 0,1 | 0,1 |
| Картофель | 2,6 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,08 | 0,05 |
| Капуста | 1,2 | 0,2 | 0,1 | 0,06 | 0,05 | 0,05 |

Наиболее доступен для корневых систем растений, особенно в первые годы после загрязнения окружающей среды, стронций. Старение радионуклида происходит медленно. Через 12 лет после внесения стронция в почву более 95 % от первоначального количества остаётся в обменной, кальцийподобной форме. В целом, накопление Sr^{90} в растениях обратно пропорционально количеству обменного конкурента изотопа кальция почвы.