



УДК 504.064.36

Кристаллические фазы аэрозолей в снеге в зоне влияния пожара в цехе алюминиевого завода

В. П. Рогова (dekanat@geogr.isu.ru)

Л. В. Малевич

Н. В. Фёдорова

В. А. Знайденко

В. А. Скворцов

Д. А. Чурсин

Аннотация. Приведены данные минерального состава твердых частиц снегогеохимических проб.

Ключевые слова: кристаллические фазы аэрозолей, снегогеохимические пробы.

Введение

Минеральный состав кристаллических фаз аэрозолей в снеге, связанный с промышленными предприятиями в Иркутской области, изучается нами с 1999 г. [6].

Результаты изучения загрязнения окружающей среды аэрозолями в Иркутской области освещены в работах ученых [1–3, 5, 7, 8].

Они посвящены определению динамики рассеивания аэрозолей в пространстве в зависимости от физических свойств, химического состава и метеорологической обстановки. Изучались сульфатный, пылевой, углеводородный, городской, биогенный, атмосферный аэрозоли. Фазовый минеральный состав аэрозолей на территории промышленных городов практически не рассматривался.

Установлено, что долговременное воздействие техногенных кристаллических фаз, находящихся в составе аэрозолей, является причиной многих заболеваний, таких как алюминоз, силикоз, талькоз, асбестоз и др.

Поэтому изучение проблемы загрязнения приземной атмосферы твердофазными частицами аэрозолей представляется актуальным.

Объекты исследований

Объектом исследования является крупный источник загрязнения атмосферы на территории Шелеховского района – алюминиевый завод «СУАЛ-ПМ». Наиболее опасными загрязнителями ОАО «ИрКАЗ-СУАЛ» являются элементы первого класса опасности – фтор и бериллий, отмечающиеся в солевой фазе. Однако дисперсным частицам техногенного ко-

рунда $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, присутствующим в приземной атмосфере, до этого не придавали значения, также как и на заводе «СУАЛ-ПМ». Техногенный корунд $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, обладает высокой твердостью – 9 по шкале Мооса, уступая лишь алмазу, твердость которого – 10. Корунд – стойкий минерал. Он не растворяется даже в концентрированной серной кислоте, поэтому, попадая в организм, он вызывает фиброгенное воздействие.

Методы отбора проб и исследований

Снежный покров является индикатором состава атмосферного воздуха (рис. 1). Отбор проб снежного покрова позволяет оценить динамику загрязнения атмосферы и почв за зимний сезон.

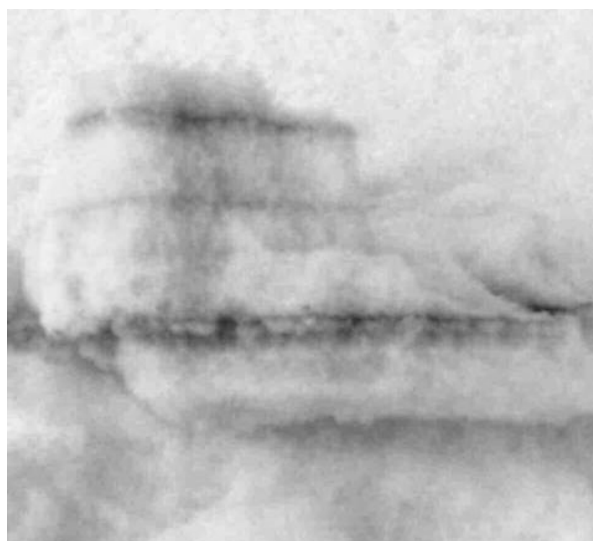


Рис. 1. Загрязнение снега рентгеноаморфным углеродистым веществом (черное)

Отбор проб снеговых выпадений проводился в соответствии с «Методическими рекомендациями по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами», разработанными в 1982 г. сотрудниками Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (г. Москва) [5], ведомственными инструкциями Гидромета, опытом работ академических институтов Иркутского научного центра и Геоэкоцентра Байкальского филиала «Сосновгеологии» ФГУП «Урангеологоразведка».

Пробы отбирались в феврале, марте 2010 г. после пожара в цехе алюминиевого завода (рис. 2) по направлению от завода к поселку Олха (рис. 3), где находится постоянный реперный участок № 3 мониторинга загрязнения пахотных почв лаборатории агроэкологии СИФИБР СО РАН. Наблюдения на реперном участке № 3 проводятся сотрудниками Геоэкоцентра БФ «Сосновгеологии» в соответствии с договоренностью с лабораторией агроэкологии СИФИБР СО РАН.



Рис. 2. Пожар на заводе «СУАЛ-ПМ»



Рис. 3. Схема отбора снегеохимических проб (обозначено красными точками)

Пятилетний мониторинг 2000–2005 гг. выявил, что наиболее высоким загрязнением отличается дерново-луговая почва в поселке Олха, находящимся в зоне преобладающих ветров. Реперный участок № 3 расположен в 3 км к юго-востоку от завода «СУАЛ-ПМ», на окраине поселка Олха. Отбор проб по факелу от пожара проводился через 500 м на расстоянии 3 км от завода до реперного участка № 3. Две пробы были отобраны на фоновых территориях за городом Шелехов и в районе станции Подкаменная.

Пробы снега весом 5–7 кг отбирались в полиэтиленовые пакеты из лунок 0,5×0,5 м на всю мощность снежного покрова 0,4–0,6 м, за исключением приземного слоя высотой 0,1 м, где возможно взаимодействие снежного покрова с почвенно-растительным слоем.

Для определения минерального состава твердого остатка снегеохимических проб использовался порошковый дифрактометр «ДРОН-2». Ана-

лизы выполнялись в Центральной аналитической лаборатории ФГУП «Урангеологоразведка» БФ «Сосновгеология» старшим инженером рентгеноструктурного анализа Е. В. Механиковым.

Изучение минерального состава кристаллической фазы позволило дополнить существующую методику исследования снегогеохимических проб, в соответствии с которой в полученном твердом осадке раньше определялся только химический состав. Подробно методика изучения минерального состава твердофазных частиц снегогеохимических проб авторами была изложена ранее [4].

Результаты исследований

Проба № 1 отобрана около гаражей и стадиона, расположенных при въезде в город Шелехов со стороны оз. Байкал. В пробе присутствуют (табл. 1): кварц, техногенный минерал муллит, который образуется при горении угля, а также $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ – техногенный корунд и $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ – техногенный минерал, который пока не обнаружен в природных условиях. Оба соединения получены в результате переработки алюминиевого сырья. Они выгружаются в виде белого порошка на станции Гончарово, рассыпаются при перегрузке, рассеиваются по территории города ветром. В небольшом количестве отмечаются слюда, калишпат и плагиоклаз, которые присутствуют в пыли города.

Таблица 1

Минеральный состав твердого остатка снегогеохимических проб

Место взятия	№ пробы	Кварц	Муллит	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	Шпинель	α -кристобалит	Метал. кремний	Флюорит	Кальцит	Доломит	Амфибол	Слюда	Калишпат	Плагиоклаз	Каолинит	Углеродистое в-во
Окраина г. Шелехов	1	+	+	+	+												
50–100 м от завода	2																+
500 м	3	+		+													+
1000 м	4	+		+	+	+	+	+									+
1500 м	5	+		+	+	+	+	+		+			+				+
2000 м	6	+		+	+	+	+	+					+				+
2500 м	7	+		+	+	+	+	+				+					+
3000 м	8	+		+	+						+	+		+	+	+	+
п. Олха, 2800 м от завода	КТ – 0-2010		+	+	+	+	+		+				+				
Район ст. Подкаменная	9	+										+	+	+	+	+	

В непосредственной близости от завода из дымового факела в снеге обнаружено рентгеноаморфное углеродистое вещество (сажа), которое также отмечается во всех пробах. На расстоянии 500 м от завода кроме сажи, присутствуют кварц и $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. На расстоянии 1000 м в пробе снега установлены: кварц, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, шпинель – MgAl_2O_3 , α -кристобалит – SiO_2 , металлический кремний (Si).

Данная ассоциация техногенных минералов присутствует также в пробах, отобранных на расстоянии от завода 1500, 2000 и 2500 м. Кроме указанных техногенных минералов, на расстоянии 1500 м от завода отмечаются кальцит CaCO_3 и слюда $\text{KAl}_2(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$. На расстоянии 2000 м в пробе кроме главной ассоциации присутствует слюда. На расстоянии 2500 м установлены ассоциация техногенных минералов и природный минерал из пыли – амфибол $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{OH})_2\text{Si}_8\text{O}_{22}$. На расстоянии 3000 м, кроме кварца, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, доломита – $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$, амфибола, установлены компоненты из пыли окружающих пород – полевые шпаты: калишпат (KAlSi_3O_8), альбит ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), каолинит – $\text{Al}_2(\text{OH})_4[\text{Si}_2\text{O}_5]$ – продукт разрушения полевых шпатов.

На реперной мониторинговой точке (2800 м от завода) в снеге обнаружены: муллит $\text{Al}_9\text{Si}_3\text{O}_{10}\text{F}$, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, шпинель, α – кристобалит, техногенный флюорит (CaF_2), слюда; отсутствует металлический кремний.

Необходимо отметить, что в результате ранее проводимых мониторинговых исследований, в почвах поселка Олха еще в 2005 г. уровень загрязнения пахотных почв фторидами позволяет отнести их к зоне «экологического бедствия» (10 ПДК).

При существующем уровне загрязнения, использование почв для возделывания сельскохозяйственных культур, нецелесообразно или возможно при условии их мелиорации и постоянного контроля за содержанием фтора в продукции.

На окраине г. Шелехов в пробе снега обнаружены: кварц, муллит, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, а также породообразующие минералы – слюда, калишпат, альбит, каолинит; отсутствует рентгеноаморфное углеродистое вещество.

В фоновой снегеохимической пробе, отобранной за пределами зоны влияния алюминиевого завода, в районе станции Подкаменная, установлены только породообразующие минералы, характерные для встречающихся здесь пород: кварц, амфибол, калишпат, плагиоклаз, слюда, каолинит; техногенные минералы отсутствуют.

Обсуждение полученных результатов

В дымовом шлейфе от пожара присутствуют все компоненты, которые используются при производстве алюминия. Шлейф вытянут по направлению ветра и прослежен на расстоянии 3 км от завода. На расстоянии 50–100 м от завода в снегеохимических пробах установлены рентгеноаморфная углеродная фаза, в небольшом количестве отмечен $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ – техногенный корунд.

На расстоянии 0,5–3 км в дымовом шлейфе присутствует набор «главных техногенных компонентов»: кварц, α - Al_2O_3 , γ - Al_2O_3 , шпинель, α -кристобалит, металлический кремний и на расстоянии 2,8 км к перечисленным компонентам добавляется флюорит.

К сожалению, во всех пробах присутствует рентгеноаморфная фаза (сажа), не позволившая получить количественные характеристики присутствующих компонентов.

За пределами завода установлены α - Al_2O_3 , γ - Al_2O_3 , а также техногенный продукт – муллит, образующийся при горении угля.

Заключение

Выделенные техногенные частицы твердых фаз аэрозолей являются индикаторами конкретных источников загрязнения приземной атмосферы. В выбросах завода ОАО «ИркАЗ-СУАЛ» в 2002 г. установлены в снеге (%): α - Al_2O_3 – 60, γ - Al_2O_3 – 28, в 2005 (%): α - Al_2O_3 – 20, $\text{Q-Al}_2\text{O}_3+x\text{-Al}_2\text{O}_3$ – 80 [4].

Кроме твердых частиц различных модификаций и состава, алюминиевый завод ОАО «ИркАЗ СУАЛ» выбрасывает в атмосферу специфические вещества: смолистые, содержащие бенз(а)пирен, твердые фториды, фтористый водород.

После пожара (февраль 2010 г.) в выбросах завода «СУАЛ-ПМ» установлены: рентгеноаморфное углеродистое вещество, кварц, α - Al_2O_3 , γ - Al_2O_3 , шпинель, α -кристобалит, металлический кремний, флюорит, а также природные минералы из пыли окружающих пород. Количественные соотношения между техногенными и природными минералами определить не удалось из-за присутствия в пробах рентгеноаморфного углеродистого вещества.

Таким образом, для металлургических заводов техногенный корунд и различные его модификации нельзя хранить в открытом виде и в кучах, как на станции Гончарово.

Список литературы

1. *Аргучинцев В. К.* Численное моделирование распространения твердых взвесей от промышленных предприятий в Южном Прибайкалье / В. К. Аргучинцев, А. В. Аргучинцева, Л. В. Макухин // География и природные ресурсы. – 1995. – № 1. – С. 152–158.
2. *Аргучинцева А. В.* Моделирование накопления на подстилающей поверхности полидисперсных аэрозолей антропогенного происхождения / А. В. Аргучинцева // Оптика атмосферы и океана. – 2000. – Т. 13, № 9. – С. 865–870.
3. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Иркутской области в 2007 г. – Иркутск : Облмашинформ, 2008. – 357 с.
4. Кристаллические фазы аэрозолей в природно-технических системах Прибайкалья / В. П. Рогова [и др.]. – Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 2008. – С. 167–180.
5. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М. : ИМГРЭ, 1982. – 112 с.

6. Минеральный состав твердых частиц в городах Южного Прибайкалья / В. П. Рогова [и др.] // Оптика атмосферы и океана. – 2002. – Т. 15, № 5–6. – С. 555–557.

7. Нецветаева О. Г. Химический состав и кислотность атмосферных осадков в Прибайкалье / О. Г. Нецветаева, Т. В. Ходжер // Оптика атмосферы и океана. – 2000. – Т. 13, № 6–7. – С. 618–621.

8. Элементный состав нерастворимой фракции зимних атмосферных выпадений в некоторых районах Южного Прибайкалья / В. А. Оболкин [и др.] // Оптика атмосферы и океана. – 2004. – Т. 17, № 5–6. – С. 414–417.

The solid Aerosol Particles are in the snow near of zone fire of the aluminium factory

V. P. Rogova, L. V. Malevich, N. V. Fedorova, V. A. Znaydenko,
V. A. Skvortsov, D. A. Chursin

Annotation. Their had been result of the mineral composition of solid particles aerosols from snow caver after of fire on the aluminum factory.

Key words: solid aerosol particles, fire, aluminum factory.

Рогова Вера Парфентьевна
доктор геолого-минералогических наук,
профессор
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 52-10-89, 38-72-91

Малевич Леонид Викторович
начальник
Геоэкоцентр БФ «Сосновгеология»
664039, г. Иркутск, ул. Гоголя, 53
тел.: (3952) 38-72-26

Фёдорова Наталья Владимировна
кандидат технических наук, доцент
Иркутский государственный университет
путей сообщения
664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15
тел.: (3952) 38-77-46

Знайденко Владлена Александровна
студентка 5-го курса
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 52-10-89

Скворцов Валерий Александрович
доктор геолого-минералогических наук
профессор
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 52-10-89

Чурсин Денис Александрович
кандидат технических наук
Иркутский государственный университет
путей сообщения
664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15
тел.: (3952) 38-77-46