

## **КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ**

*Александр Степанович Огудов*

Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, кандидат медицинских наук, зав. отделом токсикологии, тел. (383)343-44-43, e-mail: ogudov.tox@yandex.ru

*Виктор Владиславович Турбинский*

Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, доктор медицинских наук, директор, тел. (383)343-34-01, e-mail: vvturbin@rambler.ru

Представлены результаты геохимических исследований по обоснованию санитарно-защитной зоны горно-обогатительных комбинатов. Подтверждена необходимость включения в методологию регламентации санитарно-защитных зон комплексного геохимического исследования, позволяющего оценить степень загрязнения атмосферного воздуха, снегового покрова, почвы, питьевой воды и продуктов питания.

**Ключевые слова:** горно-обогатительные комбинаты, обоснование санитарно-защитной зоны, комплексное геохимическое исследование.

## **THE COMPLEX GEOCHEMICAL INVESTIGATIONS IN DESIGNING OF SANITARY AND PROTECTING ZONES OF MINING AND ENRICHING PLANTS**

*Alexander S. Ogudov*

Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor, 630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkchomenko St., Ph. D., Head of Toxicology Department, tel. (383)343-44-43, e-mail: ogudov.tox@yandex.ru

*Victor V. Turbinskiy*

Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor, 630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkchomenko St., D. Sc., Director, tel. (383)343-34-01, e-mail: vvturbin@rambler.ru

The results of geochemical investigations on grounding of sanitary and protecting zone of mining and enriching plants are presented. The necessity of inclusion in methodology of regulation of sanitary and protecting zones of complex geochemical investigation, allowing estimating the level of pollution of atmospheric air, coat of snow, soil, drinking water and food is confirmed.

**Key words:** mining and enriching plants, grounding of sanitary and protecting zone, complex geochemical investigation.

### **Актуальность**

Совершенствование методологии обоснования размеров санитарно-защитных зон для горно-обогатительных комбинатов остается актуальной санитарно-экологической проблемой. Требуемые СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 расчеты

рассеивания выбросов загрязнителей в атмосферном воздухе при обосновании размеров санитарно-защитных зон не отвечают комплексному характеру их воздействия на окружающую среду и организм человека. К неучтенным факторам относится риск перорального поступления в организм человека токсичных элементов, выбрасываемых в атмосферу, с последующим накоплением в поверхностных слоях почвы, съедобных частях растений и организме домашних животных.

Целью настоящей работы было научное обоснование предложений по корректировке размеров санитарно-защитной зоны горно-обогачительных комбинатов на основе анализа материалов комплексного геохимического исследования.

### **Материалы и методы**

Объектами исследования в районах размещения Алтайского и Салаирского горно-обогачительных комбинатов (ГОКов) являлись атмосферный воздух, снеговой покров, почва, питьевая вода и продукты питания. Содержание металлов, являющихся основными (свинец, цинк, медь) и сопутствующими компонентами добываемых руд, определялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Всего проведено 4027 анализов качества объектов окружающей среды.

### **Результаты и обсуждения**

Гигиеническая оценка технологических процессов и натурные исследования показали, что горно-обогачительные комбинаты являются источниками загрязнения атмосферного воздуха металлосодержащим аэрозолем. Уровни загрязнения определялись не только несовершенством технологических схем, но и неэффективностью средств пылеподавления, нерациональной организацией транспортировки и хранения сырья и отходов, неблагоустроенностью промплощадок и санитарно-защитных зон (СЗЗ). Наибольшую опасность из входящих в состав аэрозоля элементов представлял свинец, концентрации которого на территории жилой застройки в районе размещения Салаирского ГОКа в 7,1–31,6 % проб в 1,3–3,6 раза превышали предельно допустимую концентрацию (ПДК) [1].

Выпадение промышленных выбросов из атмосферы на земную поверхность приводит к формированию геохимических аномалий в снеговом покрове и почвах, протяженность которых в подветренном направлении в 2–5 раз превышала размеры зон аэрогенного загрязнения. Общая площадь зон полиэлементного загрязнения снегового покрова составила около 10 км<sup>2</sup>. Ведущими компонентами загрязнения служили главные рудные элементы – медь, цинк и свинец. Аномалии сопутствующих элементов проявлялись присутствием высокотоксичных кадмия, сурьмы и хрома. Техногенные аномалии в почвах характеризовались высоким содержанием свинца, цинка, меди и кадмия. Установлена выраженная зональность загрязнения почв: на расстоянии 500 м от ГОКа содержание цинка составляло 355–467 мг/кг, 1000 м – 89,1–117,5 мг/кг,

1500 м – 79,4–126 мг/кг, 2000 м – 57,5 мг/кг. Аналогичная закономерность установлена при анализе накопления в почвах меди, свинца и кадмия. На территории жилой застройки максимальные концентрации в почвах главных рудных элементов превышали фоновые уровни в 20–30 раз, сопутствующих – в 2–6 раз [2]. Значение гигиенической оценки загрязнения почв для регламентации размеров СЗЗ и мелиоративных мероприятий обусловлено тем, что техногенные аномалии в почвах создают риск загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и грунтовых вод, продуктов питания.

Результаты исследования содержания токсичных элементов в огородных культурах показали, что за счет механизмов активного транспорта металлов растения в определенной степени способны защищать себя от избыточного поступления свинца и меди. Ведущими загрязнителями огородных культур являлись кадмий и цинк, повышенные уровни которых регистрировались в контрольных точках, прилегающих к обогатительной фабрике и карьере. Содержание кадмия превышало ПДК в 13,6 % проб картофеля, 65 % проб свеклы, 10,5 % проб лука и 14,3 % проб моркови. Более благоприятная ситуация складывалась с накоплением цинка, концентрация которого незначительно превышала ПДК в 18,2 % проб свеклы и 5,3 % проб лука.

Основными путями поступления токсичных элементов в организм животных являлись разнотравье, вода из поверхностных источников водопоя, расположенных вблизи объектов ГОКа, и почва, которая может произвольно заглатываться пасущимися животными. Результаты лабораторного анализа показали, что из всех исследуемых элементов только содержание свинца в коровьем молоке превышало ПДК в 3–4 раза. Концентрации меди, цинка и кадмия не достигали предельно допустимых уровней [3].

Заключительным этапом геохимического исследования являлось установление реальных нагрузок металлов, способных поступать в организм человека различными путями – с вдыхаемым воздухом, пищей и водой. Нагрузка, обусловленная поступлением металла через дыхательные пути, для детского населения устанавливалась исходя из концентрации металла в атмосферном воздухе в районах проживания ребенка и расположения школы (детского сада), которую он посещает, количества воздуха, вдыхаемого ребенком за время пребывания в этих районах, и коэффициента задержки конкретного элемента в дыхательных путях. Нагрузка, обусловленная поступлением через желудочно-кишечный тракт, устанавливалась исходя из концентрации химических элементов в пищевых продуктах, питьевой воде и их фактического употребления в сутки, которое определялось путем анализа меню в детских дошкольных учреждениях и семьях. Наряду с изучением содержания металлов в отдельных продуктах питания (огородные культуры, молоко) определялось содержание свинца, цинка, меди и кадмия во всех составных частях рационов, отобранных в 2-х детских садах. Для расчета потерь металлов в овощах при их приготовлении наряду с собственными исследованиями использовались данные литературы [4]. Суммарная нагрузка рассчитывалась с учетом количества металла, поступающего ингаляционным и пероральным путями.

На основе средних концентраций свинца и кадмия в атмосферном воздухе изучаемых районов рассчитаны их суточные ингаляционные нагрузки на детское население по формуле:

$$P_i = C_a \cdot V \cdot K ,$$

где  $P_i$  (мкг/сут) – ингаляционная нагрузка металла;  $C_a$  (мкг/м<sup>3</sup>) – концентрация металла в атмосфере;  $V$  (м<sup>3</sup>) – объем воздуха, вдыхаемого ребенком в сутки;  $K$  (%) – коэффициент задержки металла в дыхательных путях.

Установлено, что более высокие нагрузки свинца и кадмия испытывали дети, проживающие вблизи обогатительной фабрики, где средние значения ингаляционных нагрузок свинца превышали величины наиболее чистого района в 1,2 раза, кадмия – в 2,0 раза.

Пероральные нагрузки металлов на детское население определялись по формуле:

$$P_n = \sum_{i=1}^N C_{n_i} \cdot M_i ,$$

где  $P_n$  (мкг/сут) – суточная пероральная нагрузка;  $C_{n_i}$  (мкг/г) – концентрация металла в продукте питания (блюдо);  $M_i$  (г) – масса продукта (блюда);  $N$  – количество продуктов (блюд) в рационе.

Проведенные расчеты показали, что содержание свинца и кадмия в рационах питания детей, проживающих в различных районах г. Салаир, практически не различаются и составляют соответственно 185–186 и 17,3–17,6 мкг в день. С пищей в организм детей поступает около 0,7 мг меди и 9,6 мг цинка. Дополнительным источником поступления является питьевая вода, с которой в организм детей поступает в среднем 0,153 мкг свинца, 0,033 мкг кадмия и 4,3 мкг цинка в сутки.

Суммарная нагрузка на детское население металлов, поступающих ингаляционным и пероральным путями, определялась по формуле:

$$P_c = P_i + P_n ,$$

где  $P_c$  (мкг/сут) – суточная суммарная нагрузка.

Установлено, что основное количество свинца (99,3–99,4 %) и кадмия (99,7 %) в организм детей поступает с пищей. И только 0,5–0,6 % свинца и 0,1–0,2 % кадмия поступают с атмосферным воздухом, 0,1–0,2 % – с питьевой водой. Суммарная суточная нагрузка свинца, составившая для различных районов 186,2–187,1 мкг, незначительно превышала норматив ВОЗ, кадмия – не достигала указанного норматива. Однако часть обследованных детей употребляла молоко, полученное от коров, содержащихся на загрязненных территориях. Суммарная нагрузка свинца в данном случае, как показали расчеты, составит около 230 мкг/сут, что существенно выше предельно допустимой. По данным литературы, суточная потребность детей в цинке составляет 0,3 мг/кг, меди – 0,035 мг/кг. Фактически же в организм детей в сутки поступало

0,4–0,5 мг/кг цинка, т. е. несколько выше нормы, и 0,028–0,033 мг/кг меди, т. е. несколько ниже нормы. Интенсивное загрязнение токсичными элементами почв некоторых районов г. Салаира, в том числе территорий детских дошкольных учреждений, является фактором риска увеличения их  $P_C$ . Воздействие этого фактора реально в летний сезон, когда дети значительную часть времени проводят вне помещений, играют на песке.

### Заключение

Поступление токсичных элементов в организм человека в горнорудных районах осуществляется преимущественно ингаляционным и пероральным путями. При употреблении продуктов питания растительного и животного происхождения, полученных на загрязненных территориях, пероральное поступление тяжелых металлов в организм в количественном отношении становится основным и составляет для детского контингента 99 % от суммарного. Риск повышенного поступления в организм детей свинца в горнорудном регионе возникает при употреблении коровьего молока, кадмия и цинка – огородных культур, в которых их содержание превышает ПДК. Реальная суммарная нагрузка на детское население свинца, поступающего ингаляционным и пероральным путями, может превышать на 28–53 % предельно допустимую, рекомендованную экспертным комитетом ВОЗ. Обоснование размеров СЗЗ предприятий, осуществляющих добычу и обогащение руд цветных и драгоценных металлов, должно включать в себя выявление и оценку геохимических аномалий в снеговом покрове и почвах, протяженность которых в подветренном направлении в 2–5 раз превышает размеры зон аэрогенного загрязнения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.05.2003 № 114 (ред. от 12.01.2015) «О введении в действие ГН 2.1.6.1338-03» (вместе с «ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 21.05.2003 г.). – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006.
2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.
3. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. Решением Комиссии таможенного союза от 28.05.2010 года № 299. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2011.
4. Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

© А. С. Огулов, В. В. Турбинский, 2017