

# ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

А. С. Огудов

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года предусматривается опережающее развитие рудной базы цветной металлургии, причем особое внимание уделяется освоению природных богатств Сибири, которая является кладовой значительной доли общесоюзных запасов руд цветных металлов. Расширение сырьевой базы действующих горнодобывающих предприятий, более комплексное использование рудного сырья, повышение производительности труда в цветной металлургии на 6—7% внесут значительный вклад в укрепление материально-технической базы народного хозяйства.

Вместе с тем, высокие темпы развития отрасли выдвигают перед гигиенической наукой ряд проблем, требующих решения. Однако, к настоящему времени гигиеническая наука не располагает достаточно полными сведениями о воздействии производственных выбросов горно-обогатительных предприятий цветной металлургии на окружающую среду и здоровье населения. Прежде всего, это относится к тяжелым металлам, отличающимся стойкостью во внешней среде и способностью к кумуляции в растительных и животных организмах. Длительное поступление в организм человека даже незначительных количеств тяжелых металлов отрицательно сказывается на иммунологическом статусе, вызывает специфические, в том числе отдаленные, эффекты. Накопление тяжелых металлов в различных объектах окружающей среды в районах расположения объектов цветной металлургии приводит к образованию техногенных биогеохимических аномалий, неблагоприятных для проживания населения [1, 2].

Указанные особенности воздействия предприятий цветной металлургии на окружающую среду требуют комплексного подхода к его изучению, предполагающего обязательный учет всех источников загрязнения атмосферы и их интенсивности, определение зональности распространения вредных веществ и характера их миграции из атмосферы в почву, из почвы в растения и т. д.

Исходя из этого, исследования по гигиенической оценке горно-обогатительных предприятий как источников загрязнения окружающей среды мы провели в несколько этапов.

На первом этапе исследований была дана гигиеническая оценка технологического процесса добычи и обогащения руд цветных металлов, которая показала, что все основные технологические операции добычи и обогащения (дробление, прохождение, флотация) сопровождаются пылеобразованием. Через системы вентиляции пыль поступает в атмосферный воздух, загрязняя его на значительных расстояниях от промышленных площадок. Кроме того, источниками образования пыли с высоким содержанием тяжелых металлов в районах размещения горно-обогатительных предприятий являются хвостохранилища, склады руды, отвалы породы и трассы их перевозки.

Второй этап исследования заключался в определении уровней загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами в районах расположения двух горно-обогатительных комбинатов. Проведенные с этой целью подфакельные исследования

показали, что содержание пыли в воздухе изучаемых районов непостоянно во времени и пространстве. Наиболее высокие уровни загрязнения наблюдались в радиусе 500 метров, где максимальные фазовые концентрации пыли превышали ПДК в значительном количестве проб, взятых на анализ. По мере удаления от источника запыленность воздуха снижалась, однако и на расстоянии 1500 метров в ряде проб превышала предельно допустимые значения. Оценка опасности загрязнения атмосферы, проведенная в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными М. А. Пинигиным (1976), свидетельствует о том, что на расстоянии 1500 метров загрязнение рассматривается как вызывающее опасение, а на расстоянии 500 метров — может классифицироваться как опасное.

Однако, неблагоприятное воздействие пыли на здоровье определяется не только ее концентрацией в воздухе, но и размерами пылевых частиц. Микроскопические исследования пылевых препаратов показали, что витающая пыль в районе порно-обогачительного комбината имеет высокую степень дисперсности — процент респирабельной фракции пыли (частицы размером до 5 мкм) колебался от 94,5 до 98,5.

Подфакельные исследования загрязнения атмосферного воздуха были дополнены исследованиями загрязнения снежного покрова, который является естественным накопителем химических элементов, поступающих из атмосферы, и, следовательно, косвенным индикатором ее состояния. Кроме того, содержание тяжелых металлов в снеге дает представление о темпах их выпадения из атмосферы, что очень важно для разработки гигиенического прогноза загрязнения окружающей среды.

Отбор проб снега проводился в конце зимнего сезона с наветренной и подветренной сторон от предприятия. После предварительной подготовки содержание тяжелых металлов в пробах определялось атомно-абсорбционным методом. Выбор металлов для характеристики загрязнения снежного покрова основывался на анализе состава руды месторождения, при этом химические элементы определялись отдельно в твердой и жидкой фазах пробы. В качестве оценочных показателей загрязнения использовались нагрузки  $P$  — массы загрязнителей, выпадающие на единицу площади за единицу времени  $[кг/(км^2 \cdot сут)]$ .

Анализ данных статистической обработки материала позволил выявить следующие закономерности. Наибольшие значения нагрузок по элементам твердой фазы наблюдались с

подветренной стороны от предприятия в радиусе 1000 метров. По мере удаления от источника уровни загрязнения снежного покрова снижались, однако и на расстоянии 2000 метров оставались довольно значительными. Прилегающие к предприятию с наветренной стороны территории характеризовались наименьшими значениями нагрузок по большинству анализируемых элементов. Среди элементов твердой фазы для всех зон подветренного положения преобладали цинк и свинец. По нагрузкам анализируемых элементов жидкой фазы столь четкой зависимости от направления господствующих ветров и расстояния не наблюдалось. Однако, цинк и свинец по-прежнему находились в ряду преобладающих в снеге элементов. Нагрузки по 5 элементам из 9 анализируемых в твердой фазе подветренного положения достоверно превышали соответствующие показатели для проб наветренного положения, в жидкой фазе: — по 4 элементам из 8 анализируемых.

Кроме расчета нагрузок, проведено сравнение распределения химических элементов в руде месторождения и пыли, содержащейся в снежном покрове. При этом отмечена четкая связь между распределением химических элементов в руде и в пробах подветренного положения; наибольшие концентрации имели цинк и свинец. По содержанию химических элементов в пробах наветренного положения четкой связи с источником не прослеживалось.

Кроме снежного покрова, в качестве депо тяжелых металлов выступает почва, изучение загрязнения которой явилось заключительным этапом проводимых исследований. Однако, в отличие от загрязнения снежного покрова, отражающего воздействие источника за короткий период (зимний сезон), загрязнение почвенного покрова свидетельствует о его длительном, многолетнем воздействии. Накопление тяжелых металлов в почве может оказать отрицательное воздействие на здоровье населения как при прямом контакте человека с ней, так и вследствие миграции по экологическим цепям («почва — растение — человек», «почва — растение — животное — человек», «почва — атмосферный воздух — человек» и др.).

Отбор проб почвы проводился методом «гигиенического конверта» с наветренной и подветренной сторон от предприятия. В качестве контрольных использовались пробы, отобранные на расстоянии 30 км с наветренной стороны. Содержание металлов в почвенных пробах определялось методом эмиссионного спектрального анализа. Выбор металлов для характеристики загрязнения почвы также определялся хими-

ческим составом руды месторождения. В качестве оценочных показателей загрязнения использовались коэффициенты концентрации ( $K_c$ ), которые рассчитывались как отношение содержания элемента в исследуемой пробе к его среднему фоновому содержанию, и суммарные показатели загрязнения ( $Z_c$ ), характеризующие эффект воздействия группы элементов. В качестве порога аномальности использовалось содержание металла в пробе, превышающее фоновое в 1,5 раза [3].

Анализ полученных данных показал, что в пробах подветренного положения для 6 элементов из 9 анализируемых наблюдалась четкая зависимость уровней их накопления в почве. Наибольшие значения коэффициентов концентрации для всех элементов наблюдались на расстоянии 500 метров от предприятия, причем преобладающими элементами были цинк, кадмий, свинец. По мере удаления от источника уровни загрязнения почвенного покрова снижались, однако и на расстоянии 2000 метров содержание тяжелых металлов оставалось аномальным ( $K_c > 1,5$ ). Преобладающими среди накапливающихся металлов в радиусе 1500 метров по-прежнему оставались цинк, кадмий, свинец, в радиусе 2000 метров — медь, кадмий, цинк. На расстояниях 2500—3000 метров уровни накопления тяжелых металлов, за исключением кобальта, не превышали фоновые. В пробах, отобранных с подветренной стороны от источника, на расстоянии 500 метров, только содержание кобальта превышало порог аномальности, на расстоянии 1000 метров — аномальным было содержание всех элементов, кроме молибдена. Однако, преобладающими элементами-загрязнителями здесь были кобальт и медь. Вероятно, аномальное содержание элементов в данном случае связано с внесением в почву удобрений, загрязнением ее бытовыми отходами и т. п., т. к. на этом расстоянии пробы отбирались из приусадебных участков. Наибольший суммарный показатель загрязнения  $Z_c$ , равный 82,3, наблюдался на расстоянии 500 метров с подветренной стороны от предприятия. По мере удаления наблюдалось отчетливое снижение его значений.

Содержание тяжелых металлов в пробах почвы, отобранных с подветренной стороны, коррелировало с химическим составом руды месторождения — преобладающими элементами являлись цинк, свинец, кадмий, медь. Для проб наветренного положения подобной зависимости не прослеживалось.

Таким образом, в результате проведенных исследований изучена степень зонального загрязнения атмосферного воздуха, снежного покрова и почвы предприятиями по добыче и

обогащению полиметаллических руд. Тяжелые металлы, содержащиеся в этих средах в гигиенически значимых количествах, представляют определенную опасность для здоровья населения, что обуславливает необходимость научной разработки комплекса профилактических мероприятий, направленных на предотвращение вредного воздействия на окружающую среду и ее оздоровление, и гигиенических рекомендаций по размещению указанных предприятий на новых территориях.

Это, в первую очередь, увеличение размеров санитарно-защитной зоны с 300 м до 1000 м, проведение работ по ее благоустройству и озеленению.

Кроме того, следует обратить внимание руководителей предприятий на необходимость оборудования предприятий высокоэффективными пылеулавливающими системами, более широкого использования мокрых способов пылеподавления при погрузке — разгрузке и перевозке руды, укрепления пылящей поверхности хвостохранилищ путем создания травостоя на их поверхности, обработки различными вяжущими растворами и др.

Следует также решить вопрос об использовании в сельском хозяйстве почв, содержащих аномальные количества тяжелых металлов.

## ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЮЖНО-ЯКУТСКОГО УГОЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И КУЗБАССА

Гигиенические проблемы формирования Южно-Якутского угольного комплекса и Кузбасса. — М.: НИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, 1986, 103 стр.

Сборник подготовлен по материалам Новосибирского научно-исследовательского института гигиены.

В нем представлены результаты гигиенических исследований, выполненных в 1985 году. В статьях освещаются вопросы, касающиеся гигиенических аспектов охраны труда и окружающей среды в районах формирования и эксплуатации территориально-производственных комплексов, в основном в Южно-Якутском угольном комплексе и в Кузбассе.

Ил. 7, табл. 7, список лит. 70 назв.

Ответственный редактор **Е. М. Горбачев.**

Редколлегия: **Д. И. Каганович** (редактор), **А. А. Добринский,**  
**И. Г. Лемещенко.**

