УДК 504.3.054

Д.С.КОРЕЛЬСКИЙ
аспирант кафедры геоэкологии

МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗОН ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЫ ОАО «СЕВЕРОНИКЕЛЬ»

Комбинат «Североникель» – одно из крупнейших предприятий Кольского п-ова по переработке медно-никелевого сырья для получения в виде готовой продукции цветных металлов и концентратов драгоценных металлов. Производственная деятельность комбината «Североникель» оказывает заметное негативное влияние на довольно обширную территорию Мурманской области, а зона очень высокого уровня загрязнения почв составляет площадь 1400 км^2.

В ходе экспедиции летом 2005 г. в Мурманской области на территориях, подверженных непосредственному атмосферному воздействию ОАО «Североникель» на различном расстоянии от комбината и в фоновых территориях на пробных площадях, отбирались пробы верхних почвенных горизонтов. Это позволит определить общую степень загрязненности почв на различном расстоянии от предприятия и распределение накопления тяжелых металлов по различным горизонтам. Отбирались пробы растительности в виде фитомассы древесного, кустарничко-травяного и мохово-лишайникового ярусов. Проводимые исследования позволят произвести комплексную оценку негативного воздействия на почвенный покров и различные виды растительности.

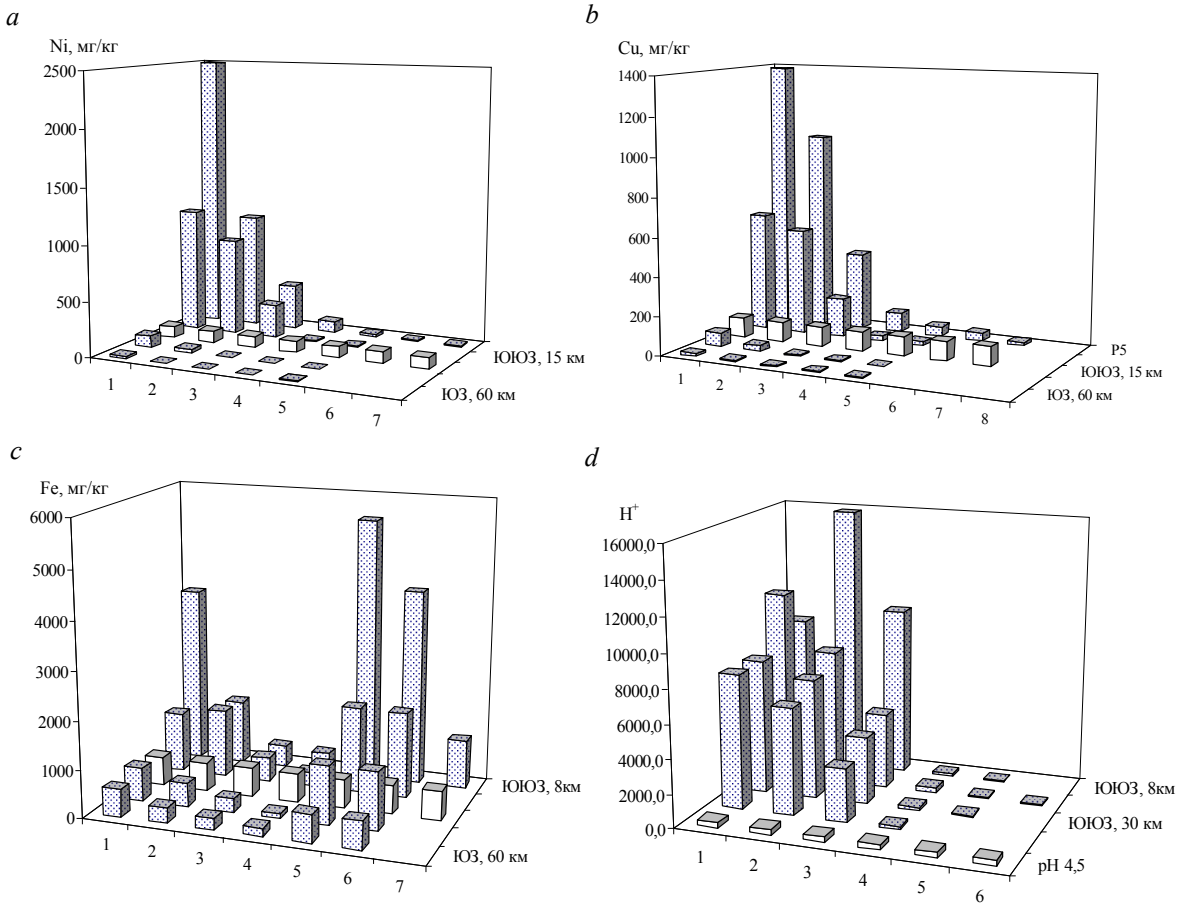
The «Severonikel» Combine this one of the largest enterprises of the Kola Peninsula processing Cu-Ni raw materials to produce nonferrous metals and concentrates of precious metals as its end-products. Industrial activity of the «Severonikel» Combine renders appreciable negative influence on extensive territory of the Murmansk Region, and the area characterized with a very high level of soil pollution occupies 1400 km^2. During an expedition in summer 2005 to the Murmansk Region, test samples were taken from upper soil horizons in the territories subject to direct atmospheric influence of the Open Society «Severonikel» at various distances from combine and in background territories. It will allow defining a general degree of soil pollution at various distances from the enterprise, and distribution of accumulated heavy metals in various horizons. Tests of vegetation in the form of phytomass of wood, shrub-grassy and moss-lichen circles were selected. The researches will allow making a complex estimation of negative influence on the soil cover and various types of vegetation.

Тема исследовательского проекта – мониторинг и рекультивация территорий, находящихся под воздействием комбината «Североникель». В основе проекта лежат материалы экспедиционных исследований, проводимых в Мурманской области, в которых автор принимал личное участие.

Основные цели исследований:

- опробование и совершенствование методик мониторинга почвенно-растительного покрова;
- создание методики, позволяющей достаточно быстро проводить зонирование территорий, прилежащих к предприятиям, по уровню загрязнения и нарушения, и, соответственно, необходимости проведения рекультивации;
- анализ основных методик рекультивации территорий и разработка применительно к зоне воздействия комбината «Североникель».

Объектом исследований стали территории, находящиеся под воздействием производственных подразделений комбината «Североникель», которые являются зоной экологической катастрофы. Основным видом деятельности комбината является переработка медно-никелевого сырья.



Содержание подвижных форм Ni (*a*), Cu (*b*), Fe (*c*) и H^+ (*d*) в почвах сосновых лесов в районе комбината «Североникель»

В последние годы объемы выбросов в атмосферу комбинатом основных загрязняющих веществ составляют порядка 8 тыс.т/год полиметаллической пыли (никель, медь, кобальт, оксид марганца) и свыше 180 тыс.т/год SO_2.

Многочисленные исследования показали, что в радиусе более 50 км от комбината «Североникель» расположены зоны выпадения кислых осадков, где экосистемы находятся под влиянием избыточного поступления серы и других поллютантов, вблизи предприятия pH почвы достигает 2,8-2,1. Зона чрезвычайно высокого уровня загрязнения (суммарный показатель загрязнения $Zc > 128$) составляет 1400 км^2 и характеризуется максимальными годовыми выпадениями Ni и Cu.

На рисунке показаны содержания подвижных форм некоторых химических элементов и H^+ в почвах сосновых лесов в районе воздействия комбината «Североникель» при разном уровне атмосферного загрязнения и на различных горизонтах.

На рисунке выделены превышающие пороговые значения содержания данных элементов в почвах в странах Европейского Союза. При этих концентрациях многие из них токсичны для животных и человека, а также фитотоксичны, т.е. приводят к замедлению роста растений.

Под влиянием серы в комплексе с тяжелыми металлами изменяются практически все свойства почвы и их облик. При этом типе загрязнения резко изменяются не только свойства гуминовых веществ, но и состав гумуса: в загрязненных почвах снижается количество гуминов и более чем в 2 раза повышается содержание гуминовых кислот, снижается также и количество водорастворимого органического вещества. Нарушается состав микрофлоры: общая чис-

ленность бактерий в загрязненной почве возрастает, а количество почвенных грибов заметно уменьшается. Естественно, что комплекс перечисленных изменений приводит к уменьшению биологической активности почв. Интенсивность дыхания почв снижается в 1,5-2,5 раза, значительно медленнее идет разложение лесной подстилки.

В заключение можно сделать вывод о том, что загрязнение лесных почв серой в комплексе с тяжелыми металлами оказывается наиболее драматичным: в техногенной пустыне, где полностью уничтожена растительность, перестает существовать и почва. К тому же воздействие техногенных массивов на прилегающие земли и биоту является длительным и проявляется даже через десятки лет.

В ходе экспедиции летом 2005 года в Мурманской области на территориях, подверженных непосредственному атмосферному воздействию ОАО «Североникель», был отобран основной материал в виде проб почв и растительности. Исследования проводились совместно с сотрудниками Ботанического института им. В.Л.Комарова РАН, которые осуществляют собственные геоботанические изыскания на постоянных пробных площадях (ППП) на Кольском п-ове с 1984 г. Сбор данных осуществлялся в различном объеме на 12 ППП с применением как общепринятых методов пробоотбора, так и усовершенствованных применительно к объектам и задачам выполняемых исследований.

Распределение металлов по профилю загрязненной почвы имеет ряд существенных и характерных отличий. В основном тяжелые металлы техногенного происхождения сосредотачиваются в поверхностном 5-10-сантиметровом слое. Часть металлов, попавших в почву, образует трудно растворимые формы соединений с гумусовыми веществами, какая-то часть может войти в состав поглощенных оснований, замещая кальций и магний, а часть – в состав глинистых минералов. Все они закрепляются в верхнем гумусовом слое, а оставшаяся часть металлов мигрирует в профиле почвы в растворенном виде с почвенным раствором до большой глубины, причем второй максимум содержания металлов находится на границе с аллювиальным горизонтом.

Для исследования закономерностей осаждения и распределения загрязнений по профилю и площади с наружной стороны ППП закладывались прикопки, представляющие собой шурфы 30 × 30 см глубиной до 50 см. Принцип описания и отбора проб аналогичен работе с почвенными разрезами, но как более экспрессный позволяет закладывать от 10 до 20 прикопок на одной пробной площади, что дает в конечном итоге репрезентативные данные о физико-химических свойствах лесной подстилки. На различном расстоянии от комбината и на фоновых территориях на ППП отбирались пробы верхних почвенных горизонтов, а именно A0, A1, A2 (где возможно) и BFH. Это позволяет определять как общую степень загрязненности почв на различном расстоянии от предприятия, так и получить распределение накопления тяжелых металлов по различным горизонтам. В фоновых зонах пробы отбирались посредством усреднения с нескольких прикопок, отстоящих друг от друга на 2 м. В зоне воздействия комбината пробы усреднялись с 4 прикопок в углах квадратов 2 × 2 м, отстоящих друг от друга на 10 м, что позволяет дополнительно определить миграцию в пределах одной ППП. Для получения полной картины инфильтрации и аккумуляции тяжелых металлов было заложено несколько почвенных разрезов. Отобранные образцы анализируются на рентгенофлуоресцентном спектрометре ED2000 фирмы «Oxford Instruments» (Великобритания).

Параллельно с оценкой содержания тяжелых металлов в лесных почвах в настоящее время проводятся исследования химического состава хвои деревьев и растений нижних ярусов. Необходимость подобных исследований подтверждается тем, что определенные ранее на данной территории средние содержания в горизонте A0 подвижного Ni составляют 186 мг/кг (46 ПДК), а Cu – 368 мг/кг (122 ПДК), что превышает предел насыщения мхов, традиционно используемых для оценки годовых выпадений

тяжелых металлов. На фоновых пробных площадях отбирались основные представители растительного мира данного региона, такие как: сосна и ель сибирская (хвоя за последние 5 лет), кустарнички черники, брусники, голубики, дерена шведского и Impetrum (лиственная фитомасса), мхи и лишайники – плевроциум Шребера (Pleurozium schreberi), гилокомиум блестящий (Hylocomium splendens), ягель (Cladina stellaris). Далее в пределах ППП отбирались образцы всех растений, представленных на пробной площади и входящих в список отобранных ранее на фоновых участках. Отбор проб проводился усреднением образцов. Дополнительно на двух ППП, находящихся в зоне влияния комбината, был произведен отбор хвои ели сибирской, матурных и вергинильных особей, индивидуально по деревьям, с описанием состояния. Количественный анализ планируется проводить с использованием атомно-адсорбционного спектрометра AAS5EA фирмы «Analytic Jena» (Германия).

В 1992 г. Ботаническим институтом им. В.Л.Комарова РАН совместно с сотрудниками Лапландского заповедника был заложен полевой эксперимент с рассеиванием полиметаллической пыли на снежный покров на участке фоновой территории Кольского п-ова. Выбрали две соседние площадки в незагрязненной зоне, одна из которых служила контрольной. Из-за неравномерности внесения загрязнителей наглядным результатом эксперимента служит появление «пятен» в лишайниковом покрове, в которых концентрация тяжелых металлов превысила предел существования Cladina stellaris, однако позволила существовать кустарничкам брусники.

Через эти «пятна» был проложен профиль метровых площадок, присутствие Cladina stellaris на которых варьировало от полного до нулевого. В пределах метровых площадок отбирались объединенные пробы лишайника, фитомассы листьев брусники и производился отбор проб почв (горизонты A0, A1, A2, где возможно, и BFH) из прикопок. В местах полного отсутствия Cladina stellaris дополнительно отбирались пробы почв и брусники на 30-сантиметровых площадках. Анализ отобранных образцов почвы позволит вычислить условия восстановления и существования Cladina stellaris на загрязненных почвах.

Таким образом, с помощью мониторинговых исследований появится возможность разделить зону влияния металлургического предприятия на территории, способной к самовосстановлению после прекращения производственной деятельности, а также зоны, где необходимость рекультивации земель будет однозначной. Принципиальной схемой такого разделения станет построение ореолов загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами. Условия существования самого чувствительного представителя растительного мира, а в данном случае Cladina stellaris, выделит области, способные к естественному природному восстановлению.

Заключительным этапом представленного проекта станет рекультивация территорий, выделенных в ходе мониторинговых исследований. Основная зона рекультивации прилегает к предприятию и характеризуется огромными концентрациями тяжелых металлов и повышенной кислотностью. Существование и самостоятельное восстановление растительных сообществ на данных площадях невозможно, а сами почвы являются источником загрязнений грунтовых вод.

В настоящее время ОАО «Североникель» проводит попытки частично восстановить и озеленить территории, прилежащие к городу Мончегорску.

В частности, несколько лет назад в зоне полного разрушения лесной экосистемы было проведено нанесение изолирующего слоя, состоящего на 1/3 из опилок, торфа и активного ила. Данная смесь грубым способом наносилась на поверхность деградированных почв толщиной от 5 до 15 см. Далее производилась высадка привозного березняка, который прижился и рос около 2 лет, пока корневая система не окрепла и не достигла загрязненной почвы. В результате березняк полностью погиб. Такой же неудачей закончилась по-

пытка высадить молодняк сосны. На данный момент в этот искусственный грунт высажена ива, количество молодых побегов восполняет потери более старых, что создает иллюзию возвращения данных территорий к жизни.

Опробованный специалистами предприятия способ, бесспорно, имеет право на жизнь, однако все сказанное означает, что толщина наносимого биологически активного слоя должна составлять 50-70 см. Но это все равно не решит проблему выноса тяжелых металлов и повышенную кислотность грунтовых вод.

Видимо, единственно возможными способами восстановления данных территорий являются замена существующего поверхностного покрова на новый, либо изоляция поверхности техногенной пустыни с последующим нанесением почвенного слоя. В настоящий момент подана заявка на изобретение «Способ образования защитного экрана» (Заявка 104508 от 13.02.2006 (004891)).

Научный руководитель, д.т.н. проф. М.А.Пашкевич