УДК 504.06:549.02

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ АО «КОВДОРСКИЙ ГОК» ДЛЯ МЕЛИОРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННОГО ПОЧВЕННОГО СЛОЯ

© 2016 В.В. Лащук¹, М.В. Слуковская¹, И.П. Кременецкая¹, И.А. Мосендз¹, Л.А. Иванова²

¹ Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН
² Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН

Статья поступила в редакцию 10.11.2016

Утилизация горнопромышленных отходов является актуальной задачей, однако не всегда удается решить проблему их переработки в полной мере. В работе исследована возможность применения отходов вторичного обогащения комплексных руд АО «Ковдорский ГОК» карбонатитового состава в качестве мелиоранта, являющегося субстратом для формирования растительного покрова. Предложенный способ позволяет снизить экологическую нагрузку на техногенные ландшафты, расположенные в зоне Субарктики, путем использования карбонатитовых отходов для уменьшения накопления тяжелых металлов в грунте с высоким уровнем загрязнения.

Ключевые слова: *карбонатитовые отходы, биодоступные компоненты, мелиорант, злаковые растения, техногенная пустошь*

Ковдорский массив щелочных, ультращелочных пород и карбонатитов отличается от подобных одновозрастных геологических образований Кольского региона как самое большое по размерам тело, сложенное разнообразными горными породами. Магматические породы перекристаллизованные, метасоматические и гидротермально преобразованные, а в верхней части массива сохранилась 10-50 метровая кора выветривания. Поэтому имеет место разнообразная рудная минерализация, имеющая промышленное значение [1]. В пределах Ковдорского массива находятся два месторождения: флогопитвермикулитовое ООО «Ковдорслюда» (рудник «Ковдор») и Ковдорское комплексное баделлеитапатит-магнетитовое АО «Ковдорский ГОК» (рудник «Железный»). Основным источником

Лащук Владимир Владимирович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории минерального сырья и силикатного синтеза. E-mail: laschuk@chemy.kolasc.net.ru

Слуковская Марина Вячеславовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории минерального сырья и силикатного синтеза. Е-mail: krem.mv@gmail.com

Кременецкая Ирина Петровна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории минерального сырья и силикатного синтеза. E-mail: kremen@chemy.kolasc.net.ru

Мосендз Ирина Александровна, младший научный сотрудник лаборатории минерального сырья и силикатного синтеза. E-mail: mosendz@chemy.kolasc.net.ru Иванова Любовь Андреевна, доктор биологических наук, заведующая научно-производственным отделом цветоводства и озеленения. E-mail: ivanova_la@inbox.ru загрязнения окружающей среды является хранилище хвостов обогащения рудника «Железный», в котором складируются отходы повторной глубокой переработки после доизвлечения ценных компонентов. Накопленные за годы деятельности предприятия вскрышные породы и отходы обогащения к настоящему времени, по данным МГРЭ, составляют 120 млн. тонн [2]. На расстоянии около 100 км от данного хвостохранилища находится медно-никелевый комбинат АО «Кольская ГМК» и прилегающая к нему Мончегорская техногенная пустошь.

Почвенный слой на данной территории сильно эродирован, закислен и загрязнен тяжелыми металлами (ТМ). Растительный покров практически полностью отсутствует, лимитирующими факторами его восстановления являются неблагоприятные почвенные условия: дефицит элементов питания, высокая концентрация и токсичность ТМ, практически полное отсутствие органического вещества, низкая влагоемкость, а также ограниченный банк семян в почве, отсутствие подземных органов возобновления [3-5]. Наиболее загрязнен верхний горизонт почвы, причем содержание никеля, меди и кобальта в нем неравномерно и резко убывает с глубиной, а наибольшее накопление поллютантов отмечено в верхних 2-3 см [6]. Подвижность и биологическая доступность ТМ регулируется различными химическими процессами, в том числе, такими как адсорбция-десорбция на активной поверхности твердых фаз почвы, осаждение и растворение малорастворимых соединений, комплексообразование и катионный обмен; протекание этих процессов в почве контролируется сочетанием факторов температуры, влажности,

кислотности и окислительно-восстановительными условиями [7]. Корректировка части этих показателей возможна путем внесения в техногенный грунт мелиоративных добавок, которые способны непосредственно стабилизировать загрязняющие вещества путем перевода в менее подвижные или менее токсичные формы [7-9]. Продолжающееся и в настоящее время аэротехногенное воздействие медно-никелевого комбината затрудняет процессы восстановления почв и растительности. Эксперименты по ремедиации загрязненных почв методом известкования, проводимые разными исследователями на данной территории, показали, что данный способ не является эффективным для мелиорации, а также что мелиорант должен обладать гранулометрическим составом, включающим не только пылеватые частицы, но и более крупные песчаные и гравийные фракции для снижения потерь при эрозии [7, 10].

В связи с ограниченным банком семян в почве на вносимом мелиоранте необходимо сформировать растительный покров (обычно состоящий из различных семян злаковых растений), способный выполнять функцию фитостабилизации поллютантов и являться первичным сообществом на начальном этапе восстановления экосистемы [11, 12]. Таким образом, иммобилизация металлов в грунте техногенной пустоши должна проходить с помощью двух взаимодополняющих процессов: во-первых, сорбции и осаждения на мелиорантах, а во-вторых - путем аккумуляции их в ризосфере в ходе роста и транспирации растений [12]. Такой способ связывания ТМ носит название хемофитостабилизация.

Цель работы: возможность применения отходов вторичного обогащения комплексных

руд АО «Ковдорский ГОК» карбонатитового состава в качестве мелиоранта, являющегося субстратом для формирования растительного покрова

Объекты и методы исследования. Отходы вторичного обогащения комплексных руд рудника «Железный» послужили объектом исследования в качестве мелиоранта почвенного слоя, деградированного вследствие воздействия воздушных выбросов и кислотных дождей на территории Мончегорской площадки АО «Кольская ГМК». Для изучения минерального состава рыхлых отложений хвостохранилища рудника «Железный» использовали методику, разработанную в Геологическом институте Кольского научного центра Российской академии наук (ГИ КНЦ РАН) [13], а для оценки инженерногеологических показателей этих грунтов - методику Отдела технологии строительных материалов Института химии и технологии редких элементов им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН (ИХТРЭМС КНЦ РАН) [14].

Экспериментальные натурные исследования приживаемости травяных ковриков на загрязненной почве, покрытой слоем карбонатитового мелиоранта, осуществляли сотрудники Поальпийского ботанического института Кольского научного центра РАН (ПАБ-СИ КНЦ РАН) совместно со специалистами ИХ-ТРЭМС КНЦ РАН [15]. Для формирования растительного покрова использовали смесь семян злаковых растений Festuca rubra L., Bromus inermis Leyss., Festulolium smaragdinum F. Aschers. et Graebn., Festuca pratensis Huds., взятых в соотношении 4:3:1:1 по массе и вермикулитовый субстрат марки Випон-1, полученный из вермикулита Ковдорского месторождения (Мурманская область).

Таблица 1. Минеральный состав отходов обогащения руд, добываемых на руднике «Железный», мас.%

Статисти- ческие пока- затели ¹	Кальцит, доломит²	Апатит, штафе- ллит ^з	Слюды, гидро- слюды ⁴	Диоп- сид, оливин⁵	Магне- тит, гетит ⁶	Баде- ллиит	Нефе- лин ⁷	Мелил- лит, амфи- бол ⁸	Пи- рит
среднее	40,8	21,2	13,1	10,4	9,5	3,2	1,4	0,7	0,2
доверит. ин- тервал	35,5-45,3	16,4-26,0	9,7-16,5	6,6-14,2	5,4-13,6	2,2-4,2	0,8-2,0	0,2-1,2	0,0- 0,4
K _{Bap} .	0,24	0,45	0,51	0,72	0.86	0,65	0,99	1,53	2,4

Примечание: 1 – выборка 15 проб, доверительный интервал среднего значения с надежностью P=0,95; 2 – карбонаты (мас.%): кальцит (39,9), доломит (0,8), сидерит (0,1); 3 – фосфаты (мас.%): апатит (20,3), штафеллит (0,9); 4 – слюды (мас.%): флогопит (12,3), вермикулит (0,8); 5 – кальций-магниевые силикаты (мас.%): диопсид и форстерит (8,3), оливин (2,1); 6 – оксиды и оксигидроксиды железа (мас.%): магнетит (9,3), гетит (0,1); лимонит (0,1); 7 – нефелин и натролит (мас.%): нефелин (1,2), натролит (0,2); 8 – амфиболы (мас.%): мелиллит (0,6), актинолит (0,1).

Результаты и обсуждение. Минеральный и химический состав карбонатитовых отходов. Выполнен количественно-минералогический анализ отходов вторичного обогащения комплексных

руд АО «Ковдорский ГОК». Установлено, что это на две трети апатит-кальцитовая порода, содержащая 10-15 мас.% второстепенных слюдистых, кальций-магниевых минералов класса силикатов,

железосодержащих оксидов и оксигидроксидов. Минералами-примесями являются нефелин, амфиболы и пирит, среднее содержание которых не превышает 1,4 мас.%, а коэффициент вариации превышает значение 1,00 (табл. 1). Полученные результаты по определению содержания карбонатов и апатита весьма близки к таковым, полученным исследователями Горного Института Кольского научного центра РАН (ГоИ КНЦ РАН) при запуске и отработке технологической линии по вторичному обогащению лежалых хвостов 1960-80 годов [16].

Анализ минерального состава показывает, что желательно наполовину сократить содержание железосодержащих минералов в отходах вторичного обогащения руд (КО – карбонатитовые отходы). В целом, с геохимической точки зрения карбонатный компонент будет способствовать нейтрализации кислой среды, загрязнен-ной ТМ, фосфатный компонент – обогащать почву фосфором, слюдистые минералы – адсорбировать, иммобилизировать токсичные ТМ, а также улучшать дренирующие свойства субстрата КО.

Содержание биодоступных компонентов в почвенных субстратах согласуется с минеральным составом КО (табл. 2). Содержание доступного кальция составляет величину порядка 12%, что является благоприятным фактором для использования КО в условиях высокой степени закисления и загрязнения соединениями ТМ. Помимо кальция в субстрате в небольших количествах содержатся элементы питания (калий и фосфор), микрокомпоненты (марганец, железо), а также медь и никель на уровне регионального фона. По сравнению с окультуренным грунтом (проба отобрана на экспериментальном участке Полярной опытной станции Всесоюзного института растениеводства (ПОСВИР, г. Апатиты Мурманской обл.)), в КО содержание кальция выше в 100 раз, магния – в 6 раз, марганца – в 5 раз, в несколько раз – железа, меди и никеля. При этом содержание калия и фосфора в КО меньше, чем в контрольной почве, что обусловлено регулярным внесением в нее минеральных удобрений.

Таблица 2. Характеристика минеральных и почвенных субстратов

Субстраты	pН	Содержание биодоступных компонентов, мг/кг										Мт	
		Cu	Ni	Ca	Mg	Fe	Mn	Si	Al	K	P	S	IVIT
КО исход.	8,3	5	6	123000	1820	530	150	-	-	18	90	-	0,0001
окультуренный мелкозем	7,5	1	1	1520	290	230	35	320	560	130	125	-	0,0008
техногенный мелкозем	6,8	165	4	150	25	170	8	-	1950	35	15	290	0,56
техногенный торф	4,01	3600	315	700	210	2100	40	30	370	40	100	3015	2,36
агроторф	6,31	2	20	25000	1900	70	60	-	1	2010	670	110	0,0005

Испытание карбонатитовых отходов для реабилитации техногенного грунта. Укрупненный полевой эксперимент по использованию КО с целью реабилитации загрязненного грунта проведен в импактной зоне АО «Кольская ГМК», площадка Мончегорск (Мурманская обл.). Субстрат КО наносили на поверхность техногенного грунта слоем 5 см и использовали в качестве основы для выращивания травяной дернины [17]. Слой вермикулитового субстрата марки Випон-1 толщиной 1 см насыпали поверх КО для поддержания высоких темпов прорастания семян и дальнейшего процесса развития растений. Работы проводили на двух участках, причем на участке №1 грунт представлен техногенным мелкоземом (маркировка опыта КО-10, заложен в 2010 г.), на участке №2 – торфом (маркировка опыта КО-11, заложен в 2011 г.). На втором участке в качестве контрольного варианта заложен опыт с карьерным песком (маркировка опыта П-11). На экспериментальных участках

полностью отсутствует растительность, техногенный грунт характеризуется высоким содержанием ТМ и выраженным дефицитом кальция и магния (табл. 2).

Следует отметить, что полевой эксперимент проходил в условиях продолжающегося аэротехногенного загрязнения и под воздействием жестких климатических факторов зоны Субарктики. На протяжении 6 (участок №2) и 7 лет (участок №1) на опытных делянках формировались искусственные фитоценозы, состояние которых можно оценить как удовлетворительное. Растительные сообщества в настоящее время распространяются вегетативным и генеративным путем, обладают большим количеством биомассы, подземных органов и опада, служат кормовой базой или местообитанием для насекомых, млекопитающих и других животных организмов, а также активно осваиваются аборигенными видами растений. За это время произошел переход от искусственно созданной пионерной группировки из 4-х видов злаковых растений к промежуточной луговой экосистеме [11].

Варианты полевого эксперимента имеют отличия по ряду показателей. Так, величина проективного покрытия на всех площадках с КО составляет 100%, в то время как на песке данный показатель не превышает 70%. В сентябре 2016 года биомасса в опыте Π -11 составила 0,23 кг/ M^2 , в вариантах КО-10 и КО-11 0,74 и 0,72, т.е. варианты с КО по данному показателю практически не отличаются, а на песке биомасса значительно меньше. Средняя высота растений составила 41 см (П-11), 58 см (КО-11) и 41 см (КО-10), плотность травяного покрова 1730 экз/м 2 (П-11) и 1550 экз/м² (КО-11). Судя по биометрическим показателям, увеличение биомассы на КО связано с более высокой степенью развития обусловлено, отдельных экземпляров, что вероятно, отличием эдафических условий субстратов, тем более что большая часть корнеобитаемого слоя растительного покрова приходится на мелиоранты.

На рис. 1 приведены данные о содержании компонентов в доступной для растений форме в подложках из песка и КО, пробы отобраны на vчастке № 2 через 6 лет после закладки опытов в начале вегетационного сезона (15 июня 2016 г.). По содержанию главных компонентов аэротехногенных выбросов, к которым относятся медь, никель и сера, субстраты отличаются незначительно. Достоверное превышение в песке по отношению к КО содержания биодоступного алюминия вряд ли может оказать существенное влияние на фитоценозы. Наиболее вероятным благоприятным фактором, оказывающим влияние на рост растений, являются значительно более высокие концентрации магния и, в большей степени, кальция, которые превышают показатели для песка на 1-2 порядка.

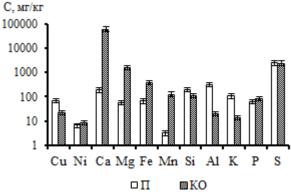


Рис. 1. Содержание биодоступных компонентов в исследуемых субстратах

Для оценки токсичности сильно загрязненных подзолистых почв Мончегорской техногенной пустоши предложен «физико-химический»

критерий [18], который нами был модифицирован: в качестве характеристики свойств почвы использовано соотношение мольного содержания доступных для растений форм никеля и меди к кальцию и магнию, обозначенное как «модуль токсичности» (**Мт**):

$$MT = \frac{N(Cu)+N(Ni)}{N(Ca)+N(Mg)}$$

где N – количество молей компонента на единицу массы грунта.

Для Мт не установлен порог фитотоксичности, его применяли для оценки свойств грунта в качестве интегрального показателя, включающего четыре основных компонента, оказывающих наибольшее влияние на характеристики почвенных субстратов данной территории: чем меньше значение Мт, тем ниже токсичность. Модуль токсичности для окультуренных мелкозема и торфа составляют 0,0008 и 0,0005 соответственно. Поскольку КО отличается высоким содержанием биодоступного кальция, значение Мт для исходного субстрата меньше, чем для окультуренного мелкозема и составляет величину 0,0001; через 6 лет полевого эксперимента Мт увеличивается до 0,0003-0,001, прежде всего вследствие выщелачивания кальция и магния, а также в результате накопления ТМ (данные табл. 1 и рис. 1). Модуль токсичности песка на несколько порядков выше Мт для КО и составляет величину 0,10-0,17. Это на порядок ниже, чем Мт техногенного грунта, где растительность полностью отсутствует. Таким образом, результаты поле-вого эксперимента показали, что при таком уровне токсичности растения хотя и могут произ-растать, но при этом фитоценозы находятся в угнетенном состоянии.

Кальций из слоя КО мигрирует в нижележащий грунт, снижая его токсичность. Результатом данного процесса является проникновение корней растений в техногенный грунт. Содержание биодоступных компонентов в грунте непосредственно под субстратами представлено на рис. 2. По кремнию, алюминию, калию и фосфору различные варианты экспериментов практи-чески не отличаются, в то время как кальция под песком почти на 3 порядка меньше, чем под КО. Содержание магния, железа и магния под песком в несколько раз меньше, чем под КО. Модуль токсичности грунта под субстратами зависит как от исходного состояния грунта, так и от вида субстрата и изменяется в ряду КО-10 $(0,04) < \text{KO-}11 (0,19) < \Pi - 11 (0,27).$

Таким образом, результаты многолетних полевых экспериментов показывают эффективность применения карбонатитовых отходов в качестве субстратов-мелиорантов, что обусловлено,

в первую очередь, более высоким содержанием биодоступных компонентов, таких как магний и кальций, что позволяет снизить токсичность техногенного грунта, а также создать условия, в большей степени подходящие для произрастания растительных сообществ.

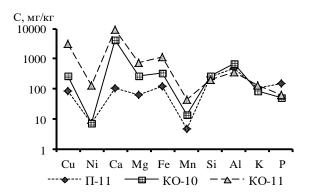


Рис. 2. Содержание биодоступных компонентов в грунте непосредственно под субстратами

Таким образом, результаты многолетних полевых экспериментов показывают эффективность применения карбонатитовых отходов в качестве субстратов-мелиорантов, что обуславливается, в первую очередь, более высоким содержанием биодоступных компонентов, таких как магний и кальций, что позволяет снизить токсичность техногенного грунта, а также создать условия, в большей степени подходящие для произрастания растительных сообществ.

Выводы: натурные экспериментальные ис-следования приживаемости травяных ковриков, защищенных от токсичного грунта слоем карбонатитовых отходов толщиной 5 см, показали хорошую их приживаемость к загрязненной ТМ деградированной почве, которая располагается на территории Мончегорской площадки АО «Кольская ГМК». Установлено, что использование мелиоранта на основе карбонатитовых отходов на территории техногенной пустоши с продолжающимся аэротехногенным воздействием способствует оптимизации значений рН грунта и снижению подвижности ТМ, обладает пролонгированным действием на питательный режим формирующегося почвоподобного субстрата изза исходно высокого пула Са, Мg, Р. Состояние созданного растительного покрова на участках с применением мелиоранта существенно отличается от контрольного и может быть признано удовлетворительным для начального этапа процессов его восстановления. Применение карбона-титовых отходов в качестве мелиорантов для рекультивации техногенного грунта способствует решению проблемы рационального использоваминерального сырья И отрицательного влияния складированных отходов на окружающую среду.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант мол_а_дк_16-35-60022\16, и Президиума РАН, программа «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1. Пожиленко, В.И. Геология рудных районов Мурманской области / В.И. Пожиленко, Б.В. Гавриленко, Д.В. Жиров, С.В. Жабин. Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2002. 359 с.
- 2. Беляева, Т.В. Отчет о разведке отходов (хвостов обогащения магнетитовых и апатитовых руд Ковдорского месторождения, заскладированных на 2-м поле хвостохранилища) ОАО «Ковдорский ГОК»; 1-ый этап 2006-2009 г.г. с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2008 / Т.В. Беляева, А.А. Веленгицин, С.А. Калюкина. Апатиты, фонды ОАО МГРЭ, 2009. 362 с.
- 3. Vangronsveld, J. A biological test system for the evaluation of metal phytotoxicity and immobilization by additives in metal-contaminated soils / *J. Vangronsveld, H. Clijsters* // Metal Compounds in Environment and Life, 4 (Interrelation Between Chemistry and Biology), ed. E.Merian & W. Haerdi. Science and Technology Letters, Northwood, UK, 1992. P. 117-125.
- Vangronsveld, J. Reclamation of bare industrial area contaminated by non-ferrous metals: in situ metal immobilization and revegetation / Vangronsveld J., F. Van Assche, H. Clijsters // Environmental Pollution. 1995. № 87. P. 51-59.
- Ганичева, С.Н. Техногенная дигрессия и восстановительная сукцессия в хвойных лесах Кольского полуострова / С.Н. Ганичева, Н.В. Лукина, В.А. Костина, В.В. Никонов // Лесоведение. 2004. № 3. С. 57-67
- Кашулина, Г.М. Аэротехногенная транформация почв европейского субарктического региона. Часть 1. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. 158 с.
- 7. *Копцик, Г.Н.* Современные подходы к ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами (обзор литературы) // Почвоведение. 2014. № 7. С. 851-868.
- 8. *Pilon-Smits, E.* Phytoremediation // Annu. Rev. Plant Biol. 2005. № 56. P. 15-39.
- 9. *Hashim, M.A.* Remediation technologies for heavy metal contaminated groundwater / *M.A. Hashim, S. Mukhopadhyay, J. Narayan Sahu, B. Sengupta* // Journal of Environmental Management. 2011. № 92. P. 2355-2388.
- 10. *Исаева, Л.Г.* Ремедиация нарушенных территорий в зоне влияния медно-никелевого производства / *Л.Г. Исаева, Н.В. Лукина, Т.Т. Горбачева, Е.А. Белова* // Цветные металлы. 2011. № 11. С. 66-70.
- 11. *Арчегова, И.Б.* Проблема биологической рекультивации и ее решение на европейском северовостоке на примере республики Коми / *И.Б. Арчегова, И.А. Лиханова* // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2012. Выпуск 1(9). С. 29-34.
- Копцик, Г.Н. Проблемы и перспективы фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами (обзор литературы) // Почвоведение. 2014. № 9. С. 1113-1130.

- Дудкин, О.Б. Технологическая минералогия комплексного сырья на примере месторождений щелочных плутонов. - Апатиты, изд. КНЦ РАН, 1996. 133 с.
- 14. *Макаров, В.Н.* Экологические проблемы хранения и утилизации горнопромышленных отходов. Апатиты: изд. КНЦ РАН, 1998. В 2-х частях: ч.1. 125 с.; ч.2. 146 с.
- 15. Слуковская, М.В. Применение карбонатитового мелиоранта для биорекультивации техногенно загрязненного грунта в зоне воздействия медноникелевого комбината / М.В. Слуковская, Л.А. Иванова, Т.Т. Горбачева и др. // Труды Карельского научного центра. 2013. №6. С. 133-142.
- 16. *Белобородов, В.И.* Перспективы развития фосфоросодержащей минерально-сырьевой базы ОАО «Ковдорский ГОК» / В.И. Белобородов, И.Б. Захарова, Г.П. Андронов и др. // Горный журнал. 2010. № 9. С. 85-87.
- 17. Калинников, В.Т. Приемы адаптивных технологий при создании культурфитоценозов в условиях техногенных ландшафтов Субарктики, загрязненных тяжелыми металлами / В.Т. Калинников, И.П. Кременецкая, Л.А. Иванова и др. // Вестник Кольского научного центра РАН. 2014. №2. С. 78-88.
- 18. *Евдокимова, Г.А.* Эколого-микробиологические основы охраны почв Крайнего Севера. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1995. 272 с.

APPLICATION OF WASTE FROM JSC "KOVDORSKIY GOK" FOR MELIORATION THE POLLUTED SOIL LAYER

© 2016 V.V. Lashchuk¹, M.V. Slukovskaya¹, I.P. Kremenetskaya¹, I.A. Mosendz¹, L.A. Ivanova²

¹ Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials named after I.V. Tananayev Kola Science Center RAS

² Polar and Alpine Botanical Garden-Institute named after N.A. Avrorin Kola Science Center RAS

Utilization of mining waste is an urgent task, however it isn't always possible to solve a problem of their recycling fully. In work the possibility of application the waste of secondary enrichment of complex ores at JSC "Kovdorskiy GOK" of carbonatite structure as the ameliorant which is a substratum for forming of a vegetable cover is researched. The offered method allows to reduce an environmental pressure by the technogenic landscapes located in the Subarctic region zone, by using the carbonatite waste for reduction of accumulating of heavy metals in soil with the high level of pollution.

Key words: carbonatite waste, bioavailable components, meliorant, cereals, technogenic wasteland

Vladimir Lashchuk, Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow at the Laboratory of Mineral Raw Materials and Silicate Synthesis. E-mail: laschuk@chemy.kolasc.net.ru Marina Slukovskaya, Candidate of Biology, Senior Research Fellow at the Laboratory of Mineral Raw Materials and Silicate Synthesis. E-mail: krem.mv@gmail.com Irina Kremenetskaya, Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow at the Laboratory of Mineral Raw Materials and Silicate Synthesis. E-mail: kremen@chemy.kolasc.net.ru Irina Mosendz, Minor Research Fellow at the Laboratory of Mineral Raw Materials and Silicate Synthesis. E-mail: mosendz@chemy.kolasc.net.ru Lyubov Ivanova, Doctor of Biology, Head of the Research and Production Department of Floriculture and Gardening. E-mail: ivanova la@inbox.ru