

УДК 622.271

С.П. Месяц, Е.Ю. Волкова

**СТРУКТУРНОЕ РАЗВИТИЕ МИНЕРАЛЬНОГО
СУБСТРАТА В ПРОЦЕССЕ ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ДЕРНИНЫ
НА ОТВАЛАХ ОТХОДОВ РУДООБОГАЩЕНИЯ**

Разработан алгоритм оптимизации биопродукционного процесса при восстановлении нарушенных горнодобывающей отраслью земель.

Ключевые слова: почвенно-растительный покров, отвалы отходов рудообогащения, минеральный субстрат.

Семинар № 6

Воздействие горнодобывающей отрасли на природную среду заключается в извлечении и перемещении огромных масс горной породы, преобразовании исходного минерального вещества и складировании новообразованного, следствием чего является трансформация природных форм рельефа и возникновение новых техногенных форм, что в результате приводит к разрушению почвенно-растительного покрова и изменению ландшафта. Так, разработка месторождений Кольского полуострова предприятиями горнопромышленного комплекса в условиях невысокой экологической емкости заполярных ландшафтов привела к масштабному нарушению почвенно-растительного покрова.

По мере увеличения площадей, занимаемых техногенными ландшафтами, способность таких территорий к самовосстановлению сводится практически к нулю, так как с утратой почвенно-растительного покрова развивается водная и ветровая эрозии, ухудшаются водно-физические свойства субстрата, разрушается гумус почв и т.п. Но самое главное, разру-

шается сама управляющая система, ответственная за состояние биогеоценоза, – живой комплекс микроборастительных сообществ, который определяет основное свойство почвенной системы – биопродуктивность.

На основании анализа факторов, лимитирующих процессы самовосстановления нарушенных земель, разработан алгоритм оптимизации биопродукционного процесса, предусматривающий решение следующих задач:

- подавление эрозионных процессов;
- улучшение гидротермического режима и физико-механических свойств субстрата;
- повышение биохимической активности субстрата;
- повышение содержания биогенных элементов;
- уменьшение техногенной нагрузки.

Максимально большой круг задач по оптимизации биопродукционного процесса при восстановлении нарушенных земель решается разработанной в Горном институте технологией создания почвенно-растительного покрова посевом многолетних трав без



Рис. 1. Вид действующего хвостохранилища АНОФ 2 ОАО «Апатит»

нанесения плодородного слоя под полимерным покрытием. Полимерное покрытие обеспечивает полное подавление эрозионных процессов; улучшение экологического фона корнеобитаемых горизонтов за счет повышения водоудерживающей способности субстрата, уменьшения амплитуды температурных колебаний, защиты от техногенных загрязнений [1].

Создание дернины без нанесения плодородного слоя под полимерным покрытием дает возможность изучения начальных стадий формирования почв, образующихся на минеральных субстратах в соответствии с эволюционно-сложившейся программой, что представляет безусловный научный интерес, так как образующиеся почвы, это почвы с точно фиксированным возрастом и стадией развития.

В качестве тестового объекта выбраны отвалы отходов рудообогатительного ОАО «Апатит» (рисунок 1), на которых систематически ведутся в те-

чение 27 лет. Общая площадь полигона – 6,2 га – представлена двумя откосами ограждающих дамб различной экспозиции (северо-восточная и юго-восточная) и горизонтальной мониторинговой площадкой на территории аварийного хвостохранилища.

Отвалы отходов обогащения ОАО «Апатит» характеризуются максимальным проявлением факторов, лимитирующих процессы самозарастания: бесструктурностью субстрата, низкой водоудерживающей способностью, отсутствием органического вещества, сильным проявлением эрозионных процессов.

Поскольку биологический фактор является главным действующим лицом предлагаемого решения то для того, чтобы уже в первый год обеспечить поступление в субстрат большого количества растительных остатков многолетние травы высевались совместно с однолетней покровной культурой на фоне стартовых минеральных удобрений.



Рис. 2. Откос северо-восточной экспозиции хвостохранилища АНОФ 2 ОАО «Апатит»: а – до создания сеяного фитоценоза; б – через 25 лет существования сеяного фитоценоза

Стабильное функционирование сеяного фитоценоза в первые два десятилетия характеризуется высокой биопродуктивностью, биохимической активностью, быстрым накоплением гумуса и устойчивым видовым разнообразием, определяемым видами доминантами (костер безостый, мятлик луговой, овсяница луговая) и шлейфом из сопутствующих видов (16 видов из 8 семейств), биологические свойства которых позволяют им сосуществовать с сеянными злаками. Третье десятилетие существования сеяного фитоценоза характеризуется количественным накоплением в нем признаков зональных растительных сообществ. Сформированные на засеянных отвалах биогеохимические потоки постепенно «срастаются» с естественными биогеохимическими потоками (рис. 2).

С целью изучения динамики процессов биологической организации минерального субстрата в почву при создании сеяного фитоценоза разработана система мониторинга восстанавливаемых земель, предусматривающая комплексное и одновременное изучение физических, химических, биохимических и биологических составляющих почв, формирующихся на минеральных субстратах [2].

Роль минерального субстрата при его биологической организации в почву состоит, в первую очередь, в том, что он определяет генетические литогенные параметры образующихся почв: гранулометрический, минералогический, химический составы. Уже на самых первых этапах почвообразования состав и свойства субстрата определяют характер его взаимодействия с факторами внешней среды. Гранулометрический состав субстрата в значительной степени определяет питательный режим и водные свойства образующихся почв. С минералогическим составом исходного субстрата связаны такие функциональные показатели как рН среды, содержание подвижных форм химических элементов доступных растениям, степень насыщенности основаниями, окислительно-восстановительный потенциал и т.д. Химический состав субстрата подвергается изменению в процессе его биологической организации в почву.

Одной из характеристик, свидетельствующих о преобразовании субстрата отвалов отходов рудообогатения в почву под влиянием растительности (рис. 2) является изменение его структурного состояния в сторону накопления

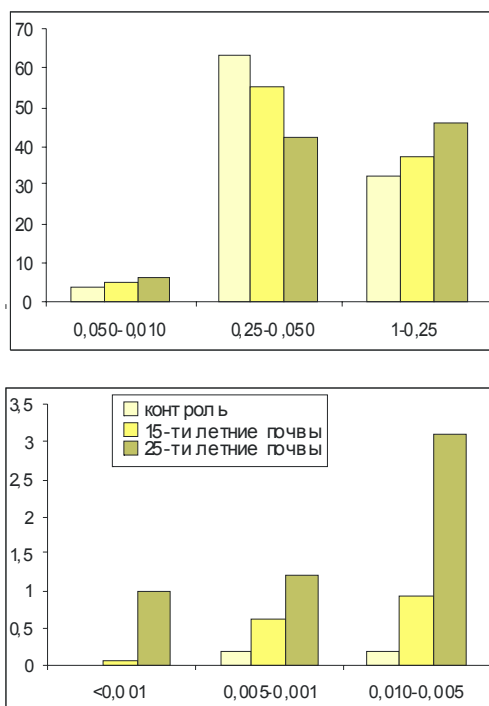


Рис. 3. Гранулометрический состав корнеобитаемого слоя молодых почв, формирующихся на отвалах отходов обогащения ОАО «Апатит» при создании дернины без нанесения плодородного слоя под полимерным покрытием

тонкодисперсных фракций и увеличения количества почвенных микроагрегатов.

Гранулометрический состав молодых почв, формирующихся на минеральном субстрате отвалов отходов рудообогатления при создании дернины, определялся пипет-методом; дополнительно, определение тонких частиц (<0,050 мм) - методом лазерной дифракции, на базе лазерного микроанализатора размеров частиц «Analyzette 22».

С возрастом в профиле формирующихся почв наблюдается увеличение содержания тонкодисперсных фракций (<0,01 мм), при этом их наибольшее количество отмечается в

корнеобитаемом слое (рис. 3). Так, после пятнадцатилетнего существования сеяного фитоценоза в корнеобитаемом слое молодых почв содержание физической глины составило 1,6 %, а в почвах двадцатипятилетнего возраста увеличилась до 5,3%.

Увеличению содержания тонкодисперсных фракций в молодых почвах способствуют процессы выветривания песчаных фракций минеральной составляющей почв и накопления органического вещества во фракции физической глины (<0,01 мм).

Увеличение содержания физической глины способствует формированию почвенных агрегатов, поскольку глинистые фракции, как и органическое вещество, обладают связующей способностью.

Анализ микроагрегатного состава корнеобитаемого слоя показывает, что в 15-летних почвах преобладают микроагрегаты размером более 0,050 мм, образованные фракциями крупной, средней и тонкой пыли (рисунок 4). Обычно, в малогумусных почвах пылеватые фракции не принимают участие в образовании структуры, но в рассматриваемых условиях структурообразователем могут являться гидроксиды железа и алюминия, высвобождающиеся при выветривании минералов. В формировании структуры почв 25-летнего возраста в большей степени принимают участие фракции тонкой пыли и ила, структурообразующим звеном выступает органическое вещество, накапливающееся в молодых почвах в результате длительного существования сеяного фитоценоза (25 лет).

По результатам гранулометрического и микроагрегатного анализов молодых почв была оценена их потенциальная способность к оструктуриванию и водоустойчивость почвенной структуры.

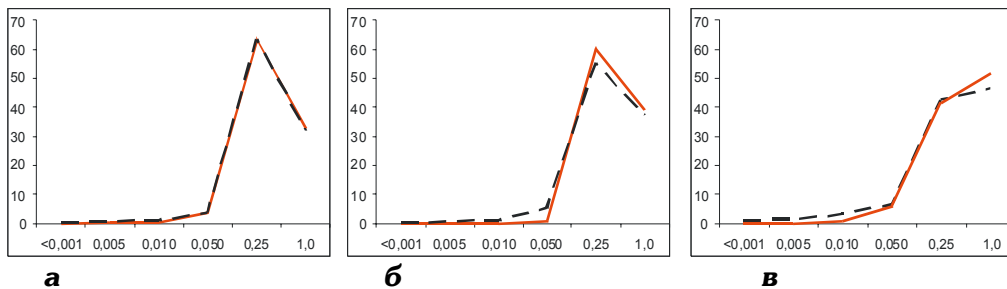


Рис. 4. Микроагрегатный (-) и гранулометрический (-) состав корнеобитаемого слоя молодых почв формирующихся на отвалах отходов обогащения ОАО «Апатит» при создании дернины без нанесения плодородного слоя под полимерным покрытием: а – контроль (минеральный субстрат); б – 15-летние почвы; в – 25-летние почвы

Гранулометрический показатель структурности постепенно растет, и в двадцатипятилетних почвах достигает ~10 %, что в два раза выше, чем в пятнадцатилетних почвах (~5%). Одновременно, с развитием структуры формирующихся почв увеличивается показатель водопрочности образующихся агрегатов.

Важнейшие физические свойства почвы в большой мере зависят от количества и степени дисперсности элементарных почвенных частиц слагающих почву, от соотношения их фракций и степени оструктуренности почвы. Зависимость физических свойств от гранулометрического состава породы определяет важность их оценки при анализе процессов почвообразования.

Физические свойства корнеобитаемого слоя молодых почв, формирующихся на отвалах отходов обогащения при создании дернины (таблица), определялись по методам Вадюниной А.Ф., Корчагиной З.А. [3].

Увеличение дисперсности минеральной составляющей молодых почв указывает на увеличение поверхности твердой фазы, а вместе с тем и поверхностной энергии молодой почвы. Накопление гумуса коррелирует с увеличением порозности, уменьшени-

ем плотности сложения и удельного веса твердой фазы почв, образующихся на техногенном субстрате под сеяным фитоценозом.

Таким образом, исследование разновозрастных почв, формирующихся при создании дернины на отвалах отходов обогащения ОАО «Апатит» позволило выделить следующие тенденции в их структурном развитии:

- в корнеобитаемом слое молодых почв сеяного фитоценоза с течением времени происходит накопление тонкодисперсного материала;

- в почвах большего возраста процессы превращения, передвижения и накопления веществ выражены интенсивнее;

- с возрастом в формирующихся почвах увеличивается содержание микроагрегатов размером от 1 до 0,05 мм, что характеризует более высокую степень структурирования почв старшего возраста;

- увеличение дисперсности минеральной части почвы указывает на увеличение поверхности твердой фазы, а вместе с тем и поверхностной энергии; структурное развитие почвы – на увеличение порозности, уменьшение плотности сложения и удельного веса твердой фазы.

**Физические свойства корнеобитаемого слоя
молодых почв разного возраста, формирующихся
на отвалах отходов обогащения ОАО «Апатит»**

Объект	Плотность скелета, г/см ³	Плотность твердой фазы, г/см ³	Порозность, %		Удельная поверхность, м ² /г
			общая	аэрации	
контроль	1,52	2,97	45,5	37,5	1,24
15-летние почвы	1,32	2,85	53,8	41,2	2,30
25-летние почвы	0,99	2,56	64,8	43,3	2,74

В целом, с возрастом в формирующихся почвах происходит увеличение количества структурных отделимых, кроме того, они становятся более устойчивыми к воздействию почвенных растворов вследствие большего вовлечения в процесс микроагрегирования тонкодисперсных

фракций и органического вещества. Накопление тонкодисперсных фракций и увеличение количества почвенных микроагрегатов свидетельствуют о постепенном преобразовании минерального субстрата отвалов отходов обогащения в почву под влиянием растительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Месяц С.П., Едигарева Л.Н.* Оптимизация производственного процесса при восстановлении нарушенных земель в условиях Заполярья//Город в Заполярье и окружающая среда: Труды III Международной конференции, г. Воркута, 2-6 сентября 2003 г. – Сыктывкар, 2003 г. – С. 205-213.

2. *Месяц С.П., Мельников Н.Н.* Концепция и технологические решения восста-

новления нарушенных земель горнопромышленного комплекса//Формирование основ современной стратегии природопользования в Евро-Арктическом регионе – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 2005. – С.357-364.

3. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. **ГЛАС**

Коротко об авторах

Месяц С.П., Волкова Е.Ю. – Горный институт КНЦ РАН, Апатиты, root@goi.kolasc.net.ru

