

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА КАРБОНАТНЫХ СУБСТРАТАХ В ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ И ЛЕСОСТЕПИ

© 2011 Е.Ю. Максимова¹, Е.В. Абакумов^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

² Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 15.04.2011

Приведены сведения о восстановлении почв на отвалах карбонатных вскрышных пород карьеров по добыче известняка, расположенных в северной тайге (г. Ухта) и лесостепи (г. Белгород). Обсуждаются основные процессы почвообразования и роль субстрата в скорости восстановления почвенных ресурсов. Проводится сравнение трендов инициального педогенеза в северных вариантах бореального и суббореального климата.

Ключевые слова: почвы, техногенез, самозарастание отвалов, карбонатные отвалы

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное и разнообразное воздействие на природные ландшафты, особенно характерное для XX-го столетия, остается серьезной проблемой и в настоящее время. Экологические последствия таких воздействий во всех промышленно развитых странах приводят к необходимости обратить особое внимание на охрану природы, ее рациональное использование и разработку специальных научно обоснованных мероприятий по восстановлению разрушенных ландшафтов [3, 8].

Особенно значительные нарушения земельных ресурсов, вплоть до полного уничтожения на отдельных территориях, наблюдаются в районах действующей горно-добывающей промышленности. По существующим ведомственным экономическим расчетам открытый (карьерный) способ добычи полезных ископаемых, при котором на больших площадях полностью уничтожается природный комплекс, признан наиболее дешевым, поэтому является преобладающим в структуре способов добычи полезных ископаемых [3, 5, 8, 12].

Влияние добычи полезных ископаемых на природу весьма разнообразно. Оно включает как прямое (формирование карьерно-отвальных комплексов), так и косвенное (эоловое загрязнение близлежащих земель, нарушение гидрологии территории и пр.) негативное воздействие. На отработанных землях месторождений формируются техногенные формы рельефа, зачастую представленные отвалами безрудных горных пород различного вещественного и гранулометрического состава. Такие территории практически не имеют почвенно-растительного покрова, потенциальные возможности дальнейшего использования их в народном хозяйстве определяются в основном физическими и химическими свойствами отвальных вскрышных пород [5].

Вследствие этого охрана природы, оптимизация техногенных ландшафтов и, в частности, рекульти-

вация послепромышленных земель становятся все более актуальными проблемами во многих странах. Помимо экономических трудностей, препятствием к решению проблем рекультивации является недостаток знаний о процессах формирования и функционирования почв в развивающихся регенерационных ландшафтах. Поэтому необходима всесторонняя исследовательская работа по вопросу почвообразования на различных типах отвальных субстратов карьеров по добыче разнообразных полезных ископаемых. Ведь почвы техногенных ландшафтов могут дать всеобъемлющую информацию об эволюции всех процессов, происходящих в почвах, находящихся в начальной стадии развития, потому что они являются специфическими моделями развития почвенного тела во времени [11].

Цель данной работы – изучение начальных процессов почвообразования на отвалах карьеров по добыче известняков в разных природных зонах Русской равнины на примере лесостепи и северной тайги.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Изучение почвовосстановления проводилось на территории двух карьеров по добыче известняковых пород различного состава.

В качестве первого объекта исследования был выбран Бельгопский карьер в северотаежной зоне в районе г. Ухты Республики Коми по добыче известняка для строительного щебня для местных цементных заводов. ООО «КБ» (Коми Бельгопский завод строительных материалов) с 1963 г. занимается разработкой карьера, добычей и переработкой известнякового камня. Наряду с производством строительных материалов, ООО «КБ» – единственный в Республике Коми поставщик известняковой муки, которая составляет по данным 2000 г. – 160,8 тыс. м³ (385,9 тыс. т). Известняковая мука широко применяется как в строительстве, в виде добавки в растворы, при производстве асфальтобетона в отраслях дорожного строительства, так и в сельском хозяйстве. Диагностированные нами почвы на данном карьере относятся к следующим типам: карболитоземы, псаммоземы и карбопетроземы. В случае отсутствия горизонтной организации и при-

Максимова Екатерина Юрьевна, магистрант;
Абакумов Евгений Васильевич, к.б.н., ст. преподаватель, докторант

знаков почвообразования были описаны разрезы литостратов (согласно классификационной схеме ТПО – техногенных поверхностных образований в Классификации и диагностике почв России 2004 г.): литострат щебнистый известковый с отсевам; литострат известкового отсева; литострат, не дифференцированный на горизонты; отвал мергеля.

Вторым объектом исследования являются отвалы Гриневского карьера в лесостепной зоне в районе г. Белгорода по добыче мела, который разрабатывают с 1953 г. Добыча мела продолжалась до середины 1970-х годов, способ добычи – взрывной, вскрышную породу утилизировали сухим отвальным и гидромеханическим способом. Балка Гриневский Лог с обнажениями мела была использована для разработки карьера. Техногенные субстраты намывали в гидроотвалы, этот гидроотвал занимает нижнюю часть балки, с 1983-1985 гг. намыв был закончен, и с тех пор происходит самозарастание отвалов, местами проводился посев ковра безостого. Настоящий статус землепользования – дачи. Почвы, диагностированные нами на Гриневском карьере, относятся к следующим типам: серогумусовые (дерновые) почвы, темногумусовые и карболитоземы.

Северо-таежные почвы представляют собой хронокатену, т.е. совокупность почв на одной почвообразующей породе (отвалы известняка), в одинаковых условиях, но разные по возрасту. Исследованные почвы на Гриневском карьере отличаются по составу почвообразующих пород, но одинакового возраста.

Для изучения стадий почвообразования на отвалах карьеров определяли следующие характеристики: 1) общие физико-химические и химические [4, 7, 10]; 2) групповой состав гумуса [9]; 3) биологические [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе природных почв основной упор делается, прежде всего, на изучение генетических горизонтов. Особенностью молодых техногенных почв карьеров является формирование новообразованных горизонтов небольшой мощности. Как правило, эти горизонты относятся к органогенным или органо-аккумулятивным. Гораздо реже встречаются зачаточные срединные горизонты.

В ходе исследования были проведены морфологический и мезоморфологический (с помощью цифрового USB микроскопа, позволяющего получать изображения с увеличением 20 x 50) анализы молодых почв. В результате этих исследований были сделаны выводы, что в Белгородской области на отвальных субстратах формируются более мощные профили почв и гумусовые горизонты, которые, судя по мезоморфологическому анализу, отличаются серо-бурой окраской и наличием корневого оструктурирования. Почвы северной тайги очень слабо развиты и характеризуются наличием редок-

симорфных признаков за счет большей влажности климата.

Особенностью молодых техногенных почв карьеров является формирование самостоятельных генетических горизонтов, в особенности гумусового горизонта небольшой мощности. Первичным процессом восстановления почв является гумусонакопление. С накоплением и трансформацией гумуса в молодых почвах посттехногенных ландшафтов связаны такие процессы, как: биохимическое выветривание минеральной части почвы, мобилизация элементов питания растений, предотвращение их потери за счет накопления коллоидной органно-минеральной части почв, дифференциация эмбрионального профиля на горизонты, формирование поверхностных свойств почв, структурообразование, дезинтеграция почвенной массы, развитие функциональной активности сообществ и изменение численности микроорганизмов, оптимизация водно-физического режима и т.д. [2].

Формирование почв в техногенных ландшафтах, расположенных в различных биоклиматических условиях, сопровождается разными темпами накопления органического вещества. При этом прослеживается общая тенденция:

а) начальные стадии почвообразования характеризуются ускоренным накоплением углерода органических веществ ($C_{орг}$) в верхнем, прижатом к поверхности слое почвы;

б) с увеличением возраста почв темпы накопления органического вещества в них замедляются.

Для количественной оценки темпов развития гумусово-аккумулятивных горизонтов и скорости увеличения содержания в них органического углерода нами использовалась условная величина скорости процесса, вычисляемая делением мощности горизонта или процентного содержания $C_{орг}$ на возраст почвы в годах (табл. 1), так называемая линейная скорость процесса [1]. Данный показатель мы рассматривали для почв Бельгопского карьера, которые составляют хронокатену.

Таблица 1. Зависимость скорости прироста мощности гумусовых горизонтов и темпов гумусонакопления от возраста почвы

Название почвы	Возраст почвы, год	Скорость прироста мощности гумусового гор. А, см/год	Скорость накопления органического углерода, %/год
Карбопетрозем гумусовый	8	0,38	0,78
Карболитозем светлогумусовый	15	0,67	0,06
Псаммозем гумусовый	15	0,20	не опр.
Карбопетрозем гумусовый	20	0,08	0,08
карболитозем серогумусовый	20	0,15	0,04

Полученные данные свидетельствуют о замедлении гумусоаккумулятивного процесса с возрастом почвы. Снижение скорости гумусонакопления во времени связано с процессами экосистемного уровня. К ним относятся поступление органического вещества в почву и его трансформация (гумификация и минерализация). В тот момент, когда эти процессы уравниваются, скорость гумусонакопления замедляется и содержание органического вещества в почве остается на постоянном уровне. Можно предположить, что такой специфический характер накопления органического вещества связан с постепенным приближением техногенных экосистем, компонентом которых являются исследуемые почвы, к стационарному состоянию. Конечно, выявлен только тренд развития процесса, но он свидетельствует о развитии почвообразования в изученных посттехногенных экосистемах. Исходя из изложенного выше, особенностью накопления органического вещества в почвах техногенных экосистем можно считать высокую вариабельность его темпов и скорости, которая определяется спецификой ландшафтов.

Далее проведем сравнение процессов гумусонакопления и гумификации в разных природных зонах (табл. 2). В самом начале развития нарушенных почв основная масса органического вещества аккумулируется в дерновом горизонте, за ним следует порода – элювий известняка, т.е. кривые распределения гумуса соответствуют регрессивно-аккумулятивному подтипу по Б.Г. Розанову (резкое падение содержания с глубиной, вогнутый характер кривой распределения). Как правило, биологически активный слой ограничивается лишь горизонтом лесной подстилки или дерновым слоем. В основном процесс аккумуляции органического вещества более выражен в почвах карьеров лесостепной зоны (1 – 4% в верхнем горизонте) по сравнению с почвами северной тайги (0,70 – 1,64%), что связано с увеличением периода биологической активности. Существенная доля органического вещества почв представлена водорастворимыми компонентами, особенно хорошо это выражено в почвах лесостепной зоны, что связано с интенсивным участием корневого опада в формировании гумуса.

Таблица 2. Химические параметры почв карьеров

Горизонт, глубина, см	C _{орг} , %	ВОВ, %	ВОВ, % от C _{общ}	N, %	C:N, (мо-лек.отн.*1,17)	Cгк/Cфк	pH вод	CaCO ₃ , %	Плотность твердой фазы, г/см ³
Бельгопский карьер в районе г.Ухты, Республика Коми									
карбопетрозем гумусовый глинистый поверхностно оглеенный на тяжелосуглинистых отсевах дробления известняка (20 лет)									
W 0-1,5	1,64	0,16	9,63	0,24	7,99	1,42	8,3	83,56	2,66
ACg 1,5-10	0,76	0,04	5,50	0,10	8,89	0,91	8,1	91,27	2,76
Cg.ca 10-18	0,46	0,03	7,30	не опр.	не опр.	не опр.	8,0	91,48	2,52
Литострат щебнистый известковый с отсевом									
C 0-10	1,08	0,06	5,48	не опр.	не опр.	не опр.	7,2	86,80	2,62
литострат известкового отсева									
C 0-10	0,37	0,05	14,40	не опр.	не опр.	не опр.	7,4	92,03	2,56
Карболитозем светлогумусовый легкосуглинистый на отвалах литострата, созданный в ходе рекультивационных работ (15 лет)									
AJca 0-10	0,83	0,09	11,34	0,20	не опр.	0,78	8,2	17,73	2,51
Cca 10-17	0,17	0,02	13,24	не опр.	не опр.	не опр.	8,3	6,28	2,53
Литострат, не дифференцированный на горизонты									
C 0-11	0,26	0,05	20,50	не опр.	не опр.	не опр.	8,1	4,60	2,53
Карбопетрозем гумусовый легкосуглинистый на щебнистых отвалах известняка (8 лет)									
W 0-3	6,27	0,22	3,55	0,74	9,91	0,52	7,4	59,67	не опр.
Mca 3-11	0,92	0,03	3,08	не опр.	не опр.	не опр.	7,3	69,70	2,50
Карболитозем серогумусовый среднесуглинистый на отвалах известняка (20 лет)									
AУ 1-3	0,70	0,06	8,46	0,14	не опр.	1,67	7,8	1,97	2,58
ACca 3-20	0,36	0,05	14,69	0,03	14,04	1,00	8,0	2,32	2,56
Mca 20-27	0,26	0,05	18,31	не опр.	не опр.	не опр.	8,1	2,27	2,52
Отвал мергеля									
C 0-8	0,59	0,06	11,10	не опр.	не опр.	не опр.	8,1	2,64	2,66
Гриневский карьер, Белгородская область									
Темногумусовая супесчаная на гидроотвальных карбонатных песках (23 года)									
AУca 0-11	4,58	0,30	6,61	0,27	19,84	1,02	7,9	1,51	2,16
ACca 11-22	0,30	0,04	13,87	0,10	не опр.	1,00	7,7	2,80	0,56
Cca 22-30	0,08	0,05	66,88	не опр.	не опр.	не опр.	7,4	2,47	0,59
Серогумусовая тяжелосуглинистая на тяжелосуглинистых вскрышных породах, созданная в ходе рекультивационных работ (23 года)									
AУ 0-22	1,18	0,22	18,75	0,23	не опр.	1,21	7,5	1,84	3,32
AC 22-43	2,96	0,06	2,02	0,14	24,73	1,08	7,2	2,04	3,27
Карболитозем светлогумусовый тяжелосуглинистый на элювии мела (23 года)									
AJca 0-10	0,82	0,16	18,93	0,08	11,99	не опр.	7,6	20,58	2,92
AJca 20-27	0,22	0,06	27,04	0,07	не опр.	не опр.	7,8	28,40	2,45
Cca 27-36	0,22	0,06	27,09	не опр.	не опр.	не опр.	7,8	58,20	1,65
Карболитозем темногумусовый среднесуглинистый на тяжелосуглинистых вскрышных карбонатных породах (23 года)									
AУca 0-13	3,08	0,27	8,85	0,11	32,76	0,68	7,1	6,46	2,73
ACca 13-27	0,51	0,06	11,69	0,03	19,89	0,50	7,4	6,50	2,84
Cca 27-39	0,40	0,05	12,52	не опр.	не опр.	не опр.	7,7	8,12	2,61

Судя по результатам исправления группового состава гумуса можно сделать вывод, что молодые почвы на карбонатных породах являются слабо развитыми гумусово-аккумулятивными почвами, образованными в результате дернового процесса с гумификацией по фульватно-гуматному типу, что подтверждает работа В.Ф. Валькова [6]. Высокое накопление гумуса при дерновом процессе обусловлено преобладанием гуминовых кислот. Органические кислоты вследствие большого содержания углекислого кальция нейтрализуются, образуя нерастворимые соли. Но все же наблюдаются небольшие различия в групповом составе гумуса в разных климатических зонах. В северотаежных почвах образуется более фульватный гумус, тогда как в молодых почвах лесостепи больше гуминовых кислот, что соответствует зональным. При этом групповой состав гумуса молодых почв на отвалах очень изменчив, что обычно характерно для начальных стадий формирования.

В ходе этого исследования был сделан корреляционный анализ для всех полученных данных и был посчитан индекс детерминации. В результате данной работы было обнаружено, что для Бельгопского карьера характерна тесная связь между процессами аккумуляции органического вещества и азота ($r^2 = +0,99$), тогда как для почв Гриневско-

го карьера зависимость близка к тесной, но все же ниже ($r^2 = +0,68$). Что связано с тем, что, благодаря более влажному климату, в северной тайге более развита сукцессия. Почвы лесостепной зоны содержат меньшее количество азота, в отличие от северотаежных почв. По соотношению C:N видно, в северотаежной зоне преобладают процессы минерализации над гумификацией, а в лесостепной наоборот. Это связано с тем, что в лесостепи больше период биологической активности и, следовательно, там гумификация развита более. Ведь в лесостепи в зональных почвах отношение Cгк/Cфк в несколько раз больше, чем в тайге.

В результате корреляционного анализа была выявлена тесная связь гигроскопичности почв с содержанием в них гумуса применительно для Бельгопского карьера ($r^2 = +0,78$), тогда как содержание органического вещества в почвах Гриневского карьера слабо связано с весовой влажностью. Весовая влажность оказалась тесно связанной и с плотностью твердой фазы, и с содержанием илистой фракции для обоих карьеров. Таким образом, получается, что чем больше илистых частиц, тем больше весовая влажность, и это объясняется тем, что илистые частицы содержат наибольшее количество влаги, увеличивают водоудерживающую способность почв.

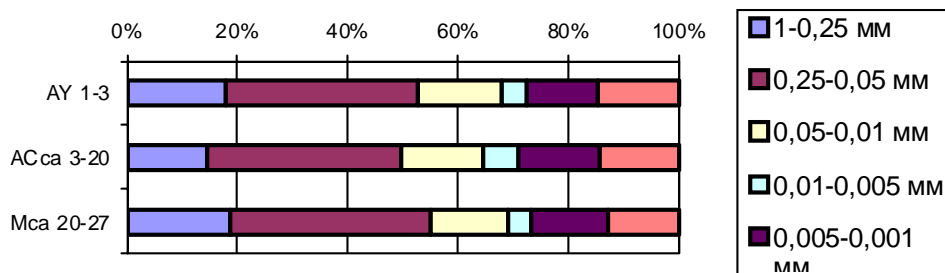


Рис. 1. Гранулометрический состав. Карболитозем серогумусовый среднесуглинистый на отвалах известняка (северная тайга)

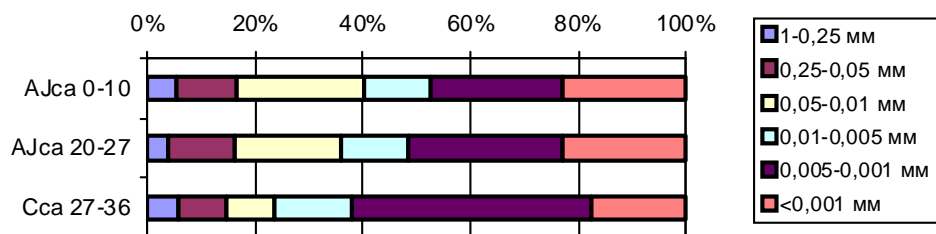


Рис. 2. Гранулометрический состав. Карболитозем светлогумусовый тяжелосуглинистый на элювии мела (лесостепь)

На начальных стадиях почвообразования на отвалах плотность твердой фазы молодых почв в первую очередь зависит от состава входящих в нее минералов, так как содержание органических веществ еще незначительно. С увеличением возраста почв плотность твердой фазы почвы посте-

пенно уменьшается в верхних горизонтах, что связано с увеличением в них содержания органических веществ [12]. Распределение значений плотности твердой фазы по профилю носит более-менее однородный характер (табл. 2), изменчивость этой величины обусловлена распределе-

нием органических веществ и минералогическим составом. В исследуемых почвах на Бельгопском карьере он колеблется от 2,50 до 2,66 г/см³, тогда как удельный вес молодых почв Гриневского карьера значительно меньше и изменяется от 2,34 до 2,66 г/см³ в отдельных случаях. Это связано с тем, что почвы лесостепного карьера формируются на более разнообразных по минералогическому составу породах (табл. 2).

Почти всегда профиль молодых почв несет в себе признаки перераспределения гранулометрических фракций в результате процессов механического переноса, физического, физико-химического и биохимического выветривания, ведущих к профильной дифференциации, формированию почвенного профиля. Кроме того, профильная неоднородность гранулометрического состава обусловлена неоднородностью исходной отвалной почвообразующей породы.

Исследованные почвы на Бельгопском карьере относятся к пылевато-песчаным легким и средним суглинкам, реже встречаются глины (рис. 1). Для почв Гриневского карьера характерно более равномерное распределение фракций, в отличие от явного преимущества фракции мелкого песка в северной тайге, но доминирует в основном крупная пыль. Почвы в лесостепи относятся к пылеватым средним и тяжелым суглинкам (рис. 2). Под влиянием растительности, хотя и незначительно, происходит увеличение содержания илистой фракции в гумусовом горизонте. Более молодые почвы северной тайги содержат меньшее количество илистой фракции, чем в лесостепной зоне, что объясняется тем, что еще не произошло выветривание минеральной части. Это явление более-менее прослеживается и по содержанию скелетной фракции, которой больше в молодых почвах Бельгопского карьера.

Результаты исследований общего содержания активных ионов водорода позволяют судить об интенсивности и направленности почвенных процессов, уровне ферментативной активности почв. Изменение концентрации активных ионов водорода влияет на жизнедеятельность микроорганизмов, обуславливает подвижность тех или иных минеральных и органических компонентов в почве и соотношение скоростей минерализации и гумификации растительного материала, и, как следствие, темпов гумусонакопления.

Общим для почв, формирующихся на всех отвалных породах, является подкисление, т.е. уменьшение величины рН, что является следствием влияния продуктов жизнедеятельности организмов, формирующейся системы гумусовых кислот и в определенных условиях присутствующих в породах отвалов легкоокисляющихся (сульфидсодержащих) минералов. Степень подкисления зависит как от свойств почвообразующих пород, так и от возраста почв.

Молодые почвы северной тайги являются щелочными, тогда как лесостепные почвы характеризуются слабощелочной или щелочной реакцией (табл. 2). Это свидетельствует о различных темпах декарбонатизации, которые, очевидно, выше в северной тайге, и приводят к образованию тонкодисперсных фракций, карбонаты которых относительно более растворимы, чем в лесостепных почвах. Также в северотаежной зоне из-за низкого биоклиматического потенциала не происходит выветривания минеральной части, следовательно, профили слабо дифференцированы по рН мелкозема. В большинстве почв наблюдается увеличение рН, что связано с процессами декарбонатизации. Распределение карбонатов в профилях почв во многом связано с исходной неоднородностью вскрышных пород. По возрастающему распределению карбонатов к породе можно судить об активной декарбонатизации исходного субстрата, что объясняется и изменением реакции среды по всему профилю, как это показано выше (табл. 2). Почвы в большинстве случаев характеризуются очень высоким содержанием карбонатов, причем в северо-таежных почвах их больше, чем в лесостепи. По степени карбонатности [6] почвы Бельгопского карьера средне-, сильнокарбонатные, некоторые высококарбонатные, но в основном имеют мергелистую карбонатность. В лесостепной зоне почвы мало- и среднекарбонатные, а карболитозем светлогумусовый на элювии мела высококарбонатный на уровне элювия известняков. Содержание карбонатов тесно связано с величиной потери при прокаливании ($r^2 = +0,95$). Также были проведены опыты в водной вытяжке на определение наличия в почве растворимых в воде органических и минеральных соединений. По получившимся данным видно, что все почвы не засолены, что свидетельствует о не таком высоком рН (при засолении рН > 8,5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Темпы почвообразования в молодых почвах техногенного ландшафта значительно выше, чем в зрелых зональных почвах, причем даже в первые десятилетия почвообразования на отвалах они выше, чем в последующие.

Проведенные исследования позволяют заключить, что генетическую сущность инициального почвообразования в нарушенных ландшафтах составляют процессы, тесно связанные с накоплением органического вещества. Абиогенная трансформация субстрата вскрышных пород сменяется стадией, которую можно охарактеризовать как период максимального влияния биогенного фактора на регенерационный педогенез (она длится около 10-15 лет). При этом на начальных стадиях почвообразования свойства почв зависят, в основном, от количества органического вещества и темпов его накопления. С возрастом гумус подвергается более глубокой трансформации,

увеличивается степень педогенной неоднородности почвенного профиля за счет формирования системы обособленных генетических горизонтов.

Процесс накопления органического вещества интенсивнее происходит в почвах лесостепной зоны, что объясняется факторами почвообразования, в частности климатом. В большинстве случаев, гумификация идет по фульватно-гуматному типу. Но все же наблюдается незначительное преобладание фульвокислот в северо-таежных почвах и гуминовых кислот в лесостепных, что свойственно зональным почвам.

Параметры химического состава молодых почв, а также их физические характеристики во многом определяются вещественным составом отвальных субстратов, которые более гомогенны и однообразны в случае Бельгопского карьера по сравнению с Гриневским.

Почвообразование на изученных отвалах происходит медленно, но активнее – в лесостепной зоне, что связано с увеличением периода биологической активности, развитием процессов гумусообразования и гумификации. Причем в самом начале развития нарушенных почв основная масса органического вещества аккумулируется в дерновом горизонте, за ним следует порода элювий известняка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абакумов Е.В., Гагарина Э.И.* Гумусообразование в карбонатных почвах карьерно-отвальных комплексов Северо-Запада Русской равнины // Вестник Санкт-Петербургского ун-та. 2002, сер. 3, вып. , № 3. С.67-75.
2. *Абакумов Е.В., Гагарина Э.И.* Почвообразование в посттехногенных экосистемах карьеров на Северо-Западе Русской равнины. СПб: Изд-во СПбГУ, 2006. 208 с.
3. *Андроханов В.А., Кулятина Е.Д., Курачев В.М.* Технозоны: свойства, режимы, генезис и эволюция. Новосибирск, 2000.
4. *Ариушикина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М., 1970.
5. *Арчезова И.Б.* Посттехногенные экосистемы Севера. СПб: Наука, 2002.
6. *Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И.* и др. Почвообразование на известняках и мергелях. Р.-на-Дону, 2007. 198 с.
7. *Воробьева Л.А.* Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
8. *Махонина Г.И.* Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2003. 356 с.
9. *Орлов Д.С.* Химия почв. М., 1985.
10. *Растворова О.Г.* Физика почв: практическое руководство. Л., 1983.
11. *Таргульян В.О., Фокин А.Д.* Экспериментальные исследования педогенеза: возможности, ограничения, перспективы // Почвоведение. 1989. № 1. С. 33-43.
12. *Трофимов С.С.* Почвообразование в техногенных ландшафтах. Новосибирск: Наука, 1979. 295 с.
13. *Федорова Н.Н.* Методические указания к курсу «Биологические методы исследования почв». СПб, 2004. 8 с.

PECULARITIES OF SOIL FORMATION ON LIME-CONTAINING SUBSTRATAS IN POSTTECHNOGENOUS ECOSYSTEMS OF NORTH TAIGA AND FOREST STEPPE

© 2011 *Е.Yu. Maximova*¹, *Е.V. Abakumov*^{1,2}

¹Saint-Petersburg state university, Saint-Petersburg

²Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Togliatti

Data on soil restoration are discussed for heaps of lime-containing substratas on lime mines in north taiga (Uchta) and forest steppe (Belgorod). Processes of soil formation are discussed as well as the effect of substrate on rates of soil restoration. Trends of initial soil formation are compared for northern versions of boreal and sub-boreal climate.

Key words: soils, technogenesis, spontaneous revegetation, carbonate heaps.