УДК 574:504.05

ТЕХНОГЕНЕЗ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В РАЙОНАХ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА

***Александра В. Заушинцена*[1, @1], *Николай В. Кожевников*[1, @2]**

[1] *Кемеровский государственный университет, Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6*
[@1] *alexaz58@yandex.ru*
[@2] *Koghevnikov_NV@mail.ru*

Поступила в редакцию 14.09.2016.
Принята к печати 10.11.2016.

Ключевые слова: техногенез, угледобывающие предприятия, экология, почвенный покров, рекультивация.

Аннотация: Статья посвящена проблеме деградации почвенного покрова под воздействием производственной деятельности человека. В данной работе рассмотрены современные масштабы ландшафтных и экологических изменений природной среды на территории угольных месторождений Кузбасса. Автор пытается проанализировать зависимость экологической ситуации в Кемеровской области от состояния почв, нарушенных в результате добычи полезных ископаемых. Выявлено, что воздействие угледобывающих предприятий приводит к нарушению сложившегося динамического равновесия в биосфере, как на региональном, так и на глобальном уровне. Показана необходимость введения строгого контроля за состоянием почвенного покрова и обязательное выполнение работ по восстановлению нарушенных территорий.

Для цитирования: Заушинцена А. В., Кожевников Н. В. Техногенез почвенного покрова в районах разработки угольных месторождений Кузбасса // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 1. С. 4 – 9.

В начале XX в. В. И. Вернадский выделил новую геологическую силу – научную мысль социального человечества [1]. Этап геологической истории, когда производственная деятельность человека стала важным геохимическим фактором, начался примерно 8000 лет назад, но только с началом распространения в XIX в. промышленного производства стала главным геохимическим фактором на поверхности Земли [2].

Академик А. Е. Ферсман впервые ввел в научный оборот термин «техногенез», под которым подразумевался процесс индустриального изменения биосферы и природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека. Наиболее значимыми областями влияния человеческой деятельности на геохимические процессы уже в то время он отмечал горнодобывающую и металлургическую промышленность [3].

Угольная промышленность является одной из экологически сложных отраслей народного хозяйства страны. Предприятия угольной промышленности оказывают многостороннее негативное воздействие на все компоненты окружающей природной среды. Негативное воздействие проявляется в деградации природного ландшафта и загрязнении водных источников, атмосферного воздуха и почв отходами производства в количествах, зачастую во много раз превышающих предельно допустимые концентрации, что нарушает сложившуюся сбалансированность природной среды [4].

Кузбасс – крупнейший из эксплуатируемых сегодня угольных бассейнов России. На его долю приходится почти 40 % общей добычи и более 70 % добычи коксующихся углей. На сравнительно небольшой территории действуют 145 угледобывающих предприятий, в том числе 47 шахт и 48 разрезов, 50 обогатительных фабрик и установок.

Согласно статистическим данным площадь нарушенных земель в Кемеровской области составляет 76,3 тыс. га [5]. Динамика добычи угля и нарушенных земель в Кемеровской области за период с 1997 по 2015 гг. представлена в таблице 1. При анализе четко прослеживается постоянный рост промышленной добычи угля и увеличение площади нарушенных земель. Каждый год при разработке угольных месторождений площадь нарушенных земель увеличивается в среднем на 1050 га.

В настоящее время угледобывающими предприятиями добывается более 215 млн т угля в год. Доля угля в топливном балансе страны стремительно увеличивается. К 2020 году спрос на электроэнергию вырастет в 2 раза, а на энергетический уголь – более чем в 2,5 раза. Для покрытия потребностей потребуется увеличить общий объем добычи угля в Кузбассе до 270 млн т к 2025 г. [6]. Площадь нарушенных земель увеличится вдвое и достигнет 120 – 150 тыс. га [7].

Эксплуатация угольных месторождений Кузбасса, где на ограниченной территории сконцентрированы многомиллиардные запасы угля, определяет неизбежную трансформацию естественных ландшафтов в техногенные [8].

Таблица 1. **Динамика добычи угля и нарушенных земель в Кемеровской области за период с 1997 по 2015 гг.** [5; 9]
Table 1. **Dynamics of coal production and disturbed lands in Kemerovo region in 1997 – 2015** [5; 9]

Год	*Добыча угля, млн т*	*Нарушенные земли, тыс. га*
1997	86,1	55,5
1998	89,5	55,8
1999	98,4	56,7
2000	103,5	56,8
2001	113,4	57,4
2002	117,9	58,1
2003	144,0	59,3
2004	156,0	60,3
2005	165,0	60,6
2006	174,0	61,5
2007	181,0	62,3
2008	182,0	62,4
2009	178,0	62,1
2010	178,0	62,7
2011	189,0	63,8
2012	201,9	66,8
2013	198,0	70,0
2014	208,0	73,1
2015	215,6	76,3

Техногенная нагрузка на природную среду усложняется возрастающим воздействием со стороны предприятий металлургии и химической промышленности. По уровню развития отдельных производств химической и металлургической промышленности Кузбасс занимает одно из первых мест в России. Второе место по объему производства в области занимает черная металлургия, обеспечивающая за Уралом 90 % валовой продукции.

Таким образом, нарушение естественных ландшафтов горнодобывающими работами идет на фоне общей кризисной экологической обстановки, вызванной загрязнением воздуха, вод и почв отходами производства химической, металлургической промышленности, объектов тепло- и электроэнергетики.

Проблема негативного воздействия в Кузбассе обостряется в связи с концентрацией промышленного потенциала угледобывающего производства в результате комплексного размещения шахт и разрезов, котельных, углеобогатительных фабрик и вспомогательных подразделений вместе с их транспортной инфраструктурой.

В Кемеровской области основные угледобывающие предприятия в основном сосредоточены в Ленинск-Кузнецком, Беловском, Прокопьевском, Новокузнецком, Междуреченском, Кемеровском и Яйском районах (рис. 1).

Двенадцать остальных районов: не имеют на своей территории угледобывающих предприятий.

По уровню добычи угля и степени влияния техногенеза административные районы могут быть разделены на 3 категории [10]:

I – районы интенсивного техногенеза (Беловский, Ленинск-Кузнецкий, Гурьевский, Прокопьевский, Новокузнецкий, Кемеровский, Яйский);

II – районы трансграничного влияния техногенеза (Яшкинский, Ижморский, Топкинский, Крапивинский, Промышленный, Междуреченский);

III – «эталонные» районы, вне зоны влияния техногенеза (Мариинский, Тяжинский, Тисульский, Юргинский, Чебулинский, Таштагольский).

Добыча угля сопровождается разрушением почвенного покрова и естественных ландшафтов при проведении горнодобывающих работ как открытым, так и подземным способом.

Современные масштабы ландшафтных и экологических изменений природной среды в угольных регионах связаны, в первую очередь, с преобладающим развитием открытого способа добычи. Вынос на поверхность громадной массы глубинных горных пород привел к процессам осадки поверхности, изменению рельефа местности, образованию депрессионных воронок, а также нарушает природное равновесие в миграции химических элементов, разрушает сложившиеся природные биоценозы [11].

Внешние отвалы составляют более 80 % общей площади отвалов, что существенно увеличивает землеемкость угледобычи [10]. Отвалы часто создаются на месте ценных лесных и сельскохозяйственных угодий, иногда из фитотоксичных грунтов, остающихся в течение многих лет лишенными какой-либо растительности.

Разработка месторождений подземным способом требует значительно меньших территорий под земельный отвод и не вызывает таких значительных нарушений природных ландшафтов, как открытые горные работы. Изменения строения недр и земной поверхности в этом случае связаны, главным образом, с деформацией горных пород в надугольной толще. При этом имеют место три типа явлений: деформация отдельных слоев и массива в целом, возникновение трещин и обвалы. По мере увеличения выработанного пространства эти явления следуют одно за другим и оказывают значительные воздействия на земную поверхность [12].

При извлечении твердых полезных ископаемых формируется пустотное пространство. Подработанные толщи могут оседать и образовывать провалы на земной поверхности [4].

При подземной добыче угля основным видом нарушений являются подработанные земли, которые составляют свыше 75 % от всех нарушенных подземными работами земель [10]. Ликвидационными комиссиями в Кузбассе в 2003 г. установлены 138 провалов от вскрывающих выработок, имеющих выход на поверхность [13].

Нарушенные земли кроме прямого экономического ущерба, связанного с изъятием продуктивных угодий, причиняют окружающей природной среде экологический ущерб. Отрицательнее влияние нарушенных земель проявляется в загрязнении почвы, воды и атмосферы продуктами эрозии и дефляции, иссушении (или иногда подтоплении) территорий, снижении биологической продуктивности прилегающих угодий [14].

Добыча 1 т каменного угля сопровождается образованием от 3 до 20 т твердых отходов и выбросов в атмосферу от 5 до 25 м^3 метана. В Кузбассе при годовой добыче угля 200 млн т – в атмосферу выбрасывается более 3,5 млрд м^3 метана и 1,5 млрд т твердых отходов.

Рис. 1. ***Распределение административных районов Кемеровской области по уровню техногенной нагрузки*** [9]
Fig. 1. ***Distribution of administrative districts of Kemerovo region according to the level of man-induced impact*** [9]

Вследствие физического и химического выветривания горных пород в окружающую среду попадает большой спектр загрязняющих веществ это, прежде всего, соли тяжелых металлов, бензапирен и фенолы, образующиеся при окислении угля. Перенос их на значительные расстояния превращает локальное загрязнение окружающей среды в региональное.Глобальные масштабы загрязнения окружающей среды приводят к деградации почвенного покрова практически на всей территории Кузнецкой котловины, являющейся благодаря плодородным почвам основной зоной сельскохозяйственного производства Кемеровской области. Снижение продуктивности сельскохозяйственных угодий в индустриальных районах Кузбасса оценивается в 15 – 20 %. Загрязнение почвы тяжелыми металлами в некоторых районах превышает предельно допустимый уровень, а выращенная

на таких почвах продукция становится токсичной для человека [15].

После прекращения горнодобывающих работ процессы деградации биосферы не прекращаются, более того, они в первые годы значительно усиливаются. При этом следует учесть, что отрицательное воздействие техногенных земель на окружающую среду проявляется не только сегодня, но неизбежно проявится, возможно, в больших масштабах, в будущем. Это является следствием продолжающихся геодинамических процессов, связанных с обрушением вмещающих пород в брошенные горные выработки, сдвиг земной поверхности и ее проседание с разрушением поверхности земли.

При заполнении выработок водой происходит вытеснение на поверхность рудничных газов, в основном метана. В зонах выделения метана на поверхность почва теряет структуру, уплотняется и приобретает серый цвет, а растительность на ней погибает. Не являясь фитотоксичным, метан в почве замещает кислород, создает анаэробную среду. В результате образуются непригодные для жизнедеятельности растений почвенные условия, подавляются микробиологические процессы и почвенная фауна [16].

Экологическая ситуация усложняется низкими темпами и неудовлетворительным качеством проведения рекультивации нарушенных земель. Более 30 тыс. га нарушенных земель остались от закрытых и закрывающихся предприятий и вероятность их восстановления в ближайшие десятилетия минимальна [17].

Масштабы рекультивации сильно варьируются в отдельные годы по отношению к площади нарушенных земель. Примечательно, что площадь рекультивированных земель в 2003 и 2004 гг. большей частью превышает площадь нарушенных (таблица 2).

К настоящему времени соотношение площадей нарушенных земель и рекультивированных в целом по Кузбассу составляет 5:1 [18]. Для исправления сложившейся в горнодобывающей промышленности Кузбасса экологической обстановки этого недостаточно.

Таким образом, почвенный покров Кузбасса с каждым годом испытывают все более и более возрастающее техногенное воздействие со стороны предприятий металлургии, горнодобывающей и химической промышленности. Нарушенные территории являются источником загрязнения и истощения природных вод, запыления атмосферы, значительного ухудшения санитарно-гигиенических и эстетических условий жизни людей. Значительные площади земель отчуждаются из сельскохозяйственного и лесного фонда. Деградация и уничтожение почвенного покрова приводит к необоротным изменениям в экосистемах и значительному разрушению экологического баланса.

Таблица 2. **Соотношение нарушенных и рекультивированных земель в Кемеровской области за период с 1990 по 2007 гг**. [5; 9]
Table 2. **Correlation ofdisturbed and reclaimed lands in Kemerovo region in 1990 – 2007** [5; 9]

Год	*Нарушено земель, га*	*Рекультивированно земель, га*
1990	1281	1176
1991	1226	1489
1992	2830	817
1993	1594	839
1994	1629	976
1995	1490	988
1996	1094	996
1997	304	48
1998	905	884
1999	105	19
2000	533	1103
2001	693	589
2002	1229	1358
2003	1039	2251
2004	286	1316
2005	933	908
2006	824	874
2007	546	434

Сложившаяся экологическая обстановка вызывает необходимость разработки полного комплекса природоохранных мероприятий, направленных на сохранение почвенного покрова, а также введение строгого контроля за его состоянием и обязательное выполнение работ по восстановлению нарушенных территорий.

Литература

1. Вернадский В. И. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1991. 270 с.
2. Безуглова О. С., Орлов Д. С. Биогеохимия. Ростов н/Д.: Феникс, 2000. 320 с.
3. Ферсман А. Е. Геохимия. Т. III. Л.: ОНТИ-Химтеорет, 1937. 503 с.
4. Андросова Н. К. Геохимия техногенеза в районах разработки месторождений полезных ископаемых // Экологические проблемы минерально-сырьевого комплекса: Межвузовская интернет-конференция. Санкт-Петербург, 2011. Режим доступа: http://www.spmi.ru/node/2656 (дата обращения: 15.01.2014).
5. О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2015 году: государственный доклад. Кемерово, Департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области, 2016. 212 с.
6. Связь темпов рекультивации с темпами угледобычи // ЭКО-бюллетень ИнЭкА. 2008. № 4(129). С. 11.
7. Куприянов А. Н. Рекультивация нарушенных земель в Кузбассе: будем ли мы вечно жить среди отвалов? // Эко-бюллетень ИнЭкА. 2008. № 4(129). С. 23 – 25.
8. Баранник Л. П., Шмонов А. М. Рекультивация земель. Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1988. 67 с.
9. Материалы к государственному докладу «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2007 году». Кемерово, 2008. Режим доступа: http://kuzbasseco.ru/002/index.html (дата обращения: 20.03.2016).
10. Литвиненко В. С., Пашкевич Н. В., Шувалов Ю. В. Экологическая емкость природной среды Кемеровской области. Перспективы развития промышленности // Эко-бюллетень ИнЭкА. 2008. № 3(128). С. 28 – 34.

11. Агеенко Г. К. Роль рекультивации нарушенных земель в решении экологических проблем Кемеровской области // Проблемы обеспечения экологической безопасности в Кузбасском регионе. Кемерово, 2005. Кн. III. С. 76 – 85.

12. Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Экология почв. Ч. 2. Разрушение почв. Дегумификация. Нарушение водного и химического режима почв. Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 2004. 54 с.

13. Диколенко Е. Я. Экологические проблемы угольной отрасли и пути их решения // Уголь. 2003. № 1. С. 25 – 27.

14. Алябьева Г. Н., Фахрина М. В. Антропогенное воздействие на природный потенциал Кемеровской области // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 2. С. 15 – 20.

15. Потапов В. П. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. Новосибирск: Наука, 2005. 650 с.

16. Галанина Т. В., Овсянникова С. В. Экологическая обстановка в угледобывающей отрасли Кузбасса: проблемы и пути решения // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2012. № 3. С. 187 – 194.

17. Баранник Л. П., Счастливцев Е. П. Рекультивация нарушенных земель // Экологические проблемы угледобывающей отрасли в регионе при переходе к устойчивому развитию: труды Международной научно практической конференции. Кемерово, 1999. С. 232 – 238.

18. Николайченко В. П. Естественное лесовозобновление на отвалах угольных разрезов // Эко-бюллетень ИнЭкА. 2004. № 5(100). С. 10 – 11.

TECHNOGENESIS OF SOIL IN COAL MINING AREAS OF KUZBASS

***Alexandra V. Zaushintsena*[1, @1] *Nikolay V. Koghevnikov*[1, @2]**

[1] *Kemerovo State University, 6, Krasnaya street, Kemerovo, Russia, 650000*
[@1] *alexaz58@yandex.ru*
[@2] *Koghevnikov_NV@mail.ru*

Received 14.09.2016.
Accepted 10.11.2016.

Keywords: technogenesis, coal mines, ecology, soil cover, reclamation.

Abstract: The article covers the problem of soil degradation caused by industrial activity. The paper discusses the current levels of landscape and environmental changes on the territory of Kuzbass coal deposits. The author tries to analyze the dependence of the environmental situation in the Kemerovo region on the condition of soil that was disturbed by mining. It was found that the impact of coal mining enterprises leads to disruption of the existing dynamic equilibrium in the biosphere, at both regional and global level. The necessity to introduce strict environmental monitoring of soil cover and binding works to restore disturbed areas was demonstrated.

For citation: Zaushintsena A. V., Koghevnikov N. V. Tekhnogenez pochvennogo pokrova v raionakh razrabotki ugol'nykh mestorozhdenii Kuzbassa [Technogenesis of Soil in Coal Mining Areas of Kuzbass]. *Bulletin of Kemerovo State University. Series: Biological, Engineering and Earth Sciences*, no. 1 (2017): 4 – 9.

References

1. Vernadsky V. I. *Nauchnaia mysl' kak planetnoe iavlenie* [Scientific thought as a planetary phenomenon]. Moscow: Nauka, 1991, 270.

2. Bezuglova O. S., Orlov D. S. *Biogeokhimiia* [Biogeochemistry]. Rostov-on-Don: Feniks, 2000, 320.

3. Fersman A. E. *Geokhimiia* [Geochemistry]. Leningrad: ONTI-Khimteoret, vol. III (1937): 503.

4. Androsova N. K. Geokhimiia tekhnogeneza v raionakh razrabotki mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh [Geochemistry of technogenesis in the areas of mining]. *Ekologicheskie problemy mineral'no-syr'evogo kompleksa: Mezhvuzovskaia internet-konferentsiia* [Environmental problems of mineral resources sector: inter-University Internet Conf.]. Saint-Petersburg, 2011. Available at: http://www.spmi.ru/node/2656 (accessed 15.01.2014).

5. *O sostoianii i okhrane okruzhaiushchei sredy Kemerovskoi oblasti v 2015 godu: Gosudarstvennyi doklad* [Status and conservation of the environment in Kemerovo region in 2015: State report]. Kemerovo, 2016, 212.

6. Sviaz' tempov rekul'tivatsii s tempami ugledobychi [The relationship of the rate of reclamation with the pace of coal mining]. *Eko-biulleten' InEkA = Eco-Bulletin InEcA*, no. 4(129) (2008): 11.

7. Kupriianov A. N. Rekul'tivatsiia narushennykh zemel' v Kuzbasse: budem li my vechno zhit' sredi otvalov? [Land reclamation in Kuzbass: will we live forever among the dumps?]. *Eko-biulleten' InEkA = Eco-Bulletin InEcA*, no. 4(129) (2008): 23 – 25.

8. Barannik L. P., Shmonov A. M. *Rekul'tivatsiia zemel'* [Recultivation of lands]. Kemerovo: Kemerovskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1988, 67.

9. *Materialy k gosudarstvennomu dokladu «O sostoianii i okhrane okruzhaiushchei sredy Kemerovskoi oblasti v 2007 godu»* [Materials to the state report "On condition and protection of the environment in Kemerovo region in 2007"]. Kemerovo, 2008. Available at: http://kuzbasseco.ru/002/index.html (accessed 20.03.2016).

10. Litvinenko V. S., Pashkevich N. V., Shuvalov Iu. V. Ekologicheskaia emkost' prirodnoi sredy Kemerovskoi oblasti. Perspektivy razvitiia promyshlennosti [The ecological capacity of the natural environment of the Kemerovo region. Prospects of development of the industry]. *Eko-biulleten' InEkA = Eco-Bulletin InEcA*, no. 3(128) (2008): 28 – 34.

11. Ageenko G. K. Rol' rekul'tivatsii narushennykh zemel' v reshenii ekologicheskikh problem Kemerovskoi oblasti [The role of reclamation in addressing environmental problems of the Kemerovo region]. *Problemy obespecheniia ekologicheskoi bezopasnosti v Kuzbasskom regione* [Problems of environmental security in the Kuzbass region]. Kemerovo, book III (2005): 76 – 85.

12. Val'kov V. F., Kazeev K. Sh., Kolesnikov S. I. *Ekologiia pochv. Chast' 2. Razrushenie pochv. Degumifikatsiia. Narushenie vodnogo i khimicheskogo rezhima pochv* [Soil ecology. Part 2. The destruction of soils. Dehumification. Violation of the water and chemical regime of soils]. Rostov-on-Don: Izd-vo RGU, 2004, 54.

13. Dikolenko E. Ia. Ekologicheskie problemy ugol'noi otrasli i puti ikh resheniia [Environmental problems of the coal industry and ways of their solution]. *Ugol' = Coal*, no. 1 (2003): 25 – 27.

14. Aliab'eva G. N., Fakhrina M. V. Antropogennoe vozdeistvie na prirodnyi potentsial Kemerovskoi oblasti [Human impact on the natural potential of the Kemerovo region]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii = Modern high technologies*, no. 2 (2008): 15 – 20.

15. Potapov V. P. *Geoekologiia ugledobyvaiushchikh raionov Kuzbassa* [Geoecology of mining regions of the Kuzbass]. Novosibirsk: Nauka, 2005, 650.

16. Galanina T. V., Ovsiannikova S. V. Ekologicheskaia obstanovka v ugledobyvaiushchei otrasli Kuzbassa: problemy i puti resheniia [The environmental situation in the coal mining industry of Kuzbass: problems and solutions]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii biulleten' = Mining information-analytical Bulletin*, no. 3 (2012): 187 – 194.

17. Barannik L. P., Schastlivtsev E. P. Rekul'tivatsiia narushennykh zemel' [Reclamation of disturbed lands]. *Ekologicheskie problemy ugledobyvaiushchei otrasli v regione pri perekhode k ustoichivomu razvitiiu: Trudy mezhdunarodnoi nauchno prakticheskoi konferentsii* [Environmental problems of coal mining in the region in the transition towards sustainable development: Proc. Intern. Sc.-Prac. Conf.]. Kemerovo, 1999, 232 – 238.

18. Nikolaichenko V. P. Estestvennoe lesovozobnovlenie na otvalakh ugol'nykh razrezov [Natural regeneration on coal mines dumps]. *Eko-biulleten' InEkA = Eco-Bulletin InEcA*, no. 5(100) (2004): 10 – 11.