

УДК 622:624.13:502/504(470.323)

**ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ  
В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АКТИВНО РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ РЕГИОНА КМА****Фурманова Т.Н., Петина М.А., Петин А.Н., Белоусова Л.И.***ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
Белгород, e-mail: furmanova@bsu.edu.ru*

Белгородская область является староосвоенным и густонаселенным регионом Российской Федерации. Ее территория входит в регион КМА – мощнейший в мире железорудный бассейн. В пределах области ведется активная добыча железистых кварцитов открытым (карьерным) и шахтным способом. Каждый из этих видов добычи железорудного сырья как оказывает свое специфическое воздействие на отдельные компоненты ландшафта, так и приводит к трансформации ландшафтной структуры в целом. Помимо масштабного воздействия добычи железорудного сырья в районах разработки общераспространенных полезных ископаемых также происходят нарушения естественных ландшафтов. Хотя масштабы преобразований не так велики по сравнению с горнорудным производством, однако большое количество и широкое распространение карьеров по разработке общераспространенных полезных ископаемых существенно влияют на общий фон природных ландшафтов. Исследование механизмов трансформации ландшафтов в зависимости от объемов добычи полезного ископаемого и видов применяемых геотехнологий их отработки представляет актуальную проблему.

**Ключевые слова:** Курская магнитная аномалия (КМА), карьер, шахтный способ добычи, железистые кварциты, рекультивация, техногенный ландшафт, нарушенные земли, горнодобывающая деятельность, горнодобывающий комплекс (ГДК), геологическая среда, природный ландшафт

**TECHNOGENIC LANDSCAPES TRANSFORMATION  
IN THE AREA OF INFLUENCE ACTIVELY DEVELOPING  
MINERAL DEPOSITS OF THE REGION KMA****Furmanova T.N., Petina M.A., Petin A.N., Belousova L.I.***Belgorod State National Research University, Belgorod, e-mail: furmanova@bsu.edu.ru*

Belgorod region is long ago mastered and densely populated territory of the Russian Federation. Its territory is included in the KMA region – the most powerful in the world iron ore basin. Within the area are actively mining ferruginous quartzite open (career) and mining method. Each of these types of iron ore extraction exerts specific effects, both on individual components of the landscape or landscape structure leads to transformation in general. In addition to the impact of large-scale iron ore mining development in areas of common minerals also occur violation of natural landscapes. Although the scale of transformation is not so large compared with the mining industry, but a large number and wide distribution of pits on the development of common minerals significantly affect the general background of the natural landscape. The study of mechanisms of transformation of landscapes depending on production volumes and types of minerals used geotechnology of mining, it is an actual problem.

**Keywords:** Kursk Magnetic Anomaly (KMA), quarry, mine mining method, ferruginous quartzites, reclamation, technogenic landscape, disturbed land, mining activities, mining complex (GDK), geological environment, natural landscape

Регион Курской магнитной аномалии (КМА) представляет собой самый мощный в мире железорудный бассейн, простирающийся на территории трех субъектов Российской Федерации – Курской, Белгородской и Орловской областей. Интенсивное освоение запасов железистых кварцитов началось в 1950-е гг. В настоящее время горнодобывающая деятельность ведется в пределах четырех железорудных районов – Белгородском, Старооскольском, Новооскольском и Курско-Орловском. В пределах Белгородской области добыча железистых кварцитов осуществляется открытым карьерным способом в пределах Старооскольско-Губкинского ГДК и шахтным способом на Яковлевском руднике

и на шахте им. Губкина. В настоящее время опытно-промышленная добыча богатой железной руды осуществляется на Больше-Троицком месторождении.

Практически при всех применяемых видах отработки геотехнологий на железорудных месторождениях КМА (исключение составляет лишь метод СГД) добыча сырья сопровождается широкомасштабными нарушениями естественных ландшафтов и геохимической ситуации в районах их разработки.

Локальные нарушения естественных ландшафтов также происходят и в районах разработки общераспространенных полезных ископаемых. Однако большое количество и широкое распространение карьеров по

разработке общераспространенных полезных ископаемых могут существенно влиять на общий фон естественных ландшафтов. Исследование механизмов трансформации ландшафтов в зависимости от объемов добычи полезного ископаемого и видов применяемых геотехнологий их отработки представляет актуальную проблему.

Горнорудная промышленность является одним из наиболее мощных факторов антропогенного воздействия на ландшафт. Различают прямое и косвенное воздействие горного производства на природные ландшафты. Прямое влияние состоит в разрушении и преобразовании ландшафтов процессами техногенной денудации и аккумуляции, происходящими непосредственно при горнодобывающей деятельности [4, 8].

Косвенное влияние на ландшафты наблюдается при организации и эксплуатации компонентов инфраструктуры, обеспечивающей горное производство. Это, прежде всего, энергетические объекты, перерабатывающие предприятия, транспортные сети, связь, объекты водоснабжения и водоотведения, рабочие поселки, нередко агропромышленные предприятия и комплексы, иные объекты, необходимость которых диктуется особенностями технологии горного производства.

Косвенное воздействие горнодобывающих предприятий состоит в загрязнении природных объектов токсичными выбросами и выпусками, загрязнителями, рассеивающимися при дефляции отвалов, эксплуатации энергетических объектов, предприятий металлургического передела добываемого сырья. Длительное или интенсивное воздействие на природные почвенно-растительные компоненты ландшафта вызывает их полную деструкцию и последующую активизацию природных экзогенных процессов, водной или ветровой эрозии, приводящих в первую очередь к нарушению земель, а в дальнейшем полному преобразованию существовавших ранее ландшафтов и потере ими прежней биологической продуктивности. Однако фактическое начало нарушения природных ландшафтов происходит до организации горного предприятия, еще на стадии производства геологоразведочных работ.

Активная горнодобывающая деятельность на территории КМА привела к интенсивному и коренному преобразованию существующих естественных ландшафтных комплексов. Проведенные нами ландшафтные исследования в зоне влияния Старо-

оскольско-Губкинского горнодобывающего комплекса позволили выделить три вида техногенной трансформации природных ландшафтов:

а) трансформации, вследствие которых происходят необратимые изменения в структуре ландшафтов и формирование вновь образованного техногенного ландшафта;

б) трансформации, вызывающие временные изменения в структуре ландшафта, при этом сохраняется способность ландшафта к восстановлению прежних признаков после прекращения трансформирующего воздействия;

в) трансформации, не сопровождающиеся изменением структуры ландшафта, при этом сохраняется потенциальная способность ландшафта к выполнению своих первоначальных функций, изменению, как правило, подвергаются биотические компоненты.

В результате в горнопромышленных районах формируются новые по своему генезису, структуре и функционированию техногенные ландшафты, которые в своем развитии проходят две основные фазы – техногенного формирования и посттехногенного развития. В техногенную фазу происходит формирование своеобразной каркасной (литогенной) основы: рельеф и его основные характеристики, горные породы с их вещественным составом и свойствами. В посттехногенную фазу развития ландшафта происходит постепенное преобразование литогенной основы посредством естественных ландшафтообразующих факторов. И, как следствие этого, техногенный ландшафт постепенно трансформируется в природно-техногенный ландшафт.

Техногенез в Старооскольско-Губкинском горнопромышленном районе КМА как фактор преобразования природных систем (в том числе геологической среды) в настоящее время приобрел не только локальное, но и региональное значение.

При рассмотрении карьерно-отвального комплекса как рукотворного геохимического ландшафта обнаруживается ряд несоответствий его строения и функционирования по сравнению с природным геохимическим ландшафтом. Геохимическим центром карьерно-отвального ландшафта выступает днище карьера – самый пониженный элемент рельефа. Из него производится вынос вещества в виде вывозимой с породой руды и поступающих при взрывах в атмосферу аэрозолей. Встречные потоки, обусловленные поверхностным и подземным стоками, не компенсируют отчуждение веществ, по-

этому карьер в процессе эксплуатации углубляется и расширяется. Пространственная смена комбинаций форм движения материи в карьерно-отвальном ландшафте противоположна таковой в естественном ландшафте – от центра к периферии ослабляется значение физической и химической форм движения материи и усиливается значение биологической формы движения, которая присутствует лишь на зарастающих растительностью поверхностях отвалов. Главным фактором, определяющим основные направления техногенных ландшафтно-геохимических процессов, является техника (носитель миграционных потоков), а вспомогательными факторами – вода и живое вещество, представленное формирующимися на отвалах и хвостохранилищах молодыми биогеоценозами.

Таким образом, карьерно-отвальный ландшафт характеризуется сочетанием двух комплексов ландшафтно-геохимических процессов – техногенного с ведущей ролью антропогенной миграции химических элементов (вывоз веществ из карьера) и природно-техногенного с ведущей ролью естественной миграции элементов, обусловленной гравитационным перераспределением веществ и их биологическим круговоротом. В карьерно-отвальном ландшафте направления техногенной и природной миграции химических элементов противоположны.

Как отмечают О.Н. Толстихин, В.Ф. Попов (2000), даже при крайней степени изменения горнопромышленных ландшафтов в них не происходит полного уничтожения природной основы. В частности, сохраняются зональные климатические характеристики, сохраняются геолого-структурные особенности литогенной основы ландшафтов, тенденции развития тех или иных экзогенных процессов, которые могут ослабевать или, наоборот, усиливаться в новых условиях трансформированного рельефа [9].

Воздействие на ландшафты открытых горных работ проявляется в коренном переустройстве рельефа с образованием техногенных отрицательных (денудационных) и положительных (аккумулятивных) форм.

К положительным формам рельефа, образующимся в результате открытых горных работ, относятся отвалы. По отношению к контуру карьера их подразделяют на внутренние и внешние.

Отрицательными формами рельефа, остающимися после открытых разработок, являются карьеры, траншеи и канавы, весьма различные по своим параметрам.

Карьер охватывает собой совокупность горных выработок, образованных при добыче полезного ископаемого открытым способом. Форма карьеров определяется условиями залегания полезного ископаемого и геометрией разрабатываемого пласта или рудного тела.

Нарушенные горными разработками земли представляют собой склоновые поверхности различной формы и ориентировки, увенчанные гребнями или конусами, существенно отличающиеся по ряду своих свойств от естественных.

Интенсивное развитие горнодобывающей промышленности в регионе КМА и расширение сферы ее воздействия с каждым годом усиливает ее влияние на состояние геологической среды. Это проявляется как в изменении геологического строения районов добычи железорудного сырья, так и в активизации различных геодинамических процессов, обусловленных техногенным воздействием на литосферу.

Наиболее широко на железорудных месторождениях представлены геомеханические явления. К ним относятся: сдвигание горных масс, обрушения, обвалы, осыпи, горные удары, оползни, сели, эрозия, дефляция, суффозия, прорывы плывунов, крип и др. [5].

Образование, характер и интенсивное проявление геомеханических явлений обусловлено тремя основными следствиями горных работ: перемещением горных масс, изменением местного базиса эрозии и разрушением горных массивов, минеральных агрегатов и индивидов с образованием дисперсных обломочных фракций с большой удельной поверхностью.

Формирование карьерно-отвального комплекса сопровождается существенным изменением рельефа. В геосистеме именно рельеф осуществляет дифференциацию вещества и энергии. С ним связаны и климатические особенности, и почвы, и растительность. Рельеф оказывает большое влияние на формирование стока поверхностных и подземных вод. Для экологической оценки окружающей среды это обстоятельство имеет большое значение.

Распространение на относительно ограниченной территории горного отвода техногенного рельефа (отвалы и карьеры) обуславливает широкое распространение активных неравновесных склонов. В техногенной геосистеме они выполняют две основные функции: поставляют обломочный материал и сортируют его по весу, размеру и форме обломков [7].

В результате полевых наблюдений и анализа разновременных аэрофотоснимков был сделан вывод о затухании эрозии в системах балок, где базис эрозии значительно повышен за счет намыва продуктов обогащения руды в хвостохранилища. К таким балкам относятся Чуфичева, где формируется хвостохранилище Лебединского и Стойленского ГОКов, а также Березовый Лог, где сформирован и рекультивирован гидроотвал. Напротив, активизация эрозии приурочена к зонам трещиноватости оврагов и балок, бортам карьеров, узлам пересечения разломов. Зоны и узлы активизации довольно уверенно дешифрируются по фотографическим материалам.

В Старооскольско-Губкинском горно-промышленном районе выявлена активизация карстово-суффозионных процессов. Собственные наземные наблюдения и разрозненные фондовые данные позволяют сделать вывод, что в результате увеличения площади и глубины депрессионной воронки, суффозионно-карстовые процессы несколько оживились.

Наблюдаемое расширение площадей с развитием процессов заболачивания связано как с увеличением водопритока из карьеров, так и с заполнением Старооскольского водохранилища.

Таким образом, геодинамические процессы представляют собой естественную реакцию природной системы на техногенное воздействие и в некоторых случаях существенно влияют на результаты хозяйственной деятельности в горнодобывающих районах [6].

Детальный анализ современной ландшафтно-функциональной структуры Старооскольско-Губкинского ГДК дает представление о соотношении видов земель, входящих в зону непосредственного воздействия горной добычи. В общей структуре КМА на долю техногенно преобразованных земель приходится лишь 0,4% общей площади, в то время как на территории зон открытых разработок эта цифра гораздо выше. Так в 20 км зоне влияния Старооскольско-Губкинского промышленного узла техногенные ландшафты занимают более 3% территории, в совокупности с высокой степенью распаханности и заселенности (под пашнями 62,1% территории и под населенными пунктами 8,9%) в целом, общий ландшафтный рисунок образуют техногенные, агроландшафты и селитебные ландшафты. Нарушенные земли подвержены интенсивной водной и ветровой эрозии, что

представляет экологическую опасность для окружающих естественных и сельскохозяйственных угодий, селитебных территорий. Формируются чуждые для зоны экотопы, которые заселяются преимущественно сорными и адвентивными видами. На долю естественных экосистем в этом районе приходится около 25% территории, это преимущественно лесные, овражно-балочные и пойменные ландшафты.

В Белгородской области в настоящее время разрабатывается свыше 300 карьеров ОПИ. Прогнозные запасы мела, глин и песка практически не ограничены и распространены по всей территории области.

В связи с принадлежностью территорий, на которых ведется добыча, к различным единицам ландшафта, имеют место определенные особенности воздействия открытой разработки на окружающую среду. Более 50% карьеров первоначально располагались на склонах балок и оврагов, а затем, углубляясь и расширяясь, стали захватывать пахотные угодья. Примерно 25% карьеров располагается в поймах рек и около 20% – в оврагах и балках [1].

Существенным недостатком разработки месторождений ОПИ является негативное влияние на окружающую среду. К основным видам воздействия малых карьеров относятся: изъятие значительных земельных площадей, выступающих в качестве сельскохозяйственных угодий, а также являющихся местообитанием различных представителей фауны; загрязнение воздушной среды, почвенного и растительного покрова прилегающих территорий; изменение рельефа территории, ее гидрогеологических условий, загрязнение близлежащих водоемов сточными водами.

Перечисленные отрицательные явления сопровождают и добычу ОПИ на территории Белгородской области, особенно не в столь далеком прошлом. На значительной части карьеров горные работы ведутся на ценных пахотных землях практически без снятия плодородного слоя чернозема. Многие карьеры интенсивно подрабатывают лесные и кустарниковые насаждения; в результате из зоны производственной деятельности вытесняется местный животный мир. Зачастую добыча ОПИ велась без дополнительных мер по осушению и водоотведению, практиковался сброс загрязненных вод в местную речную сеть. На бывших колхозных карьерах допускались бесконтрольные нарушения пологих склонов, что ускоряло процессы оврагообразования. Остаточные



карьерные выемки на отработанных участках месторождений часто превращались в места несанкционированных свалок бытовых и промышленных отходов [3].

Подводя итог, можно заключить, что высокая степень сельскохозяйственной освоенности территории Белгородской области и интенсивная горнодобывающая деятельность способствуют деградации и коренной трансформации естественных ландшафтов районов размещения горнодобывающих комплексов, где основным восстановительным процессом можно считать самозарождение отработанных карьерных выемок и отвалов [2]. В связи с этим актуальным остается вопрос о разработке долгосрочной, постоянно действующей программы рекультивационных мероприятий на нарушенных землях.

*Исследование выполнено при поддержке Гранта РФФИ 16-35-00422 «Оценка техногенной трансформации ландшафтов в зоне влияния активно разрабатываемых месторождений полезных ископаемых КМА».*

#### Список литературы

1. Воздействие разработки месторождений по добыче общераспространенных полезных ископаемых на окружающую природную среду [Текст] / Фурманова Т.Н., Назаренко Н.В., Петин А.Н. // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. [Электронный]. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/106-7401>.
2. Геоэкологические проблемы оптимизации и биорекультивации отвалов вскрышных пород железорудных месторождений КМА: монография / Корнилов А.Г., Петин А.Н. и др. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2013. – 124 с.
3. Геоэкологические проблемы добычи общераспространенных полезных ископаемых в Белгородской области [Текст] / Фурманова Т.Н., Петин А.Н., Петина М.А. // Горный журнал. – 2015. – № 8. – С. 61–64.
4. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высшая школа, 1991. – 366 с.
5. Особенности проявления экзогенных геоморфологических процессов на территории Белгородской области [Текст] / Белоусова Л.И., Киреева-Гененко И.А., Фурманова Т.Н. // Академический журнал Западной Сибири. – 2015. – Т. 11, № 1 (56). – С. 109–110.
6. Особенности развития экзогенных геоморфологических процессов при разработке месторождений общераспространенных полезных ископаемых в Белгородской области [Текст] / Фурманова Т.Н., Назаренко Н.В. // Антропогенная геоморфология – наука и практика: материалы XXXII Пленума Геоморфологической Комиссии РАН. – Белгород, 2012. – С. 290–292.
7. Оценка эколого-геоморфологической опасности территории Белгородской области [Текст] / Белоусова Л.И., Киреева-Гененко И.А., Петина В.И., Шевченко В.Н., Фурманова Т.Н. // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10467>.
8. Перельман А.И. Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – Издательство: Астрей-2000, 1999.
9. Попов В.Ф., Толстихин О.Н. Общая экология. – Якутск: Изд-во Якутск. гос. ун-та, 2000. – 380 с.