

5. Перемитина Т.О., Алексеева М.Н., Яценко И.Г. Оценка влияния нефтеразливов на состояние растительного покрова и приземного слоя атмосферы с использованием космических снимков // Оптика атмосферы и океана. 2011. Том 24. № 7. С.606-610.
6. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. М.: Логос, 2001. 264 с.

УДК 91:504

**ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ
ЛАНДШАФТОВ В РЕГИОНЕ КМА**

*Петин А.Н., Петина В.И., Белоусова Л.И., Гайворонская Н.И.
Белгородский государственный национальный исследовательский
университет НИУ «БелГУ», Белгород, Россия*

Добыча железорудного сырья в регионе КМА – это серьезное вмешательство в естественную природу, один из мощных видов техногенеза. В местах добычи полезных ископаемых происходит почти полное уничтожение естественных ландшафтов на месте которых возникают карьеры, отвалы и другие объекты инфраструктуры горнодобывающего комплекса: предприятия по обогащению руд и переработки общераспространенных полезных ископаемых, хвостохранилища, транспортные магистрали и т.д. В зоне влияния ГДК формируются особые ландшафтно-геохимические системы – горнопромышленные ландшафты, со свойственными только им ландшафтно-геохимическими процессами [3,4]. Формируются чуждые для горнопромышленных ландшафтов экотопы, которые заселяются, преимущественно, сорными и адвентивными видами.

В горнопромышленных районах техногенные ландшафты неоднородны. В них выделяют 4 функциональные зоны.

Первая зона полного уничтожения естественных ландшафтов и формирования вновь создаваемого техногенного ландшафта – карьерно-отвального комплекса, приуроченного непосредственно к участку добычи полезного ископаемого. В этой зоне формируются новые по своему генезису, структуре и функционированию техногенные ландшафты, которые в своем развитии проходят две основные фазы – техногенного формирования и пост техногенного развития. В техногенную фазу формируется своеобразная каркасная (литогенная) основа техногенного ландшафта: рельеф и его основные характеристики, горные породы с его вещественным составом и свойствами. Образование техногенных морфоскульптур связано с эрозионными, аккумулятивными, суффозионными, оползневыми, дефляционными и другими экзогенными процессами. Особенно интенсивно они проявляются на ранней стадии формирования техногенного рельефа, когда поверхность техногенных форм рельефа еще не закреплена растительным покровом.

Формирование карьерно-отвального комплекса сопровождается существенным изменением рельефа, а, как известно, рельеф в геосистеме осуществляет дифференциацию вещества и энергии. С ним связаны и климатические особенности, и ее почвы. 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 здесь 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.

Однако в формировании и развитии неравновесных склонов карьеров и отвалов имеются и существенные различия. Детально механизмы развития неравновесных склонов на карьерах и отвалах описаны Э.Ф. Емлиным [2]. Так, в карьерах склон испытывает три стадии в своем развитии. В течение первой стадии у подножия скального уступа формируется осыпь. Причем, гранулометрический состав осыпи зависит от интенсивности трещиноватости и ориентировки трещин в скальном уступе. В дифференциации вещества наблюдается определенная закономерность. Крупные полигональные обломки смещаются к основанию осыпи, а выше по склону накапливаются мелкие обломки с высокой удельной поверхностью. В результате гравитационного перемещения литоны, освобождающиеся при механическом разрушении скального уступа, сортируются в осыпи по весу, размеру и форме.

На второй стадии развития склона строение его еще более усложняется: наряду с уступом и осыпью возникает конус выноса. Временные потоки размывают осыпь, продолжают сортировку обломков по размеру и форме, последовательно удаляют тонкодисперсный материал и растворимые продукты. Удаление материала из осыпи приводит к понижению устойчивости склона. Поэтому при формировании конуса выноса оживает и скальный уступ.

Третья, стационарная стадия развития склона, характеризуется устойчивостью скального уступа, осыпи и конуса выноса. Конус выноса формируется при условии слабой водопроницаемости осыпи, т.е. при завершении кольмотации грубообломочного материала осыпи пелитом и алевроитом. Наличие пелита обеспечивает высокую влагоёмкость грунта осыпи и конуса выноса, что способствует образованию растительного покрова и дальнейшей стабилизации склона. Устойчивость бортов карьера в эксплуатационный период поддерживается горно-техническими мероприятиями.

Развитие насыпных склонов горнопромышленных отвалов имеет много общего с развитием склонов в карьерах, но здесь существуют и принципиальные различия. Если на обычном склоне перенос вещества обычно осуществляется поверхностными потоками, то на насыпных склонах существенную роль играет перераспределение вещества внутри отвала. В геодинамике насыпных склонов также выделяется три основные стадии: первая – отсыпка отвала; вторая – стадия активных геомеханических процессов перераспределения вещества внутри отвала – кольмотация, суффозия, отмостка; третья стадия – стадия стационарных медленных процессов с относительной устойчивостью поверхности. Отмостка, суффозия и кольмотация свидетельствуют о переходе отвала из неравновесного в относительно стационарное состояние. До тех пор, пока эти процессы не завершились, поверхность отвала и его склоны механически не устойчивы. Если в отвале не прошла кольмотация пустот в глыбовой зоне, слагающей основание ярусов, почвенный слой и растительный горизонт, создаваемый при рекультивации на поверхности отвала, эфемерны: они будут разрушены суффозией, а почвенный материал будет использован для кольмотации.

Простая разгрузка горной массы на склоне отвала приводит к неравновесному распределению гранулометрических фракций и к неизбежности нестационарной стадии развития отвала. Перераспределение вещества сопровождается неравномерным распределением объема, уменьшением пористости и проницаемости, деформацией и разрушением склонов.

При этом (в типичном случае) возможны два варианта. Первый: мелкозема в отвале достаточно для заполнения всех пустот в крупноглыбовой зоне. Нестационарная стадия приводит к равновесному распределению гранулометрических фракций. После этого поверхность отвала стационарна, инфильтрация влаги уменьшается, возможна самопроизвольная рекультивация – постепенное зарастание отвала.

Второй: мелкозема недостаточно для заполнения всех пор и пустот, на поверхности отвала накапливается остаточный крупноглыбовый материал, а мелкозем перемещается в основание отвала, заиливая поры и пустоты. Самопроизвольная рекультивация

затруднена: внешние отвалы, мелкозем постоянно разрушаются суффозионными процессами. Поверхность отвала превращается в своеобразный курумник, почвенный и растительный слой на котором не образуется прежде всего потому, что на нем даже при избыточном увлажнении, при проливных дождях, не задерживается вода.

Выявление стадийности развития неравновесных склонов отвалов имеет большое значение при проведении рекультивационных работ. Рекультивация экологически целесообразна и экономически оправдана только на третьей, стационарной стадии развития неравновесного склона отвалов. Поэтому главной задачей является уменьшение или исключение нестационарной стадии развития склона. Для этого необходимо формировать равновесное строение отвала при отсыпке. Отвал должен быть устроен по лучшим образцам стационарных природных систем. Аналогом таких систем может служить моренные холмы. Морены сложены так называемыми валунчатыми глинами: крупные валуны и глыбы образуют структурный каркас, а глины выполняют пространства между глыбами, определяя фильтрационные свойства грунта. Механическая устойчивость и физико-механические свойства обеспечивают стационарность поверхности и устойчивое состояние почвенно-растительного покрова.

В ландшафтно-геохимическом отношении эта зона характеризуется практически полной деградацией почвенно-растительного покрова, мощной трансформацией поверхностных и подземных вод, высокими концентрациями металлов в пыли, техногенных наносах, воде и растениях. Так, в зоне влияния Лебединского и Стойленского карьеров общая минерализация подземных вод увеличилась в 2,5-3 раза, содержание сульфат-иона – в 5-6 раз. В подземных водах появились тяжелые металлы, также такие индикаторы техногенного загрязнения, как Нитраты и нитриты [4].

В посттехногенную фазу развития ландшафта литогенная основа постепенно преобразуется посредством естественных ландшафтообразующих факторов. И как следствие этого, техногенный ландшафт постепенно трансформируется в продно-техногенный комплекс.

Вторая зона – территории горно-обогатительных фабрик и хвостохранилищ. Она характеризуется полной или значительной перестройкой первоначальной структуры естественных ландшафтов за счет отчуждения площадей под предприятия и объекты складирования отходов переработки железорудного сырья. Окружающая природная среда сильно загрязнена токсичными отходами, выбросами и стоками. Вблизи промплощадки в пахотном горизонте черноземных почв количество железа увеличивается до 6 %. В целом ареал рассеяния железа в почвах прослеживается на расстоянии 7-15 км от Лебединского ГОКа, занимая площадь около 100 км² [5].

Третья зона – селитебные и пригородные ландшафты, расположенные в непосредственной близости от железорудных месторождений и комбинатов. Эти территории, с одной стороны, испытывают на себе загрязнение с объектов ГДК, а с другой – сами являются источниками выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. В общем объеме выбросов городов Старого Оскола и Губкина преобладают выбросы от автотранспорта.

Четвертая зона с умеренным площадным загрязнением имеет нестабильные очертания и располагается в радиусе от 3-5 до 10-20 км. Эта зона косвенного влияния ГДК на компоненты естественных ландшафтов. Фоновые ландшафты располагаются обычно не ближе 15-20 км от источников рудных выбросов и стоков. В этой зоне в Губкинском районе из-за техногенного загрязнения в радиусе до 15-17 км от карьера Лебединского ГОКа периферийная зона не рекомендуется использовать в пищевом рационе зерновые, овощные и плодово-ягодные культуры, а в радиусе 5-7 км (центральная зона) – заготавливать фураж. Следы повышенного содержания загрязняющих веществ в пробах фиксируются даже на расстоянии 25 км от Лебединского карьера [4].

Таким образом, долговременное и безопасное освоение железорудных месторождений КМА, как неперемное условие на пути к устойчивому развитию региона,

требует рационального управления, охватывающего не только горнотехническую, но и социально-экономическую, экологическую и производственную сферы деятельности.

Литература.

1. Геоэкологические проблемы оптимизации и биорекультивации отвалов вскрышных пород железорудных месторождений КМА: монография / А.Г. Корнирлов, А.Н. Петин, С.В.Сергеев и др.; под общей ред А. Г.Корнилова. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ БелГУ», 2013. – 124 с.
2. Емлин Э.Ф. Геодинамические процессы на активно разрабатываемых колчедановых месторождениях Урала. – Сведловск, Изд-во: НТО горное, 1984, 73 с.
3. Петин А.Н., Чендев Ю.Г., Шульц Э. Типизация карьерно-отвальных комплексов Курской магнитной аномалии по ландшафтно-геохимической структуре // Известия РАН Серия географическая, 2010, № 4. – С. 63-66.
4. Экологическая геология Курской магнитной аномалии (КМА): монография / И.И. Косинова, Т.А. Барабошкина, А.Е. осударственного университета, 2009. – 216 с.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЗРЫВЫ В ЛИПЕЦКО-ЕЛЕЦКОЙ ЗОНЕ И ИХ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ

^{1,2}С.П. Пивоваров, ^{1,2}М.А. Ефременко, ²Э.В. Калинина

¹Геофизическая служба РАН, г. Воронеж, Россия;

²Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

В Липецко-Елецкой зоне сосредоточено 14 карьеров, в которых добывают полезные ископаемые в осадочном чехле, количество используемого при этом ВВ составляет несколько десятков тонн в каждом карьере. Взрывные работы в этих карьерах производятся крайне нерегулярно как в различное время суток, так в рабочие и в выходные дни. В одном и том же карьере взрывы могут производиться несколько дней подряд, потом перерыв может достигать 20 и более дней. В основном, карьеры располагаются вблизи населенных пунктов и оказывают значительное сейсмическое воздействие на здания и сооружения [1, 2].

Непосредственно в Липецко-Елецкой зоне функционирует сейсмостанция «Галичья гора», на которой регистрируются как карьерные взрывы (в ближней зоне станции на данный момент находятся более 10 активно работающих карьеров, и с каждым годом техногенная активность в этом районе возрастает), так и местные тектонические землетрясения, о которых свидетельствуют исторические данные и инструментальные наблюдения [3, 4].

В пределах этой зоны расположен эпицентр исторического землетрясения 1896 г [5, 6] и зарегистрировано значительное число землетрясений за исследуемый период (рис. 1) [4]. На рис. 1 представлен пример записи тектонического землетрясения.

В связи с тем, что сейсмические эффекты, вызванные взрывами в этой зоне имеют сходство с сейсмическими полями местных землетрясений, эпицентры которых приурочены к Липецко-Елецкой зоне, важным является разработка методики классификации сейсмических событий по природе. И первым шагом в этом направлении является создание сейсмических «портретов» взрывов, выполняемых в этой зоне по данным сейсмической станции «Галичья гора».