

УДК 551.4+502.572 (574.3)

¹А.А. Лукашов, ²К.М. Акпамбетова*¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия, г. Москва²Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан, г. Караганда

*E-mail: akamshat@yandex.ru

Техногенный рельеф районов сосредоточенной добычи минерального сырья в аридных ландшафтах (на примере Центрального Казахстана)

В условиях аридного климата эколого-геоморфологические последствия сосредоточенной добычи минерального сырья обладают определенной спецификой. Как в пределах горных отводов, так и вблизи них активизируются водная эрозия незащищенных грунтов, суффозия, просадки и процессы подтопления шахтными водами. Техногенный пресс распространяется и на урбанизированные территории, к числу которых относятся и Караганда. Геоморфологическая оптимизация природопользования в аридных ландшафтах, в частности и в Центральном Казахстане, необходима во избежание негативных экологических последствий.

Ключевые слова: рельеф, техногенный процесс, природопользование.

А.А. Lukashov, К.М. Akpambetova

The anthropogenic relief of areas of the concentrated extraction of mineral raw materials in arid landscapes (on an example of the Central Kazakhstan)

In the conditions of arid climate the ecological-geomorphological consequences of the concentrated extraction of mineral raw materials have certain specificity. The deflation of mineral weight of mine dump and walls of operational borrow pits generate a large-scale intoxication of air basin. At the same time in and near mountain allotment the water erosion processes of unprotected soils, suffusion, land subsidence and processes of underflooding by mine waters are activated. The anthropogenic impact spreads and on the urbanized territories, including Karaganda city. The geomorphological optimization of nature management in arid landscapes and in the Central Kazakhstan is necessary in order to avoid the negative ecological consequences.

Key words: relief, industrial processes, environmental management.

А.А. Лукашов, К.М. Акпамбетова

Аридті ландшафттарда орналасқан минералды шикізатты шығару аймақтардың техногендік рельефі (Орталық Қазақстан мысалында)

Мақалада минералды шикізаттың шығаруымен байланысты техногендік рельеф қарастырылған. Орталық Қазақстанда ірі көмір бассейні – Қарағанды көмір бассейні орналасқан. Экологиялық-геоморфологиялық зерттеулер әсерінен осы аймақта техногендік әрекеттерді жандандыратын тағы да бірнеше көздер анықталды: флюсты ізбестас, құм, құмды-киыршықтас, цемент кен орындары. Минералды шикізатты шығаруы келесі негативті құбылыстардың дамуына әсер етеді: тау өнеркәсіпті ауданның жер бетінің батпақтануы, судың астында қалуы, опырылуы.

Түйін сөздер: жер бедері, техногендік процесс, табиғатты пайдалану.

Введение. Начиная со II-го тысячелетия до н.э., разработка ценных месторождений выступает в роли одного из ведущих факторов порождения эколого-геоморфологических проблем (рис. 1), особенно в регионах с засуш-

ливым климатом. В аридных районах, где имела место длительная горная добыча, особенно велики преобразования (большей частью негативные) – морфолитогенной основы ландшафтов. Так, в Восточной пустыне Египта земля изрыта

на обширных площадях в среднем на глубину до 2 м разработками россыпного золота, которые велись старателями практически во всех вади.

Вследствие активной дефляции древние россыпные разрезы и поныне являются очагами загрязнения приземной атмосферы.



Рисунок 1 – Один из древнейших в мире карьерно-отвалных комплексов – разработки медных руд в пустынных горах Синайского полуострова времён фараона Рамсеса II, до сих пор являющиеся очагом водной и ветровой эрозии (фото А. Лукашова)

К началу наступившего тысячелетия в мероприятиях по утилизации эксплуатационных отвалов и рекультивации территории нуждаются уже 240 000 км² поверхности суши. Складирование токсичных, долго не зарастающих отвалов вскрышных пород на угольных месторождениях нередко «имитирует» эффекты аридного техногенного морфолитогеоза даже далеко за пределами ареалов недостаточного увлажнения (рис. 2). Во многих областях бывшего СССР добыча полезных ископаемых осуществляется на фоне обострения социально-экологической обстановки, а главное – усложнения проблем рационального использования природных ресурсов, охраны и преобразования природной среды. Особенно актуальны эти проблемы для «добывающих» и «перспективных» регионов аридных территорий. Опасные эколого-геоморфологические последствия порою «закладываются» уже на стадии проектирования добывающего предприятия и обогащательных производств. Они возникают, например, при неудачном размещении промышленных и селитебных элементов

горнодобывающего комплекса по отношению к господствующим летним ветрам. Наглядным примером может служить асбестовый рудник Ак-Довурак на засушливом западе Тувы. Городок горняков построен в степной местности долины р. Хемчик с подветренной стороны от рудника. Его население вынуждено дышать канцерогенной пылью, попадающей в воздух при дефляции отвалов карьера. В тех случаях, когда на значительных площадях хозяйственная деятельность (обычно – в течение десятилетий) оказывает негативное влияние на естественные комплексы, возникают и долго остаются «на повестке дня» эколого-геоморфологические проблемы.

Техногенный экологически проблемный морфолитогеоз проявляется не только в появлении антропогенных комплексов рельефа и соответствующих пород, но и в резкой активизации неблагоприятных или опасных геолого-геоморфологических процессов. Одним из наиболее мощных факторов возникновения региональных эколого-геоморфологических проблем

является добыча минерального сырья. Ареалы антропогенного горнотехнического вмешательства в недра и наземные ландшафты ограничены контурами отдельных месторождений (реже – целых рудных полей, угольных и нефтегазовых бассейнов и т.п.), однако неблагоприятное дальное действие в пространстве-вре-

ни может распространяться и за пределы горных отводов.

Таким образом, регионы, где осуществляются масштабные мероприятия по извлечению из недр минерального сырья, почти неизбежно приобретают больший либо меньший спектр экологических проблем [1].



Рисунок 2 – Терриконы складирования надугольных вскрышных и «пустых» пород на одном из месторождений Мосбасса, не зарастающие вследствие токсичности сульфидоносных толщ, изъеденные сетью водороев до состояния bad lands (фото А. Шараповой)

Постановка проблемы. Освоение минеральных богатств зачастую осуществляется в сложных природных условиях и сопровождается масштабными негативными последствиями для природы и человека (с учётом трудно оцениваемой стоимости жертв и вполне оценимой стоимости нарушенных ландшафтов кажущаяся экономическая выгода горной добычи предстаёт в новом свете). Экологический вред, наносимый населению и ландшафтам, иногда соизмерим с экономической выгодой от извлечения минерального сырья из недр. Немалая доля этого вреда приходится на эколого-геоморфологические последствия добычи и первичной переработки ископаемых.

Возникающие в ходе разведки и эксплуатации месторождений проблемы касаются:

- 1) минимизации экологического ущерба на первичной стадии освоения;
- 2) безопасного для здоровья людей размещения элементов добывающего (особенно – горнорудного) комплекса, включая обогатительные звенья в рельефе;
- 3) выбора оптимальных участков для скла-

дирования отвалов, равно как и для отвода скважинных и шахтных вод;

4) «тактики» подземного и карьерного строительства, размещения сети эксплуатационных скважин, предусматривающей щадящее землепользование;

5) обеспечения безопасного извлечения сырья;

6) оценки характера и степени воздействия на человека и на природные объекты как при производстве работ, так и в последующий период.

Нежелательные последствия горной добычи на новых этапах освоения недр должны быть спрогнозированы, как минимум, в отношении рельефа, экзогенных процессов и гидрогеологического режима. В основу геоморфологического прогнозирования может быть положена «технологическая» связь между формами антропогенного рельефа, географической обстановкой, условиями залегания скоплений минерального сырья и их вещественным составом [2].

Определяющее воздействие на формирование техногенного рельефа оказывает система добычи минерального сырья. Открытая добыча рудных и нерудных ископаемых уже около

40 лет относится географами и многими геологами к ряду морально устаревших технологий. К сожалению, приповерхностное залегание пластовых тел многих видов сырья большей частью исключает щадящий вариант подземной добычи. Эксплуатационные карьеры в аридных регионах почти неизбежно становятся обширными очагами дефляции. Это имеет место, в частности, на открытых разработках тургайских бокситов на северо-западе Казахстана. Глубокие карьеры кардинально меняют гидрогеологическую обстановку в окрестностях месторождений, особенно – на территориях скудного атмосферного увлажнения. Так, например, обстоит дело в окрестностях карьера «Богатырь», расположенного в Экибастузском угольном бассейне на северо-востоке Казахстана. Его дно в ходе добычи «ушло» на глубину 250 м относительно дневной поверхности. Карьер, к тому же, обрамлён рекордно высокими отвалами, не защищёнными от водной эрозии и дефляции.

При подземном способе добычи характер деформаций поверхности зависит – при прочих равных условиях – от применения сплошной или столбовой системы разработок и – в не меньшей степени – от осуществления или неосуществления закладки выработанных объёмов породы. Типичные геоморфологические последствия подземных работ – мульды оседания, рвы и зоны обрушения, провальные воронки. Иногда густота последних – около 10 на гектар – позволяет говорить даже о проявлении «промышленного карста» (выражение Ф.Н. Милькова).

Таким образом, сосредоточение промышленного потенциала в крупных территориально-производственных комплексах ведет к существенным изменениям окружающей среды. Эти изменения проявляются в таких негативных яв-

лениях, как деформация поверхности земли, загрязнение подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха, заболачивание, деградация почв, частичное или полное уничтожение растительных сообществ. На рельеф в аридной зоне оказывают, например, негативное воздействие также разработки месторождений флюорита в Западном Прибалхашье и – в ещё большей степени – разработки медно-молибденовых месторождений Северного Прибалхашья. Разрывные нарушения, вмещающие флюоритовые месторождения и рудопроявления, представляют собой зоны дробления, или зоны повышенной трещиноватости. Шахтная добыча этого вида минерального сырья способствует возникновению на поверхности различных положительных и отрицательных техногенных форм рельефа. Разработка Коунрадского медно-молибденового месторождения, кроме образования отвалов, выемок и других форм техногенного генезиса, повлекла за собой целый ряд экологических проблем. Процессы природного выщелачивания в отвалах приводят к загрязнению окружающей среды и создают большое количество кислотных растворов в техногенных водоемах, расположенных в районе отвалов. Сульфидное заражение препятствует возобновлению естественной растительности.

Балхашский горнометаллургический комбинат (БГМК) является основным предприятием, оказывающим негативное воздействие на экологическое состояние озера Балхаш и его побережья. [При этом окрестности Балхаша отличаются своеобразным ландшафтом и особой живописностью, благодаря причудливым формам гранитных скал гор Бектауата (рис. 3) и Западного Прибалхашья].



Рисунок 3 – Ячеи выдувания и кавернозные ниши гранитных массивов Бектауата (фото К. Акпамбетовой)

Материалы и методы исследования. Исходными материалами явились результаты полевых исследований (1998-2009 гг.), а также исследований, выполнявшихся в рамках совместной Российско-Казахстанской программы научно-исследовательских, экспериментальных и опытно-конструкторских работ по оценке воздействия и уменьшения вредного влияния запусков ракетносителей «Протон» на окружающую среду (2000-2004 гг.), работ по проектам госбюджетной темы «Географические и геоэкологические исследования Центрального Казахстана», а также фондовые материалы Областного территориального управления «Казнедра» (г. Караганда). Анализ результатов собственных наблюдений, а также фондового и опубликованного материалов явились основным методом исследования.

Ярким примером экологически проблемного техногенного морфолитогеоза, протекающего в аридных условиях, является один из крупнейших угольных бассейнов постсоветского пространства – Карагандинский (Центральный Казахстан). Бассейн занимает площадь 3600 км², вытянут на 120 км в широтном направлении и местами на 60 км – в меридиональном. Он возник в среднем девоне в пределах широтной ветви Казахстанского вулканического пояса. В геологическом строении бассейна принимают участие породы, имеющие широкий возрастной диапазон. Выделяются два комплекса отложений: нижний состоит из глинисто-кремнистых глауконитовых и карбонатных осадков турнейского яруса, а верхний представлен 5,5-километровой параллельной угленосной толщей и континентальной молассой среднего-верхне-

го карбона. Продуктивная толща представляет собою типичное для геосинклинальных угленосных формаций однообразное чередование песчаников, глинистых сланцев, мергелей, углистых сланцев и углей. Северный борт бассейна – пологий, мощность отложений там невелика. Она резко возрастает к южному борту, где отложения смяты в опрокинутые и надвинутые к северу складки. Мощность угольных пластов Караганды достигает 12 м. Рабочую мощность (более 0,6 м) имеют до 45 угольных пластов [3]. Рельеф бассейна равнинный, абсолютные отметки колеблются от 500 до 600-700 м, что создает благоприятные условия для проведения горных работ. Рельеф, на котором выросла собственно Караганда, представляет собой волнистую наклонную равнину с превышениями до 160 м. Бассейн окружён мелкосопочником из эффузивных и осадочных пород девонского возраста.

Обсуждение результатов. Эколого-геоморфологические исследования, проведенные лабораторией «Эколого-географические исследования Центрального Казахстана» КарГУ им. Е.А. Букетова (Акпамбетова К.М., 1995-2008 гг.) на территории бассейна, позволили на первом этапе выделить специфические типы и формы рельефа техногенного происхождения (табл. 1). Кроме перечисленных форм рельефа, нами нанесены на карту миниатюрные, но быстро развивающиеся «речные долины», которые образовались в результате размыва пустой породы сбрасываемыми шахтными водами (русло их извилистое, склоны крутые (25-300), сыпучие, средняя высота – 4-5 м).

Таблица 1 – Типы и формы рельефа техногенного происхождения

Тип рельефа	Формы рельефа
Горнопромышленный	Карьеры, терриконы, провальные воронки и рвы, отвалы, насыпи, выемки, шахты, штольни
Линейно-дорожный	Железные, автомобильные, грунтовые, проселочные дороги, трубопроводы, насыпи для транспортных путей
Гидротехнический	Чаши водохранилищ, плотины, каналы, ванны прудов-отстойников, водопроводы, водонапорные башни
Защитный	Дамбы, насыпи, валы
Строительно-городской	Массивы домов в населенных пунктах, отдельные строения, дачи

В Шерубайнуринском и Тентекском районах бассейна основным видом нарушений природного ландшафта являются заболачивание и затопление подработанных территорий. Источником подтопления служат грунтовые воды аллювиальных отложений рек Шерубайнура и Соқыр. Общая площадь подтопленных земель составляет приблизительно 1000 га, из которых треть затапливается постоянно, а 2/3 – сезонно, вследствие колебания уровня грунтовых вод [4]. В Карагандинском угольном бассейне ведется подземная добыча угля. В зависимости от геоморфологических, геологических и горно-технических факторов налицо большое разнообразие технологий разработки, оказывающих различное влияние на природную среду. Основными технологическими процессами являются выемка угля, выдача на поверхность шахтных вод, закладка выработанных пространств [5]. Выемка угля способствует образованию трещин, миграции воды и газа в горные выработки и на дневную поверхность. На территории исследования в результате поступления отработанной горной породы сформировались техногенные ландшафты (районы Майкудука, Пришахтинска, Юго-Востока, Шахтинска и др.), отмечается заболачивание участков у подножий отвалов, загрязнение водоемов шламовыми водами.

Нарушение естественного ландшафта происходит также за счет создания и эксплуатации карьеров и дорог к ним. Источниками, активизирующими техногенное воздействие на рельеф, помимо топливно-энергетического и рудного сырья, являются месторождения открытого типа флюсового известняка (Волынское, Южно-Топарское), строительного песка и камня (Молодецкое, Майкудукское), песчано-гравийного материала (Солонички), цемента (Астаховское) и др. Широко распространены просадочные формы рельефа, имеющие не только техногенное происхождение. В их образовании принимают участие также горные породы (конгломераты, гравелиты, песчаники), обладающие определенными физико-химическими свойствами. По данным ПТО ТЭЦ-1 Караганды, плотность пород вскрыши колеблется в интервале значений 2,5–2,9 г/см³, влажность составляет 0,6–39%, текучесть –12–54%, пластичность – 1–33%, фильтрация достигает 2 м в сутки, а просадоч-

ность, что особо важно, – 0,25 м в сутки. В горнопромышленных регионах аридной зоны Казахстана города исторически оказались в центре площадей разработок полезных ископаемых, которые ведутся как открытым, так и подземным способами. Процессы, сопровождающие эти разработки, оказывают свое негативное влияние на близрасположенные населенные пункты. Городские территории меняют свой облик в связи с ростом и укрупнением производственного потенциала месторождения, влекущими за собою крупное промышленное и селитебное строительство, строительство железных дорог и т.д. К таким городам относится и Караганда, крупный город общей площадью 800 км². Расположенный в северной части угольного бассейна, он вырос на угольных коях и является ныне административным центром Карагандинской области. Для него характерна разобщенность и разбросанность жилых массивов и промышленных районов (здесь выделены Юго-Восточный, Северо-Восточный, Западный и Северный районы). Шахты и предприятия угольной промышленности находятся в Северном районе; транспортные и складские хозяйства – в Западном.

Город состоит из двух частей – «Старого города» и «Нового города». Старый город с шахтами и обогатительными фабриками очень обширен, а Новый город с многоэтажными административными зданиями, вузами, торговыми центрами – наиболее благоустроенный район Караганды. Район Старого города – это покатая равнина с небольшими холмами, разделенными широкими плоскостными лощинами и рывтинами, по которым происходит сток атмосферных и шахтных вод. На высоких сглаженных увалах, имеющих наклон к реке, разместился Новый город. На востоке находится равнина Майкудук (с одноименным промышленным районом Караганды) с небольшими возвышенностями Уштобе и Кособа. В целом, рельеф города благоприятен для формирования здесь промышленных предприятий, для проведения жилищно-гражданского строительства.

При вскрышных работах и добыче полезных ископаемых возникают карьеры, рудники, шахты, провальные воронки, а также отвальные поля и терриконы, уступы и террасы (рис. 4).



Рисунок 4 – Террасированная поверхность, сложенная отработанной породой. На склонах – проявления струйчатой эрозии (фото К. Акпамбетовой)

Кроме скульптурных форм рельефа, развиваются аккумулятивные образования на террасах нижних уровней карьеров или за их пределами. Такие формы рельефа обычно сложены из материала, возникшего в результате вскрышных работ, дробления. На площадках уступов можно видеть небольших размеров аккумулятивные формы рельефа – конусы выноса у тыловых швов, накопившиеся за счет осыпания, обваливания и оползания. Возникшие в результате разработки карьеров техногенные формы рельефа подвергаются влиянию склоновых экзогенных процессов, что увеличивает и водно-эрозионную деятельность, сглаживает и уничтожает неровности. Измененный характер рельефа, увеличение положительных и отрицательных форм создают новые условия для формирования микроклимата. Техногенное воздействие активизирует процессы линейной эрозии, дефляции, суффозии, образования оврагов и промоин. Эти и другие изменения рельефа обуславливают протекания новых, не типичных для региона почвообразующих процессов, химические и физические параметры которых находятся в зависимости от литологического состава пород [4, 6].

В городе-спутнике Абае при сбросе шахтных вод «на рельеф» происходит затопление и уничтожение плодородного слоя почвы; сельскохозяйственные угодья превращаются в болота. Изменению рельефа способствует и разработка месторождения флюсового известняка. С 2003 года пустая порода терриконов исполь-

зуется в строительстве автомобильных дорог, для заполнения очистного пространства отработанных горизонтов и закрытых шахт, шурфов, канав. Ландшафты, в которых расположены предприятия горнодобывающей промышленности, отличаются повышенным загрязнением атмосферного воздуха в результате развевания мелкодисперсной пустой породы. С начала 70-х гг. в Караганде принимались меры по утилизации отходов угольного производства, тушение и последующая ликвидация терриконов. Активизация процессов денудации способствовала образованию мощных очагов запыления. Денудация вскрышных пород в отвалах, терриконах, шахтах, карьерах и последующая миграция содержащихся в них химических элементов с образованием вторичных ареалов рассеяния также является составной частью техногенеза. При складировании пород, извлеченных из массива при проходке горных выработок на шахтах и рудниках, а также при вскрышных работах на карьерах и разрезах, образуются отвальные насыпи. Отвальные насыпи могут быть разнообразными по масштабу и форме. Карьерные выемки и отвалы в большинстве случаев представляют собой безжизненные территории. Эрозионные процессы выводят из строя обширные участки, способствуют аккумуляции материала у подножий склонов. На территории города имеется несколько отвалов, на которых вскрышные породы складываются в несколько ярусов высотой более 20 м. Полученный искусственный пересечён-

ный рельеф представляет собою комбинацию высоких насыпей и неглубоких впадин. Склоны отвалов изборождены промоинами.

Заключение. Ежедневно в Карагандинской области образуется около 80-ти наименований промышленных отходов, объем которых составляет более 12 млн. тонн в год. Сложилось неудовлетворительное положение, связанное с нарушениями проектных решений в эксплуатации накопителей промышленных отходов, с задержкой строительства и ввода новых мощностей по их хранению. Предприятия, производящие складирование золошлаковых отходов, находятся в окрестностях Караганды. Рельеф, на котором они расположены, относится к типу горнопромышленного. Почвенно-растительный

покров здесь сильно деградирован, а отдельные участки долин р.р. Кокпекты и Солонка заболочены.

Таким образом, разработки месторождений полезных ископаемых, в первую очередь каменного угля, искусственное выравнивание рельефа с целью строительства дорог, наличие карьеров и шурфов без их последующей рекультивации, подтопление рельефа отработанными шахтными водами, наличие закрытых шахт без их последующей рекультивации, наличие отвалов пустой породы привели к развитию многочисленных очагов дефляции, заболачиванию, подтоплению и просадке значительной части аридных ландшафтов Казахстана, и, в том числе, территории Караганды.

Литература

- 1 Трофимов В.Т., Харькина М.А., Григорьева И.Ю. Экологическая геодинамика. – М., 2008. – 472 с.
- 2 Лукашов А.А., Невязжский И.И. Принципы прогнозирования геоморфологических последствий отработки месторождений полезных ископаемых. Геоморфология. – М., 1979. – №1. – С. 21-27.
- 3 Короновский Н.В. Краткий курс региональной геологии СССР. – М.: Изд. МГУ, 1976. – 399 с.
- 4 Акпамбетова К.М. Влияние техногенной нагрузки на развитие рельефа // Современные проблемы экологии Центрального Казахстана: сб. науч. трудов. – Караганда, 1998. – С. 66-72.
- 5 Инженерная геология СССР. Урал, Таймыр и Казахская складчатая страна / В.П. Бочкарев, И.А. Печеркин, Я.В. Неизвестнов и др. – М., 1990. – С. 318-366.
- 6 Росляков П.В. Система непрерывного мониторинга и контроля вредных выбросов ТЭЦ в атмосферу: учебное пособие. – М., 2000. – С.160.

Reference

- 1 Trofimov V.T., Har'kina M.A., Grigor'eva I.Ju. Jekologicheskaja geodinamika. – M., 2008. – 472 s.
- 2 Lukashov A.A., Nevjazhskij I.I. Principy prognozirovaniya geomorfologicheskikh posledstvij otrabotki mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. Geomorfologija. – M., 1979. – №1. – S. 21-27.
- 3 Koronovskij N.V. Kratkij kurs regional'noj geologii SSSR. – M.:Izd. MGU, 1976. – 399 s.
- 4 Akpambetova K.M. Vlijanie tehnogennoj nagruzki na razvitie rel'efa // Sovremennye problemy jekologii Central'nogo Kazahstana: sb. nauch. trudov. – Karaganda, 1998. – S. 66-72.
- 5 Inzhenernaja geologija SSSR. Ural, Tajmyr i Kazahskaja skladchataja strana / V.P. Bochkarev, I.A. Pecherkin, Ja.V. Neizvestnov i dr. – M., 1990. – S.318-366.
- 6 Rosljakov P.V. Sistema nepreryvnogo monitoringa i kontrolja vrednyh vybrosov TJeC v atmosferu: Uchebnoe posobie. – M., 2000. – S.160.