**Нарушение земель горными и геологоразведочными работами**

**1. Общие положения**

Якутия является к одним из наиболее перспективных регионов России в отношении добычи минерально-сырьевых ресурсов. В этой связи и учитывая реальные перспективы всемерного развития горнодобывающих предприятий, необходимого для стабилизации и подъема экономики в условиях суверенитета республики и успешного ее перехода к рынку, оценка последствий ведения горных работ заслуживает особого внимания.

Исторически сложилось так, что горные инженеры не задумывались над тем, как разработанный ими процесс добычи скажется на природе, какие изменения он в ней вызовет. Первые тревоги по этому поводу подчас воспринимались как мешающие. Такой подход казался экономически выгодным и естественным в пору, когда разработки велись в небольшом масштабе, а свободных земель было много. Экологический аспект проблемы был сформулирован позднее, как следствие увеличения объемов добычи минерально-сырьевых ресурсов, предпочтения во многих случаях открытых горных работ перед подземными. В результате значительно возросли площади нарушенных земель и загрязнении природной среды, как следствие - нарушение геохимического равновесия в природе.

При эксплуатации природных ресурсов нередко возникают трудности, связанные с несовпадением интересов различных групп людей, стремящихся по-разному использовать один и тот же вид ресурсов. Для одной группы лиц эти ресурсы могут казаться милостью, дарованной природой, другая группа людей будет рассматривать их как бич. Так, стратегия использования земельных ресурсов затрагивает проблемы промышленности, сельского и лесного хозяйства, организации отдыха, загрязнения окружающей среды, эксплуатации запасов грунтовых вод. Любое действие, способствующее усиленному использованию земельных ресурсов в каких-то определенных целях может привести вред другим предприятиям, эксплуатирующим эти ресурсы в иных интересах.

Например, с точки зрения горняка, земельный отвод, предназначенный для организации горных работ - размещения промышленных сооружений и коммуникаций, должен быть по возможности большим и свободным от леса, посевов и пастбищ. Для нормальной эксплуатации месторождения оно должно быть осушено.

Однако, наличие горного предприятия на сельскохозяйственной территории явно нежелательно, так как от этого не только сокращаются площади угодий, но и ухудшаются условия произрастания растений на смежных с горными предприятиями площадях

Строительство карьера или отсыпка отвалов вблизи населенного пункта противоречит интересам всех жителей этого поселка, так как ухудшаются санитарно-гигиенические и эстетические условия.

Между тем, горнопромышленный комплекс в настоящее время превратился в одного из крупнейших источников нарушения и загрязнения природной среды. Спектр влияния на биосферу разрушенных ландшафтов, распространения загрязнителей, образующихся в результате деятельности горнодобывающих и обогатительных предприятии, настолько широк, что в ряде районов вызывает непредсказуемые эффекты, губительно сказывающиеся на состоянии почвы, растительности, представителей животного мира, здоровье людей. Общая площадь нарушенных земель в России превышает 2 млн. га, а темпы рекультивации безнадежно отстают от темпов нарушения земель. В этой связи, особенно актуальное значение приобретает проблема восстановления земель, нарушенных горными разработками.

Рассматривая геологоразведочные, горнодобывающие и перерабатывающие отрасли промышленности, как факторы нарушения природных ландшафтов, приходится констатировать как прямое, так и косвенное их влияние на окружающую природную среду и все ее компоненты.

Прямое их влияние состоит в разрушении и преобразовании ландшафтов процессами техногенной денудации и аккумуляции, происходящими непосредственно при работе горнодобывающих производств, и опосредовано, при организации и эксплуатации компонентов инфраструктуры, обеспечивающей горное производство. Последняя обычно включает в себя комплекс энергетических объектов, предприятий и сетей транспорта и связи, объектов водоснабжения и водоотведения, включая сооружения водоочистки, рабочие поселки, нередко агропромышленные предприятия и комплексы, иные объекты, необходимость которых диктуется особенностями технологии горного производства, первичного передела сырьевых материалов обеспечения работающих на ГОКе необходимыми продуктами питания и другими материальными благами.

Косвенное воздействие горнодобывающих предприятий состоит в загрязнении природных объектов токсичными выбросами и выпусками, загрязнителями, рассеивающимися при дефляции отвалов, эксплуатации энергетических объектов, предприятий химического или 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 былой биологической продуктивности. Однако начало нарушения природных ландшафтов происходит фактически до организации горного предприятия, уже на стадии производства геологоразведочных работ.

**2. Нарушение земель открытыми горными работами**

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

Положительными формами рельефа, остающимися после производства открытых горных работ, являются отвалы, которые по отношению к контуру карьера подразделяются на внутренние, находящиеся внутри этого контура и внешние, располагающиеся вне контура карьера.

По форме, внешние отвалы могут быть:

плоскими, в случае если они сформированы посредством гидротранспортировки пород вскрыши;

платообразными, при транспортной системе разработки месторождения и одноярусной отсыпки в отвалы вскрышных пород или платообразными террасироваными, при многоярусной отсыпки тела отвала;

гребнеобразными или представлять собой систему гребней, образующихся при отсыпке верхнего яруса отвалов драглайнами, консольными отвалообразователями или драгами.

Отвальными породами могут быть также отсыпаны разного рода насыпи и дамбы при строительстве транспортных коммуникаций или гидротехнических сооружений.

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 добычи полезного ископаемого открытым способом. В угольной промышленности карьер обычно называют разрезом, в практике разработки россыпей - полигоном. Форма карьеров определяется условиями залегания полезного ископаемого и геометрией разрабатываемого пласта или рудного тела:

выровненные мульдообразные карьеры характерны для разработок торфяников, сапропелей иных площадных пологопадающих залежей полезных ископаемых при небольшой мощности вскрышных пород. Их глубина обычно не превышает 10 м;

мульдообразные гребневидные формируются при разработке сходных по геометрии и положению в разрезе залежей, при большей мощности вскрышных пород или значительном преобладании масс вмещающих пород над массой полезного ископаемого (россыпные месторождения).

Для техногенного рельефа, остающегося после разработки подобных месторождений, характерно наличие гребневидных отвалов вскрышных пород, покоящихся на дне карьерной выработки. В случае разработки террасовых россыпей собственно карьерная выработка может не быть выраженной в рельефе и, в этом случае, система гребневидных отвалов представляет собой уже аккумулятивные формы техногенного рельефа:

трапецевидные вытянутые горизонтальные карьеры образуются при разработке вытянутых горизонтальных или пологопадающих залежей малой (до 20 м) мощности, с перевалкой пород маломощной вскрыши драглайнами во внешние бортовые отвалы, экскаваторами или отвалообразователями - во внутренние;

трапецевидные террасированные вытянутые горизонтально каньоны формируются при разработке полого или крутопадающих глубоких залежей любой мощности, с перевалкой вскрышных пород во внутренние отвалы;

циркообразные террасированные карьеры формируются при разработке глубокозалегающих залежей крутого падения, в том числе - кимберлитовых трубок, с перевалкой вскрышных пород только во внешние отвалы.

траншеи представляют собой трапецевидные вытянутые горизонтальные или наклонные горные выработки, протяженность которых значительно превышает их ширину. По отношению к контуру карьера, траншеи могут располагаться внутри него, либо находится за его пределами. При значительной глубине траншеи ее борта могут быть террасированы.

канавы, вид горных выработок характерный для геологоразведочных работ, использующийся в горных предприятиях обычно для отвода поверхностных вод от карьерного или шахтного поля.

Открытыми разработками россыпных месторождений нарушены природные долинные ландшафты многих рек Южной и Восточной Якутии, Южной и Северо-Восточной Сибири. Часть нарушенных долинных ландшафтов освоена вторичной растительностью, часть представляет собой открытые техногенные бедленды, называемые иногда "лунными ландшафтами". В большинстве случаях самовосстановления растительности нарушенных долинных ландшафтов, последние не достигают зональной биологической продуктивности и, соответственно, экологической ценности и значимости. Между тем, многие долинные ландшафты тундровой и таежной зон представляют собой наибольшую ценность для природных экосистем, в частности именно долины рек являются местообитанием многих редких организмов, именно там находят отдых перелетные птицы и пищу копытные во время зимней бескормицы при гололедных явлениях в тундре.

Техногенный рельеф речных долин, остающийся после разработки россыпных месторождений сложен и разнообразен. Его морфологические параметры сопоставимы с параметрами естественных форм рельефа: высотами речных террас, глубиной вреза в их поверхность долин и ручьев...

В соответствии с геологическими условиями и принятой технологией разработки россыпного месторождения, глубина карьерных выемок составляет от 2 до 25 м. Высота отвалов вскрышных пород, в зависимости от способа их транспортировки, достигает обычно 8-12 м при бульдозерном или скреперном отвалообразовании, до 20-25 м при экскаваторной или автомобильной транспортировке вскрышных пород (торфов). Высота отвалов обогащения может составлять от от 2-3 метров при гидравлическом их транспорте, до 15-20 м при использовании транспортных механизмов. Высота дражных отвалов, весьма распространенных в долинах рек, составляет 8-15 м.

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

Таким образом, наиболее существенные нарушения природной среды возникают именно при открытых горных работах, для организации которых и используется обычно значительная территория, занятая карьерами, отвалами, железнодорожными и автомобильными дорогами обогатительными фабриками и другими промышленными сооружениями. Так, средняя площадь карьера строительных материалов составляет 30 - 250 га, карьера по добыче марганцевой руды или угля - 1000 - 2000 га, железорудного карьера - 150 - 500 га.

Открытый способ разработки является основным направлением развития горной промышленности, что вызывает увеличение территорий, которые частично или полностью подвергаются нарушению. Интенсивное развитие открытых работ сопровождается ростом объемов и, соответственно, отвалов вскрышных пород.

Глубина рудных карьеров в настоящее время достигает 250 м. Текущий коэффициент вскрыши (количество вскрышных пород, приходящихся на единицу полезного ископаемого при открытых горных работах в т/т или м3/м3) составляет на железорудных карьерах 15 т/т, а на меднорудных достигает 20 т/т. В горнотехнической литературе отмечается, что через 30 лет глубина карьеров увеличится до 1000 м. С углублением карьеров изменится текущий коэффициент вскрыши до 30-50 т/т. Так как высота отвалов обычно не превышает 50 м и вряд ли может быть более 100 м, то для размещения такого большого объема вскрышных пород на поверхности земли потребуются значительно большие территории. Расчеты показывают, что при глубине открытых работ 500-1000 м площадь отвала будет превышать площадь карьера в 4-7 раз.

**3. Нарушения земель подземными горными работами**

Воздействие на ландшафты подземных горных разработок проявляется в образовании на поверхности Земли:

отвалов вскрышных и вмещающих пород;

хвосто и шламохранилищ, в которых накапливаются породные отходы, остающиеся после обогащения руд;

разного рода провалов и впадин, различающихся формой и глубиной.

Размеры и форма отвалов определяются несколькими обстоятельствами, в частности - технологией разработки месторождений и отвалообразования. В простейшем случае, при использовании вагонеток и скипов, формируются конические отвалы - терриконники. при использовании автомобильного и железнодорожного транспорта - платообразные и гребневидные, при обилии отвального материала организуются платообразные террасированные отвалы. Хвосто - и шламохранилища обогатительных фабрик ГОКов и энергетических предприятий (ГРЭС, ТЭЦ, ТЭС), обеспечивающих основное производство, располагаются обычно в ближайших понижениях рельефа, постепенно заполняя которые они формируют плоские или слабо наклонные поверхности. Используя ограждающие дамбы, хвосто и шламохранилища могут быть подняты над поверхностью земли и тогда они представляют собой плоские столообразные возвышености ограниченные склонами, крутизна которых обычно определяется углом естественного откоса пород, заложенных в ограждающие дамбы. Известно нимало случаев разрушения и оползания дамб обвалования с последующим катастрофическим образованием селеподобных потоков и переотложением материалов, накопленных в шламохранилищах в естественные понижения, загрязнении водных объектов.

Провалы и впадины, образующиеся на поверхности земли в результате обрушения кровли подземных выработок, весьма различны по форме и размерам, определяющимися глубиной разработки, объемами извлекаемых из недр горных пород и руд, геометрией рудных залежей или угольных пластов:

мульдообразные провалы возникают после разработки пластовых залежей средней (1,5-3) и большей мощности, горизонтального, волнистого или полого наклонного залегания. Мульда сдвижения горных пород находится в зоне прогиба кровли. При большой мощности и крутом падении залежи возможно формирование мульдообразных террасированных провалов, мульда сдвижения в этом случае будет приурочена к зоне прогиба или обрушения;

каньонообразные провалы образуются над выработанным пространством мощных полого или крутопадающих залежей, мульда сдвижения в этих условиях всегда находится в зоне обрушения;

кольцевые провалы могут возникать на месте разработки штокообразных крутопадающих залежей.

Обнаженные горные породы в бортах провалов, поверхность терриконов, хвосто и шламохранилищ нередко становятся источником пылеобразования, а при разработке горючих полезных ископаемых дыма, причем в составе пыли и дыма в воздух могут попадать фитотоксчичные компоненты. Они же могут оказаться и в грунтовых водах, формирующих свой химический состав в провальных мульдах и отвальных породах. Таким образом, помимо воздействия на рельеф поверхности земли, подземные горные разработки могут также приводить к загрязнению поверхности почвы, растительности и подземных вод.

**4. Воздействие на ландшафты геологоразведочных работ**

Влияние геологоразведочных работ состоит в нарушении поверхности и почвенно-растительного покрова при организации и обустройстве площадок буровых работ, строительстве и эксплуатации временных дорог и поселков разведчиков, прокладке дорожных трасс и зимников гусеничного транспорта, неорганизованной езды гусеничного транспорта. Подсчитано, что при сооружении простейшей дороги шириной всего 4 м, размеры занимаемой ею площади составят 1 га на каждые 2,5 км трассы. Между тем, дороги геологоразведочных партий обычно измеряются десятками, а в северных регионах - сотнями километров, причем нередко прокрадывается не одна, а несколько трасс, соответственно для сухого времени года и распутицы.

Еще большие разрушения ландшафтов вызывает транспортировка тракторами не разобранных буровых вышек: при передвижении буровой вышки на 15 км нарушается до 100 га поверхности, подверженной, в последующем, активизации различных экзогенных, в т.ч. криогенных процессов.

Полной переработке подвергаются земельные участки, на которых непосредственно производятся геологоразведочные работы. В частности - площади земель, отводимые для организации разведочного бурения, проходки открытых разведочных выработок, строительства временных поселков, ремонтных баз, складов ГСМ и различных иных материалов и оборудования, стоянок гусеничного и автомобильного транспорта. Проходка открытых разведочных горных выработок - канав и шурфов сопровождается формированием соответствующих выемок и породных отвалов, причем при проходке канав взрывом, их ширина и разброс породы от оси канавы изменяется десятками метров в каждую сторону. Существенное воздействие на природные ландшафты северных территорий оказывают глубокие разведочные работы на нефтяные и газовые месторождения. Ю.И.Быков, в частности, отмечает, что " современная организация буровых работ создает предпосылки экологического бедствия в районах Крайнего Севера". Рассматривая загрязнение тундровых ландшафтов при производстве буровых работ он условно подразделяет все источники загрязнения на три категории:

источники, обусловленные несовершенством технологии строительства скважин;

источники, возникающие при несоблюдении технологических регламентов обслуживающим персоналом;

источники, обусловленные эксплуатационной ненадежностью оборудования и конструкций, а также элементов обустройства буровой площадки.

В частности, загрязнения земель в результате эксплуатации скважин могут возникать как следствие обслуживания узлов и механизмов буровой установки: очистки сеток вибросит, обмыва буровых площадок и оборудования, утечек химреагентов в процессе приготовления буровых растворов, сброса выбуренной породы, аварийных сбросов загрязнителей при нефтегазопроявлениях, засорениях и нарушениях целостности системы желобов или неисправностях запорной арматуры. На все эти воздействия накладываются аварийные ситуации прямого попадания на поверхность углеводородного сырья.

Помимо загрязнения поверхности, буровые работы вызывают и механические нарушения тундровых ландшафтов, прямые при планировании буровой площадки и рытье котлованов под различные технические нужды и косвенные, проявляющиеся в развитии термоэрозионных и термокарстовых процессов по нарушенной поверхности, подстилаемой высокольдистыми грунтами.

**5. Классификация и характеристика ландшафтов, нарушенных горными разработками**

Рассматривая степень деструкции природных ландшафтов, правомерно подразделить их на две категории:

ландшафты измененные под влиянием хозяйственной деятельности человека, например природные ландшафты, биологическая продуктивность которых снижена в результате загрязнения отходами горного производства и

ландшафты, коренным образом преобразованные хозяйственной деятельностью.

Нередко в границах природно-технических горнодобывающих геосистем приходится констатировать определенную зональность в распределении степени преобразования природных ландшафтов. От ландшафтов, полностью преобразованных в ядрах системы, где сконцентрированы горнообогатительные производства, до практически не тронутых техногенезом уже за пределами функционирования обслуживающей инфраструктуры.

Между этими крайними состояниями нарушенности природных ландшафтов могут находится промежуточные зоны и звенья, где ландшафты нарушены не столь явно, как в ядре геосистемы, но значительно в большей степени, чем за границами последней.

Анализ ландшафтов, нарушенных горными разработками, позволяет также констатировать, что даже при крайней степени их изменения не происходит полного уничтожения природной основы формирования ландшафтов. 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, однако во многих случаях не могут возникнуть вновь. Например процессы наледеобразования, характерные для террасированных бортов карьеров территории, относящейся к криолитозоне и существенно осложняющие движение автотранспорта по транспортным бермам не будут возникать совсем или, не будут столь активны вне территории криолитозоны, в условиях сухого и теплого климата.

Одним из таких объективных природных факторов, который во многом предопределяет как характер нарушенных ландшафтов, так и основные направления рекультивации является рельеф. В соответствии с ним, природно-техногенные ландшафты, или вторичные ландшафты природно-технических геосистем, правомерно подразделить на два типа: равнинные и горные. В свою очередь, в их пределах, с учетом рекомендаций Моториной и Овчинникова (1975), правомерно вычленить следующие виды природно-техногенных ландшафтов, различающихся по характеру изменений, наступивших в результате производства открытых горных работ:

крупно, средне и мелко карьерные;

крупно, средне и мелко карьерно-отвальные;

торфяно-карьерные\* (знаком \* показаны ландшафты, формирующиеся только на равнинах);

дражно-отвальные, преимущественно речных долин;

зоны влияния водохранилищ;

отвальные, в т.ч. золошлакоотвальные, хвостохранилищ, мусорных свалок;

зоны влияния обслуживающих компонентов инфраструктуры, а также территории, существенно загрязненные промышленными выбросами, частично или полностью потерявшие свою биологическую продуктивность.

В наименовании ландшафтов сознательно упущена природная компонента, поскольку само возникновение нарушенных ландшафтов и их функционирование происходят под техногенным влиянием, включая дополнительные энергетические эмиссии, преобладающие над природным энергетическим балансом.

Нередко результатом производства открытых горных работ является формирование ландшафтов, сочетающих в себе различные техногенные элементы. В частности, при открытых разработках россыпных месторождений, в зависимости от технологии производства работ выделены:

аккумулятивные формы рельефа, представленные отвалами дражными, бульдозерными, экскаваторными, автотранспортными, самотечно или напорно-гидравлическими.

морфологически особый тип отвалов представляют собой илоотстойники и хвостохранилища.

денудационные формы рельефа куда отнесены выемки, в частности - дражные пазухи, карьеры и котлованы.

В качестве примера, характеризующего ущерб, наносимый горными работами, приведем данные по наиболее характерным предприятиям СНГ.

Курская магнитная аномалия расположена в сельскохозяйственном районе с прекрасными пахотными черноземными землями. Общая площадь угодий, занимаемых объектами горнорудных предприятий КМА (промышленные площадки, хвосто- и водохранилища, железнодорожные станции, путепроводы, объекты электроснабжения и другие), составляет около 19 тыс. га, из которых под отвалы предполагается занять порядка 30%. Вовлечение же в эксплуатацию двух более сложных по горнотехническим условиям месторождений КМА потребует отчуждения еще 10-12 тыс. га угодий. В Кривбассе, где извлекалось около 50% общесоюзной добычи товарной руды, ежегодно перемещалось в отвалы 62 млн.м.куб. вскрыши и 48 млн.м.куб отходов обогатительного производства. За период эксплуатации месторождений под объекты горных предприятии у сельскохозяйственных организаций бассейна отчуждено более 23 тыс.га земель, из которых 21 тыс.га нарушено. По сведениям Криворожского районного производственного управления сельского хозяйства, ежегодное изъятие угодий в последние годы достигло 1600 га.

Нарушенные территории Кривбасса представлены карьерами, действующими и "погашенными" (списанными с баланса горнорудных предприятий), заброшенными и формирующимися отвалами, зонами обрушения и шламоотстойниками. Погашенные карьеры отрабатывались в 1930-1940 гг. Они небольших размеров. Многие заполнены грунтовыми или речными водами. Площадь каждого из действующих карьеров составляет 150 - 500 га. Глубина - 100 - 200 м. Доработка действующих шахт и карьеров до проектных глубин приведет к нарушению площади более 60 тыс.га. Крупнейший в Европе Никопольский марганцевый бассейн расположен в Днепропетровской области вблизи городов Орджоникидзе, Никополь, Марганец и Запорожье. Общая площадь разведанных месторождений составляет 46,7 тыс. га, а разработками занято 15,5 тыс. га. Характерной особенностью горных предприятий в этом бассейне является расположение большинства из них вблизи населенных пунктов. При разработке марганцевых месторождений 98 % отчуждаемых земель являются пригодными для возделывания сельскохозяйственных культур.

Наибольшие размеры нарушений возможны в Кузнецком бассейне, где площадь месторождений, пригодных для открытых работ, составляет 360 тыс.га (20% всех посевных площадей Кемеровской области). Большая часть из них находится в междуречье Томи и Ини с почвой из тучных черноземов. В настоящее время трудно предсказать сроки освоения всех месторождений. Площади нарушенных земель будут постоянно возрастать. Уже сейчас при открытой разработке каменного угля ежегодно нарушается около 25 тыс.га земель. Общая площадь земель, нарушенных промышленностью (вместе с различными коммуникациями), составляет около 2 млн.га.