

Практическая работа3

Тема: Характеристика состояния ландшафта и процессы рекультивации земель, этапы рекультивации

Цель: Изучение воздействия на ландшафты открытых горных работ, способы рекультивации и восстановления земель

Задания:

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Составить краткий конспект: типы ландшафтов
3. Составить таблицу: типы рекультивации земель

Время выполнения-2 ч.

Горнодобывающие и перерабатывающие предприятия расположены на больших территориях и имеют довольно крупные горные отвалы в пользовании, поэтому нагрузка от них на окружающую среду так же соизмеримо велика.

Анализ последствий развития техногенных процессов весьма сложен по той причине, что собственно техногенное начало может сопровождаться цепочкой последующих природных событий. Иначе говоря, первичные техногенные воздействия могут вызвать к жизни процессы, которые правомерно определить как природно-техногенные или техногенно-природные.

Сложность их прогнозирования состоит в том, что эти природно-техногенные процессы могут быть существенно сдвинуты во времени, а нередко и в пространстве по отношению к воздействующему источнику техногенеза. Поясним сказанное следующим примером.

Изъятие огромных по объему масс породы, вмещающих полезное ископаемое, будь то твердое или жидкое, мы вмещиваемся в формировавшуюся миллионами лет геологическую среду, что приводит к последовательному развитию следующих событий:

- · формированию полостей окисления природных агентов;
- · ослаблению горного давления внутри напряженного массива;
- · образованию провалов земли на дневной поверхности;
- · активизации эрозии почв;
- · нарушение первичных природных условий окружающей среды.

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 террасированными, 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 каналы, весьма различные по своим параметрам.

Карьер охватывает собой совокупность горных выработок, образованных при добыче 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 долинны 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 случаев самовосстановления растительности нарушенных долинных ландшафтов, последние не достигают зональной биологической продуктивности и, соответственно, экологической ценности и значимости. Между тем, многие долинны 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 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 - 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.

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

отвалов вскрышных и вмещающих пород;
хвосты и шламохранилища, 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. Хвосты 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, хвосты и шламохранилища могут быть подняты над поверхностью земли и тогда они представляют собой плоские столообразные возвышенности ограниченные склонами, крутизна которых обычно определяется углом естественного откоса пород, заложенных в ограждающие дамбы. Известно немало 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, хвосты и шламохранилища нередко становятся источником пылеобразования, а при разработке горючих полезных ископаемых дыма, причем в составе пыли и дыма в воздух могут попадать фитотоксичные 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.

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 находиться 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 наледообразования, 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.

Образуемые насыпи и выемки в результате производственной деятельности изменяют естественно-природные ландшафты, превращая их в техногенные комплексы. В зависимости от размеров выемок и насыпей и их взаимного расположения можно выделить следующие *типы природно-техногенных ландшафтов*.

Крупнокарьерно-отвальные - это сочетание природных элементов ландшафта с глубокими (до 100 - 300 м, в будущем - до 500 м) многоуступными карьерами большой площадью в плане и высотными многоярусными отвалами.

Примером таких техногенных комплексов могут служить железорудные карьеры Курской магнитной аномалии (КМА), 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%, Коркинский угольный карьер в Челябинской области и др. Это огромные котлованы. Карьеры имеют только внешние отвалы, достигающие нескольких десятков метров в высоту, и по два-три и более террасовидных уступа. После окончания отсыпки верхняя поверхность отвалов имеет слабоволнистый рельеф. Скорость естественного зарастания и пригодность к последующей рекультивации обуславливаются физико-химическими свойствами горных пород, вынесенных на поверхность.

Средне- и мелкокарьерно-отвальные - это сочетание природных типов местности с техногенными ландшафтными участками и отдельными урочищами, представленными небольшими и средними карьерами (от 1 до 10 - 15 га) и одно-двухъярусными внешними и внутренними отвалами (высотой от 2 - 3 до 15 - 30 м).

Внешние (бортовые) отвалы отсыпают обычно рядом с карьерами в виде системы гребневидных или одиночных холмообразных вытянутых насыпей, занимающих площади до нескольких десятков гектаров; встречаются во многих промышленных районах страны, где ведут открытую добычу рудных и нерудных полезных ископаемых, горизонтально залегающих на небольшой глубине (от нескольких до 40 - 50 м).

В качестве примера можно привести карьеры по добыче бурого угля, железной руды, огнеупорных глин, фосфоритов. Сюда относится большинство карьеров по добыче известняка, песка, гравия, глин и суглинков, разбросанных по всей территории страны.

Торфяно-карьерные представляют собой сочетание элементов природного ландшафта с выработанными торфяными полями и траншейными выемками, образующимися в результате торфяных разработок. Выемки часто бывают заполнены водой, и их можно использовать под водоемы.

Дражно-отвальные речных долин - это природные ландшафты речных долин, измененные в результате появления большого количества дренажных отвалов разных параметров, структуры и степени зарастания, развития эрозионных процессов, загрязнения воды, изменения водного и теплового режимов речных пойм и т. д. Этот тип техногенного ландшафта распространен преимущественно в речных долинах Урала и Сибири, в местах добычи цветных металлов дражным способом.

Просадочно-карьерно-отвальные ландшафты характеризуются сочетанием провально-просадочных форм рельефа (ложбины, западины, ямы, воронки, котловины), шахтных отвалов (конические, гребневидные и др.), карьеров и различных отвалов, а также отвалов перерабатывающей промышленности.

Индустриально-«мусорно»-отвальные - это несколько условное название вида техногенного ландшафта предполагает наличие в качестве фоновых урочищ отвалов из отходов перерабатывающей промышленности - золы, шлама, бытовых отходов и т. д. Значительная часть этих отвалов имеет в своем составе токсичные элементы и является серьезным источником загрязнения атмосферы, грунтовых вод и почвы окружающей территории.

Частично поврежденные промышленными выбросами - природные ландшафты, подвергающиеся воздействию промышленно-газовых выбросов в атмосферу, сброса жидких и твердых отходов промышленными предприятиями в реки и на участки, примыкающие к промышленным площадкам (загрязнение нефтью и нефтепродуктами), и т. д. Как правило, рельеф таких ландшафтов не нарушается, но существенные изменения претерпевают их растительный и почвенный покровы, состав животного мира, продуктивность лесных и сельскохозяйственных угодий.

К нарушенным землям также относят агроландшафты, территории которых подвержены эрозии, дефляции, заовраженности и прочим процессам.

В соответствии с ГОСТ 17.5.1.02-85 нарушенные земли различают по направлениям рекультивации в зависимости от вида последующего использования.

Рекультивированные территории можно использовать в следующих направлениях: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное, природоохранное, санитарно-гигиеническое и строительное.

При **сельскохозяйственном** направлении рекультивации земли можно использовать под пашни, сенокосы, пастбища и многолетние насаждения;

лесохозяйственном - под лесонасаждения общего хозяйственного и полезащитного назначения, лесопитомники;

водохозяйственном - устраивают водоемы для хозяйственно-бытовых и промышленных нужд, орошения и рыбоводства;

рекреационном - для создания зон отдыха и спорта, под парки и лесопарки, водоемы для оздоровительных целей, охотничьи угодья, туристские базы и спортивные сооружения;

природоохранном и санитарно-гигиеническом - под создание участков противоэрозионного лесонасаждения, задернованных или обводненных, закрепленных или законсервированных с применением технических средств, участка для самозарастания - специально не благоустраиваемых с целью последующего использования в хозяйстве иных или рекреационных целях;

строительном - для промышленного, гражданского и прочего строительства и другого назначения.

Нарушенными считают земли, утратившие первоначальную природно-хозяйственную ценность и, как правило, являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду.

Рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также

прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате отрицательного воздействия на них нарушенных земель. Рекультивацию земель, нарушенных промышленной деятельностью, проводят, как правило, в три этапа.

Первый этап - подготовительный: обследование нарушенных территорий, определение направления рекультивации, техникоэкономическое обоснование и составление проекта рекультивации.

Второй этап - техническая рекультивация, которая в зависимости от региональных условий может включать промежуточную стадию - химическую мелиорацию. Техническую рекультивацию обычно обеспечивают предприятия, которые разрабатывают полезные ископаемые. Необходимость рекультивации земель, нарушенных карьерными разработками, оказывает большое влияние на технологию и экономические показатели разработок, включая выбор способа разработки, отвалообразования, средств механизации вскрышных и отвальных работ и средств транспортировки пород в отвалы.

Выбор технологии технической рекультивации зависит от:

- вида последующего использования рекультивируемых площадей;
- мощности, объема и расстояния транспортировки плодородного слоя почвы и вскрышных пород с хорошими почвообразующими свойствами, отдельно вынимаемых и укладываемых на поверхность восстанавливаемых отвалов;
- принятых способов разработки карьеров и формирования отвалов;
- типа и характеристики основного оборудования, очереди разработки и скорости перемещения фронта работ;
- равномерной загрузки оборудования в течение всего срока эксплуатации карьера;
- свойств плодородного слоя почвы и вскрышных пород, используемых для рекультивации;
- рельефа, климата, гидрологических и гидрогеологических условий рекультивируемой территории, господствующих геохимических процессов в данном районе до и после разработок.

Этап технической рекультивации должен проходить в процессе эксплуатации карьера. Выполнение этого условия, во-первых, экономит затраты на разравнивание отвалов, так как работы ведут с рыхлыми свежеложенными породами, которые требуют меньше усилий на резание и перемещение грунта; во-вторых, сокращает период освоения рекультивируемых площадей, так как первое разравнивание проводят в период формирования отвалов, а второе - после частичного самоуплотнения в период рекультивации.

Этап технической рекультивации имеет несколько стадий и включает необходимые работы по формированию рельефа местности.

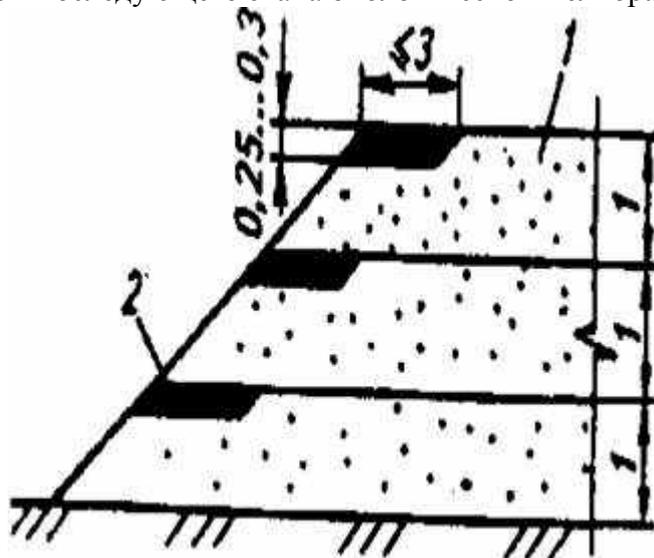
Первая стадия - селективная выемка и складирование гумусированного слоя почвы и нетоксичных пород для последующего их использования при рекультивации.

Вторая стадия - формирование и планирование поверхности отвалов. Под отвалы в первую очередь необходимо использовать выработанное пространство карьеров, овраги и балки.

При размещении отвалов в оврагах и балках необходимо учитывать химический и минералогический состав складированных пород. Не рекомендуют заполнять их токсичными породами, так как последние через общую гидрологическую сеть могут загрязнять водоемы и ухудшать качество воды, вызывать угнетение или отравление фауны и флоры водоемов. Отвалы располагают в местах, которые в последующем не

будут использованы для горных работ, на площадках, непригодных для хозяйственного использования, или с низким плодородием. Места для формирования отвалов выбирают с учетом перспективы природного и хозяйственного развития всего бассейна, области как единого целого. При формировании отвалов необходимо стремиться к созданию такого рельефа местности, который в последующем был бы безупречным в санитарном отношении, экономически эффективным и эстетически приемлемым.

Третья стадия - формирование потенциально плодородного корнеобитаемого слоя для последующего этапа биологической мелиорации.



46

Этап технической рекультивации включает также и такие работы, как строительство подъездных путей, дренажно-осушительных и водозаградительных сооружений для защиты рекультивируемых площадей от ливневых и паводковых вод, от водной и ветровой эрозии.

Третий этап восстановления нарушенных земель - биологический этап рекультивации, который осуществляют после полного завершения горнотехнического этапа. Биологический этап рекультивации состоит в восстановлении почвенного покрова. Работы этого этапа землепользователи выполняют в соответствии с предполагаемым использованием рекультивированной территории и агротехническими требованиями к почвенному покрову для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур. В ходе биологической рекультивации обеспечивают формирование почвенного слоя, структурирование почвы, накопление гумуса и питательных веществ и доведение свойств почвенного покрова до состояния, отвечающего требованиям сельскохозяйственных культур, намечаемых к возделыванию.

Принятие решения о предполагаемом целевом использовании рекультивированных площадей зависит от многих факторов, немаловажными из которых считают, во-первых, пригодность рекультивируемой территории для намеченного использования и, во-вторых, потребность в размещении объекта соответствующего типа с учетом принятых способов разработки пород в карьерах и укладки их при формировании отвалов.

Сухая выемка пород в карьерах и отсыпка непородных отвалов дают возможность дальнейшего использования рекультивируемых территорий практически в любых целях.

Добыча пород в обводненных карьерах создает ограниченный выбор последующего целевого использования рекультивируемых территорий, например выработанное пространство обводненных карьеров, как правило, используют в основном в качестве водоемов.

Промежуточным вариантом последующего использования выработанного пространства обводненных карьеров можно считать их засыпку материалом или

породами, безвредными для грунтовых вод и окружающей среды. Тогда создаются те же условия выбора целевого последующего использования, что и при сухой выемке пород.

Выбор последующего использования территорий рекультивируемых намывных гидроотвалов из вскрышных пород может быть комбинированным, например намытую территорию в пределах пляжной части гидроотвала можно использовать практически в любых целях, а прудок-отстойник - в качестве водоема.

Горнотехнический этап восстановления разрушенных почв переходит в следующую биологическую стадию постепенно. Это связано с тем, что возвращение гумусового горизонта на поверхность техногенного ландшафта осуществляется в два приема:

1. частичное нанесение гумусового горизонта слоем 10-15 см и перемешивание его с горной породой;

2. окончательное нанесение гумусового горизонта до проектной мощности (20-25 см) с последующей планировкой территории.

К создаваемому гумусовому горизонту предъявляются следующие требования: он должен иметь реакцию среды близкую к нейтральной; он не должен содержать химические элементы-загрязнители (в том числе, радиоактивные), а также неразложившиеся остатки пестицидов; он не должен содержать патогенные микроорганизмы; он не должен быть засорен отходами производства (строительный мусор, бытовые отходы и т.п.).

На биологическом этапе восстановления почв производится:

выбор направления использования почв (пашня, сенокос, фруктово-ягодные насаждения, парковая рекреационная зона, лесной массив, охранный защитный противозерозионный зона;

выбор видов растительности, наиболее биологически продуктивных, создающих большую биомассу и обеспечивающих; высокую скорость биологического круговорота;

разработка архитектуры древесно-кустарниковых насаждений (при создании парково-рекреационной зоны) с учетом биологических особенностей растительности и ее эстетического воздействия на человека;

восстановление гумусового горизонта при помощи растительности и органических остатков.

Наибольший и быстрый биологический эффект на горные породы оказывают травы, особенно многолетние. Они ежегодно дают 200-300 ц/га биологической массы, более 50 % которой отмирает и вовлекается в процесс гумусообразования. Лучше использовать набор рыхло-кустовых злаковых и бобовых культур.

Литература

1. В.С. Коваленко, Р.М. Штейнцайг, Т.В. Голик «Рекультивация нарушенных земель на карьерах». Часть 1. Основные требования к рекультивации нарушенных земель. Изд-во МГГУ, 2003. С. 63. (с.8-11)

2. В.И. Сметанин. Рекультивация и обустройство нарушенных земель. Учебное пособие для вузов. М. изд-во «Колос», 2003. С.94. (с.5)

3. Учебно-методический комплекс. Захаров Н.Г. Рекультивация и охрана земель. Ульяновск, ГСХА, 2007, 217 с. (электронный ресурс)

4. В.И. Сметанин. Рекультивация и обустройство нарушенных земель. Учебное пособие для вузов. М. изд-во «Колос», 2003. С.94. (с.5)

5. Учебно-методический комплекс. Захаров Н.Г. Рекультивация и охрана земель. Ульяновск, ГСХА, 2007, 217 с. (электронный ресурс)