МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт охраны окружающей природной среды в угольной промышленности (ВНИИОСуголь)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕРРИКОНИКОВ И ПЛОСКИХ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ШАХТ И ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

(Пояснительная записка к схемам)

Пермь - 1981

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт охраны окружающей природной среды в угольной промышленности (ВНИИОСуголь)

УДК 622.882
№ гос.регистрации 77019898
Инв. №

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель Министра
угольной промышленности СССР
В.В.Белый
"12" 12 1980 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕРРИКОНИКОВ И ПЛОСКИХ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ШАХТ И ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

(Пояснительная записка и схемы)

Пермь - 1981

Настоящие "Технологические схемы рекультивации террикоников и плоских породных отвалов шахт и обогатительных фабрик" разработаны в качестве методических рекомендаций и предназначены для организаций и предприятий Министерства угольной промышленности СССР, осуществляющих проектирование и проведение рекультивационних работ при разработке угольных и сланцевых месторождений подземным способом. Их использование позволит ускорить проектирование.

В разработке технологических схем принимали участие сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института охраны окружающей природной среды в угольной промышленности (ВНИИОСуголь) В.М.Игошин, В.Т.Топчий, Е.П.Захарченко, Е.М.Красильников, А.Н.Куклин. Большую помощьв подготовке окончательной редакции схем оказал главный горняк Управления охранн природы Минуглепрома СССР А.Н.Васильев.

В В Е Д Е Н И Е

Интенсификация промышленного производства на современном этапе научно-технической революции остро поставила перед человечеством проблему охраны окружающей природной среды. В связи с этим в материалах XXУ и XXУI съездов КПСС в числе основных задач развития народного хозяйства страны поставлены задачи уменьшения вредного влияния воздействия отходов промышленного производства и горнодобывающей промышленности на окружающую среду и повышения темпов работ по рекультивации земель.

Известно, что при добыче угля подземным способом ежегодно выдается на дневную поверхность, а также отделяется от угля при обогащении свыше I60 млн.т породы. Порода отсыпается в различные по форме и размерам отвалы, количество которых по данным Минуглепрома СССР на 0I.0I.79 составляет 2090, в том числе 732 горящих. Площадь, занимаемая отвалами, составляет I0,8 тыс.га.

Горящие породные отвалы выделяют в окружающую среду большое количество вредных газов. При выгорании горючих веществ нарушается устойчивость откосов отвалов, происходят выбросы разогретой породы на расстояние до 200 м и более. В связи с этим, вокруг отвалов создаются защитные зоны, размеры которых иногда превышают площадь самих отвалов.

Уменьшение отрицательного воздействия отвалов на окружающую природную среду или его полное прекращение можно осуществить несколькими путями: тушением, озеленением отвалов, консервацией, разборкой и вывозкой.

В настоящее время уменьшение отрицательного воздействия отвалов на окружающую природную среду достигается, в основном, путем тушения горящих отвалов. Наиболее ощутимых результатов в этой области добились производственные объединения "Караганда-уголь", "Воркутауголь", "Укрзападуголь", "Интауголь".

Большая работа по профилактике самовозгорания, тушению и переформированию отвалов ведется в настоящее время Минуглепромом УССР. Достаточно сказать, что из 52 потушенных отвалов в I979 г. в отрасли 42 потушено на Украине.

Озеленение потушенных отвалов является завершающим этапом их рекультивации, однако мероприятия по озеленению проводятся ещё далеко не повсеместно и в незначительных масштабах. Причиной этого является отсутствие научно-обоснованных рекомендаций по проведению рекультивационных работ, особенно в части технического этапа. Что касается биологического этапа

рекультивации, то здесь уже имеются разработанные и проверенные рекомендации Донецкого ботанического сада, Украинской сельскохозяйственной академии МСХ и других организаций. Указанные рекомендации разработаны для условий Украинского Донбасса и Львовско-Волынского бассейна, которые не всегда можно распространить на другие угледобывающие районы страны ввиду особенностей климатических условий, механического и литологического состава пород отвалов и других факторов.

Предлагаемые технологические схемы технической рекультивации разработаны для недействующих отвалов шахт и обогатительных фабрик отрасли.

Горящие отвалы подлежат предварительно тушению согласно "Инструкции по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов" МакНИИ [I] с последующим проведением рекультивационных работ. Кроме того, схемы предусматривают рекультивацию отвалов высотой до 80-100 м, поскольку отвалов большей высоты в отрасли насчитывается не более 2,0%, а преобладающими высотами являются 30-50 м.

Исходным материалом для разработки технологических схем послужил опыт технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик в СССР и за рубежом.

Технологические схемы технической рекультивации являются типовыми техническими решениями, поэтому работы по понижению, выполаживанию склонов, террасированию или разборке конкретных отвалов должны вестись по проектам, разработанным на основании предлагаемых схем.

I. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ШАХТ И ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК В ОТРАСЛИ

В результате добычи угля подземным способом на дневную поверхность наряду с углем выдается и порода от проведения подготовительных и очистных работ, от очистки и восстановления горных выработок. Количество выдаваемой породы зависит от многих факторов: системы разработки, горно-геологических условий, способа выемки угля и т.д. По данным ЦНИЭИугля за 1978 г. на каждые добытые 1000 т угля приходится 215 т породы. Выданная порода складируется в различного вида отвалы: конические, хребтовые, плоские, комбинированные.

Одновременно в эти же или самостоятельные отвалы складируются и отходы углеобогащения обогатительных фабрик.

Выход породы на обогатительных фабриках составляет примерно 20% от объёма перерабатываемого угля. Таким образом, ежегодно на поверхность выдается и складируется свыше 160 млн.т пустых пород. Всего же по ориентировочной оценке в отвалах содержится их свыше 2,5 млрд.т [2] .

На 01.01.79 по Минуглепрому СССР насчитывалось 2090 отвалов.

Наибольшее количество отвалов (в т.ч. горящих) насчитывается в производственных объединениях "Донбассантрацит", "Донецкуголь", "Артёмуголь", "Торезантрацит" и "Ростовуголь", т.е. в районах с наиболее интенсивной добычей угля, наибольшим количеством шахт, сроком их эксплуатации и высокой плотностью населения.

Всего по Минуглепрому УССР насчитывается 1188 отвалов, из них 523 горят.

Число плоских породных отвалов в отрасли составляет 524 или 25%, в том числе по Минуглепрому УССР - 213 или 10% от всего количества. Горящие плоские отвалы составляют соответственно 23,1 и 34,7% от числа плоских отвалов.

По составу отвальные породы представлены, в основном, глинистыми, песчанистыми, углистыми сланцами, различными песчаниками и сростками породы с углем и колчеданом. Указанные породы достигают крупности 200-300 мм и довольно широко разнятся по механическим свойствам от рыхлых до скальных.

Содержание угля в выдаваемых породах колеблется в довольно широких пределах: от 3-9% в Карагандинском бассейне, до 16-30% в Кузбассе.

Содержание угля в шламе обогатительных фабрик - до 8%.

Влажность пород - 5 ÷ 8%, отходов углеобогащения - от 11 до 15% [2].

Отвалы конической формы, а их большинство (57%), достигают иногда высоты 80-100 и более метров, и каждый из них занимает площадь от 2,5 до 10 га, погребая под собой ценные сельскохозяйственные земли [3]. Кроме того, стекающие с отвалов воды, преимущественно токсичные, уничтожают растительность на прилегающей территории.

Организация плоских автомобильных отвалов облегчает проведение профилактических мероприятий против самовозгорания и горения. Однако такие мероприятия проводятся далеко не повсеместно или проводятся с нарушением требований, о чём свидетельствуют 74 горящих плоских отвала из 524 по Минуглепрому СССР, т.е. 14% от общего количества плоских отвалов по данным на 01.01.79.

Организация групповых и центральных плоских отвалов, для охраны окружающей природной среды была бы более эффективна, если бы одновременно с формированием отвалов проводилась их рекультивация, как это делается, например, в ФРГ [5].

Для недействующих породных отвалов наиболее эффективным способом снижения или полной ликвидации отрицательного влияния на окружающую природную среду является их рекультивация, которая обеспечивает:

- снижение выбросов в атмосферу пыли и других вредных компонентов;
- создание целенаправленных антропогенных ландшафтов;
- предотвращение сноса мелкозема с поверхности отвалов;
- обогащение атмосферного воздуха кислородом;
- изменение водного режима и качества грунтовых вод, прилегающих территорий в сторону их улучшения;
- улучшение микроклимата района и т.п.

В целях реализации мероприятий по рекультивации породных отвалов научно-исследовательскими, проектными институтами и другими организациями ведутся работы в следующих направлениях:

- изучаются физико-механические, агрохимические свойства пород отвалов, скорость их перегорания, степень метаморфизма и условия произрастания растений с учётом уже имеющегося опыта озеленения;

- разрабатываются способы и методы озеленения, определяется видовой состав древесной и кустарниковой растительности, а также агротехника выращивания и ухода за посадками;

- разрабатываются способы и средства разборки отвалов, понижения и террасирования откосов;

- разрабатываются методы утилизации и использования пород отвалов в народном хозяйстве и т.п.

В указанных направлениях ведут работы институты: ВНИИОСуголь, почвенный институт им.В.В.Докучаева, Уральский государственный университет, Донецкий научно-исследовательский угольный институт, Днепропетровский государственный университет, Украинский НИИ почвоведения и агрохимии, Донецкий ботанический сад, Украинская сельскохозяйственная академия МСХ и другие.

Практическим воплощением в жизнь разработок институтов по рекультивации отвалов в отрасли занимаются специализированные управления, созданные при производственных объединениях Минуглепрома СССР.

С целью предотвращения загрязнения воздушного бассейна на предприятиях отрасли осуществляется тушение отвалов с переформированием, разборка с полной или частичной вывозкой породы и использованием её затем для различных нужд, профилактика самовозгорания и складирование породы в плоские отвалы. Всего в отрасли за 1978 г. работы по тушению велись более чем на 120 отвалах, разборка и вывозка породы за пределы отвалов велась более чем на 40 отвалах; полностью разобрано 20 отвалов.

Работы по озеленению породы велись на 65 отвалах, в том числе на 31 отвале по Минуглепрому УССР. Фактически

озеленено 64,3 га боковой поверхности отвалов (отвалы шахт производственных объединений "Донецкуголь", "Стахановуголь", "Свердловскантрацит", "Укрзападуголь", "Артёмуголь", "Шахтёрскантрацит" и др.) Затраты на озеленение I га боковой поверхности составили 5530 руб.,удельные затраты на I т добытого угля - 3,0 коп.

Работы по техническому этапу рекультивации ведутся по проектам, разрабатываемым, как правило, самими управлениями или участками по рекультивации без достаточно обоснованных и проверенных проектных решений. Последние - наиболее эффективны, если подкреплены научными разработками. В основу проектирования должны быть положены типовые решения и научно-обоснованные методики расчётов. Первым шагом в этом направлении является разработка технологических схем рекультивации шахтных отвалов, включающих методики расчёта объёмов и производительности оборудования, выбор направления рекультивации и технологических схем применительно к конкретным условиям.

2. ТРЕБОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЭТАПА К ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Рекультивация отвалов шахт и обогатительных фабрик предусматривает последующее использование восстановленных территорий в народном хозяйстве, которое определяется направлением рекультивации согласно ГОСТу I7.I.07.78 "Рекультивация земель. Термины и определения". Каждое из 7 направлений рекультивации, определенных ГОСТом, выдвигает свои требования в части размеров и форм рекультивируемых участков, мелиорации, планировки поверхности, физико-механических и агрохимических характеристик пород на рекультивируемой поверхности отвалов и т.п.

Эти требования должны быть обеспечены как природными условиями, так и техническими способами и средствами.

Рекультивации отвала предшествует его всестороннее обследование, включающее определение его места в ландшафтной системе района, установление параметров и степени

вредного влияния отвала на окружающую среду, физико-химических и агрохимических свойств пород, слагающих отвал и т.д.

На основании обследования в каждом конкретном случае устанавливается необходимость проведения рекультивационных работ: определяется направление рекультивации нарушенных земель, технология работ, объёмы; подбираются способы и средства механизации, устанавливается эффективность проводимых мероприятий.

В этой связи требования биологического этапа к техническому приобретают первостепенное значение.

Институтом ВНИИОСуголь совместно с институтами-соисполнителями (Донецким ботаническим садом, Украинской сельскохозяйственной академией и Целиноградским сельскохозяйственным институтом) на основании экспериментов и наблюдений с учётом возможных направлений рекультивации и эффективного освоения восстанавливаемой территории разработаны требования в части подготовки поверхности шахтных отвалов, мощности наносимого плодородного слоя и т.д.

Согласно результатам экспериментов и исследований, а также исследованиям ряда авторов [6, 7, 8, 9], определены требования биологического этапа к техническому для отвалов шахт и обогатительных фабрик по направлениям рекультивации: сельскохозяйственному, рекреационному и санитарно-гигиеническому. При строительном направлении требования вырабатываются в процессе проектирования строительства объектов на отвале.

Следует отметить, что несмотря на различное назначение восстанавливаемых земель, ряд требований биологического этапа к техническому имеет общий характер.

2.I. Общие требования

2.I.I. Отвалы, параметры которых соответствуют архитектурно-ландшафтным требованиям и принципам антропогенной совместимости, имеющие поверхностный слой, обеспечивающий биологическое самовосстановление, не требуют технической рекультивации.

2.I.2. Если высота рекультивируемого отвала лимитируется условиями, предупреждающими самовозгорание, то отвалы должны быть понижены в соответствии с этими требованиями [8] .

2.I.3. При рекультивации снятие вершины отвала должно производиться, по возможности, в одном направлении. Перемещаемые породы при этом должны перекрывать как можно меньшую площадь стабилизировавшейся поверхности отвала.

2.I.4. В случае если на вершине переформированного отвала предполагается устройство смотровой площадки и т.д.,при низкой фильтрационной способности пород терриконика. следует предусматривать устройство оградительного вала высотой 0,7-I,5 м и водоотводящих канав на полутраншее и террасах во избежание размыва откосов атмосферными осадками и сноса пород на террасы.

2.I.5. Откосы отвалов могут быть выположены. В зависимости от последующего использования отвала угол откоса может быть различным. Однако на отвалах угольных шахт и обогатительных фабрик при совместной отсыпке шахтных пород и хвостов угол межтеррасных откосов - более 30-32° и, соответственно, 25-28° - не желателен [9] .

2.I.6. На выположенных откосах пониженных отвалов, с крутизной склонов более I2°, в целях задержания и поглощения атмосферных осадков, прекращения или значительного ослабления эрозионных процессов, можно нарезать террасы. При террасировании отвалов, сложенных тяжелыми по механическому составу породами, террасам следует придавать обратный уклон полотна 2-3° или нарезать их горизонтальными, но с устройством предохранительного вала из породы высотой не менее 0,7 м. При наличии легких по механическому составу пород, где обеспечивается поглощение осадка, обратный уклон полотну террас устраивать не обязательно.

2.I.7. Ширина террас должна обеспечивать механизированную посадку и уход за насаждениями и должна составлять не менее 6,5 м. Следует учитывать при этом, что чем шире террасы, тем больше нарушается поверхность склона, усили-

ваются процессы ветровой и водной эрозии, ухудшаются условия местопроизрастания на склонах и значительно возрастает стоимость работ [10] .

2.I.8. Расстояние между террасами, с целью обеспечения устойчивости склонов от оползней, определяется длиной насыпного откоса и участка нетронутой насыпи.

Вертикальная высота террас не должна превышать I0-I5 м [II] .

2.I.9. На террасах отвалов, сложенных токсичными породами, и у их основания при необходимости устраиваются канавы для сбора воды и направления её в пруды-отстойники, которые могут быть использованы в дальнейшем для рекреационных целей.

2.I.I0. При рекультивации плоских отвалов и гидроотвалов профиль спланированной поверхности должен быть с односторонним или двухсторонним уклоном, но не более 6^{0} или в виде платообразной поверхности.

2.I.II. При террасировании отвалов следует предусматривать устройство въездных полутраншей от подножья до террасы и с террасы на спланированную вершину [I0] .

2.I.I2. Технический этап рекультивации должен заканчиваться за год до начала биологического этапа.

2.2. Требования сельскохозяйственного направления рекультивации

Восстановление нарушенных промышленностью территорий под сельскохозяйственные угодья проводится в районах с плодородными почвами, благоприятными климатическими условиями, а также в густонаселенных промышленных районах, где ощущается недостаток сельскохозяйственных земель.

Сельскохозяйственное направление рекультивации выдвигает дополнительные требования к техническому этапу, которые сводятся к следующему.

2.2.I. Наиболее удобными для сельскохозяйственной рекультивации считать плоские, выположенные и плоские террасированные отвалы. Террасированные и выположенные

отвалы рекомендуется использовать под сады, плоские - под пашню и пастбища.

2.2.2. Профиль спланированной поверхности для сельскохозяйственного использования должен иметь ровную площадку с уклоном не более 6°, в том числе:

для полеводства $2-3^{\circ}$

под кормовые угодья $4-6^{\circ}$

2.2.3. Откосы отвалов при необходимости могут быть выположены и использованы под сады и кормовые угодья. Причём, на склонах с крутизной в $10-12^{\circ}$ возможны посадки садов без террасирования с размещением рядов по горизонтали местности, контуру склона; склоны крутизной $12-25^{\circ}$ и более необходимо террасировать.

2.2.4. Мощность наносимого на отвал гумусового слоя должна составлять не менее 20-30 см.

2.2.5. Не допускается нанесение гумусового слоя на отвалы, сложенные токсичными породами без проведения коренной мелиорации (глинование, пескование, известкование, внесение золы и т.д.), а также нанесения экрана из нетоксичных пород.

2.3. Требования рекреационного и санитарно-гигиенического направлений рекультивации

Рекреационное направление рекультивации предусматривает улучшение ландшафтной архитектуры городов, создание благоприятных оздоровительных условий (парков, скверов, водоемов и т.д.). Рекомендуется проводить на отвалах вблизи городов и промышленных предприятий.

Санитарно-гигиеническое направление рекультивации предусматривает озеленение шахтных отвалов различными способами с целью сокращения вредного влияния их на окружающую природную среду [10].

Ввиду того, что перед обоими направлениями рекультивации поставлена одна задача - озеленение отвалов, требования биологического этапа к техническому перекликаются и рассматриваются совместно.

2.3.I. Для рекультивации в рекреационном направлении могут быть использованы отвалы конической и конусовидной формы со срезанной вершиной, плоские выположенные, террасированные и нетеррасированные в зависимости от конкретных зональных условий и принятого архитектурно-ландшафтного решения.

2.3.2. Направление сдвижения пород с целью переформирования конических терриконикоз в плоские отвалы следует выбирать с таким расчетом, чтобы как можно меньшая площадь боковых склонов оказывалась в экстремальных условиях. Для Донбасса, например, влиянию таких экстремальных условий подвержены экспозиции южной и северной сторон. Для этих районов рекомендуется отвал "вытягивать" в меридиональном направлении.

2.3.3. Отвалы высотой до 30 м, расположенные в городах и рабочих поселках, рекомендуется террасировать сверху вниз через 2-2,5 м микротеррасерами шириной до 0,5 м.

2.3.4. На высоких терриконикаx и хребтовых отвалах (высота свыше 30 м) в городах и рабочих поселках следует нарезать террасы.

2.3.5. Углы откосов отвалов должны быть выположены согласно пп.2.I.5. и 2.I.6.

2.3.6. Для въезда на отвал следует прокладывать спиральную въездную полутраншею согласно п.2.I.II.

2.3.7. На внутренней стороне террасы следует предусмотреть устройство траншеи шириной и глубиной I м под посадку крупномерных саженцев, на внешней стороне - размером 0,5x0,5 м для посадки кустарников. На спланированной вершине отвала по ее периметру проводить траншею размером I,0xI,0 м под посадку крупномерных саженцев.

2.3.8. На отвалах, сложенных токсичными породами, для предотвращения капиллярного поднятия солей при необходимости предусматривать закладку в траншеи гравия или щебенки слоем не менее 30 см [I2].

2.3.9. Для заполнения посадочных мест, траншей, покрытия спланированной вершины и откосов отвалов предусматривать завоз плодородного слоя.

2.3.10. Все работы по облесению склонов отвалов должны проводиться с наименьшим нарушением стабилизировавшейся поверхности склонов и выветрившегося, в той или иной степени, верхнего слоя (мелкозема) [10].

2.3.11. Нанесение плодородного почвенного слоя, согласно классификации Донецкого ботанического сада, считается нецелесообразным на отвалы с породой, находящейся в стадии вымывания и массового поселения растений (реакция водной вытяжки pH выше 4,0, количество водорастворимых солей ниже 1% и содержание горючих угля и серы менее 15% [13]).

2.3.12. На отвалах с породой, находящейся в стадии окисления - пассивная фаза (реакция водной вытяжки pH 3,5-4,0, количество водорастворимых солей 1,0-1,5% и содержание горючих серы и угля - менее 15%), плодородный слой для лучшей приживаемости растений следует вносить в посадочные ямы [13].

2.3.13. На отвалах с неперегоревшей породой, находящейся в стадии окисления - активная фаза (реакция водной вытяжки pH 3,5-4,0, количество водорастворимых солей выше 1,5%, содержание горючих угля и серы выше 15%), необходимо покрытие поверхности слоем потенциально-плодородных пород. Минимальная мощность наносимого слоя на горизонтальную поверхность отвала 20 см, на межтеррасные откосы не менее 10 см [13].

3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ И РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Технологические схемы технической рекультивации обеспечивают выполнение работ по рекультивации на первом её этапе эффективными способами и средствами с учётом

последующего целенаправленного использования рекультивируемого отвала.

Кроме того, технологические схемы технической рекультивации породных отвалов шахт и обогатительных фабрик должны обеспечить безопасность проведения работ.

Из практики известно, что эффективность работ по рекультивации зависит от степени совмещения последних с основным технологическим процессом производства, обуславливающим возникновение техногенного ландшафта. В зависимости от степени совмещения технологии основного производства с работами по рекультивации технологические схемы технической рекультивации могут быть полностью совмещенными, частично совмещенными (комбинированными) или раздельными. Поскольку технология рекультивации террикоников осуществляется вне связи с технологией подземной добычи угля, технологические схемы их рекультивации следует отнести к классу раздельных.

Рекультивация действующих плоских отвалов шахт и обогатительных фабрик, в том числе групповых, может осуществляться по совмещенным и комбинированным схемам, но это требует разработки специальных схем отвалообразования.

Многообразие способов отвалообразования приводит к тому, что отвалы могут иметь различную форму и параметры, что обуславливает индивидуальный подход к проектированию рекультивации конкретного объекта. Технологические схемы позволяют использовать некоторые типовые инженерные решения, определить средства механизации рекультивационных работ, а также произвести расчёт объёмов и основных технико-экономических показателей при разработке проекта рекультивации по конкретному объекту.

При составлении проекта рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик следует руководствоваться "Методическими указаниями по рекультивации нарушенных земель" [13].

Рекультивации отвала предшествует его всестороннее обследование, включающее определение его места и роли в ландшафтной системе района, параметров и степени вредного влияния на окружающую среду, агро-физико-химических

свойств смеси пород, слагающих отвалы внутри и на поверхности и т.д. Методика определения агро-физико-химических свойств пород приведена в приложении 2.

На основании обследования устанавливается возможность частичного или полного использования смеси пород отвала в народном хозяйстве (приготовление вяжущих или строительных материалов, удобрений для сельского хозяйства, извлечение полезных компонентов и т.п.), а также необходимость проведения работ по рекультивации в зависимости от степени вредного влияния отвала на окружающую среду и его архитектурно-ландшафтной экспозиции.

Если установлена необходимость проведения рекультивационных работ, определяются возможные, целесообразные и экономически эффективные направления рекультивации: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, рекреационное или строительное, согласно методике, разработанной ГИЗРом [I4].

С учётом выбранного направления рекультивации устанавливаются конечные геометрические параметры отвала по площади, высоте, форме и величине откосов, согласно требованиям направлений рекультивации.

Затем определяются пути достижения необходимых конечных параметров (без понижения высоты или с понижением высоты до необходимых пределов, с террасированием (микротеррасированием) или без террасирования откосов (выполаживанием откосов, разборкой или переформированием отвала, уплотнением или разрыхлением поверхности и т.д.).

С учётом требований установленного направления определяется технология технической рекультивации и выбирается технологическая схема.

Целевая функция эффективности работ по рекультивации записывается в виде:

$$\Sigma З_т + \Sigma З_б + \Sigma З_с = \Sigma\Sigma З_р \rightarrow \min \qquad (3.1)$$

$$\Sigma Э - \Sigma\Sigma З_р \rightarrow \max , \qquad (3.2)$$

где $\Sigma З_т$ - сумма затрат на технический этап рекультивации, руб.;

$\Sigma З_б$ - сумма затрат на биологическую рекультивацию, руб.;

$\Sigma З_с$ - сумма затрат на строительство промышленных, гражданских и других сооружений на отвале; руб.;

$\Sigma\Sigma З_р$ - суммарные затраты на рекультивацию, руб.;

$\Sigma Э$ - полный народно-хозяйственный эффект от рекультивации отвала, руб.

Суммы затрат в выражении 3.I. и 3.2. определяются известными методами путём калькуляции или на основе укрупненных показателей.

Соблюдение принципа минимума суммарных затрат допускает увеличение одних элементов (статей) затрат за счёт других. Так, вполне оправданным может быть увеличение затрат на биологическую рекультивацию, которые могут быть вызваны усложнением технологии работ по биологическому восстановлению, в том числе за счёт увеличения количества вносимых мелиорантов и удобрений, работ по уходу за растениями и т.п., при условии обеспечения при этом снижения затрат на техническом этапе на соответствующую или большую величину.

Принципиальный подход к выбору и разработке технологических схем технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик представлен в табл.3.I.

В табл.3.I. указаны возможные направления рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик в зависимости от их вида и формы. Там же изложены основные требования, которые необходимо выполнить при проведении рекультивационных работ, технологические приемы и операции, а также рекомендуемые схемы из приложения I или их сочетания. При этом следует учесть, что направления использования рекультивируемых объектов не ограничиваются приведенными в таблице и определяются, сообразуясь с конкретными условиями, при проектировании.

Кроме того, при проектировании и проведении рекультивационных работ на отвалах особое внимание рекомендуется уделять проведению мероприятий и работ по предотвраще-

Таблица 3.I

Рекомендации по выбору схем технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик

Форма и вид рекультивируемого отвала	Возможные направления рекультивации отвала	Вид последующего использования рекультивируемых отвалов	Требования для обеспечения установленного направления в виде использования восстанавливаемых земель	Рекомендуемая схема или их сочетание
Групповые и центральные плоские отвалы, пониженные многоярусные, конические и хребтовые отвалы, аллонакопители	I. Сельскохозяйственное	I.I. Пашня	I.I.I. Не возвышающаяся над окружающей местностью поверхность отвала	№№ 9, I0 и элементы 5, 6 схем
			I.I.2. Горизонтальная или в виде пологого холма поверхность с уклонами не более 3^0	
			I.I.3. Для благоприятных по физико-химическим свойствам пород - перекрытие гумусированным слоем мощностью 20-30 см Для токсичных пород: - мелиорация; - экранирование потенциально-плодородными грунтами слоем мощностью I-2 м; - нанесение гумусового горизонта	
		I.2. Сады	I.2.I. Отвалы с выположенными или терраси-рованными откосами	№№ 9, I0 и элементы 5, 6, 7, 8 схем

Продолжение таблицы 3.I

Форма и вид рекультивируемого отвала	Возможные направления рекультивации отвала	Вид последующего использования рекультивируемых отвалов	Требования для обеспечения установленного направления в виде использования восстанавливаемых земель	Рекомендуемая схема или их сочетание
			I.2.2. Горизонтальная или с уклоном не более 8^0 поверхность. Ширина террас - не менее 6,5 м	
			I.2.3. Площадь не менее 3,0 га	
			I.2.4. Для благоприятных по физико-химическим свойствам пород - перекрытие гумусированным слоем мощностью 20-30 см Для токсичных пород: - мелиорация; - экранирование потенциально-плодородными грунтами слоем мощностью 1,0 м; - нанесение гумусового горизонта	
		I.3. Пастбища	I.3.I. Отвалы с выположенными или терасированными откосами. Угол откоса не более $I2^0$. Ширина террас не менее 6,5 м	№№ 9, I0 и элементы 5, 6 схем
			I.3.2. Площадь не менее 3 га	
			I.3.3. Для благоприятных по физико-химическим свойствам пород или организа-	

Продолжение таблицы 3.I

Форма и вид рекультивируемого отвала	Возможные направления рекультивации отвала	Вид последующего использования рекультивируемых отвалов		Требования для обеспечения установленного направления в виде использования восстанавливаемых земель	Рекомендуемая схема или их сочетание
				ции полива возможно выращивание многолетних трав без нанесения гумусированного слоя Для токсичных пород: - мелиорация с последующим нанесением гумусового слоя до 30 см; - экранирование потенциально-плодородным слоем мощностью до 0,6 м	
	2. Лесное	2.I.	Лесопосадки	2.I.I. Выполаживание откосов до 30-32°	Элементы всех схем по выполаживанию откосов, нарезке въезда (съезда), террас
				2.I.2. Террасирование склонов. Продольный уклон террас - не более 6°, поперечный 2 ÷ 3°. Ширина террас не менее 6,5 м, микротеррас - до 0,5 м. Высота террас I0-I5 м, ширина склонов 20-30 м	
				2.I.3. Для токсичных пород мелиорация и нанесение потенциально-плодородных грунтов слоем мощностью I,5-2,0 м	

Продолжение таблицы 3.I

Форма и вид рекультивируемого отвала	Возможные направления рекультивации отвала	Вид последующего использования рекультивируемых отвалов	Требования для обеспечения установленного направления в виде использования восстанавливаемых земель	Рекомендуемая схема или их сочетание
			2.I.4. Устройство водосборных канав с последующим отводом и нейтрализацией токсичных сточных вод известью или разбавлением до ПДК	
			2.I.5. Устройство подъездных дорог	
Все виды отвалов и ялонакопителей	3. Рекреационное (архитектурно-ландшафтное)	3.I. Создание парков, садов, скверов, зон отдыха и спорта	3.I.I. Понижение конических и хребтовых отвалов на I/3...I/2 высоты	№№ I, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
			3.I.2. Выполаживание склонов до 20^{0}	
			3.I.3. Террасирование при высоте пониженного отвала более I0-I5 м с устройством въезда. Продольный уклон террас и въездной полутраншеи не более 6^{0}; поперечный - $2 \div 3^{0}$. Ширина террас и въездной полутраншеи не менее 6,5 м	
			3.I.4. Устройство предохранительных валов на террасах, полутраншее и спланированной вершине высотой не менее 0,7 м	

Продолжение таблицы 3.I

Форма и вид рекультивируемого отвала	Возможные направления рекультивации отвала	Вид последующего использования рекультивируемых отвалов		Требования для обеспечения установленного направления в виде использования восстанавливаемых земель	Рекомендуемая схема или их сочетание
				3.I.5. Устройство на террасах и вершине траншей шириной 1 м глубиной 1 м через 2,5 м под посадку деревьев и кустарников (количество и местоположение уточняется в соответствии с проектом)	
				3.I.6. Для токсичных пород - мелиорация поверхности с нанесением потенциально-плодородных грунтов мощностью 0,5-1,5 м и покрытие гумусированным слоем мощностью 20-30 см Устройство дренажного слоя на дне траншей, предназначенных для посадки деревьев и кустарников	
		3.2.	декоративно-ландшафтное оформление территории	3.2.I. Придание формы в соответствии с архитектурно-ландшафтным решением	№№ I, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
				3.2.2. Понижение отвалов на I/3 ÷ I/2 высоты	

Продолжение таблицы 3.I

Форма и вид рекультивируемого отвала	Возможные направления рекультивации отвала	Вид последующего использования рекультивируемых отвалов	Требования для обеспечения установленного направления в виде использования восстанавливаемых земель	Рекомендуемая схема или их сочетание
			3.2.3. Выполаживание склонов согласно требованиям	
			3.2.4. Террасирование при высоте пониженного отвала более I0–I5 м с устройством въезда. Продольный уклон террас не более 6^0, поперечным $2 \div 3^0$. Ширина полотна террасы не менее 6,5 м. Нарезка горизонтальных микротеррас шириной 0,3–0,5, с расстоянием между микротеррасами 2–2,5 м	
	4. Лесное	4.I. Лесопосадки озеленительного и хозяйственного назначения	4.I.I. Понижение отвалов на I/3 – I/2 высоты	Схемы №№ I, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
			4.I.2. Выполаживание откосов до $30–32^0$	
			4.I.3. Террасирование. Продольный уклон террас – не более 6^0, поперечный $2–3^0$. Ширина террас – не менее 6,5 м. Высота I0–I5 м. Ширина склонов до 30 м	

Продолжение таблицы 3.I

Форма и вид рекультивируемого отвала	Возможные направления рекультивации отвала	Вид последующего использования рекультивируемых отвалов		Требования для обеспечения установленного направления в виде использования восстанавливаемых земель	Рекомендуемая схема или их сочетание
				4.I.4. Для токсичных пород мелиорация и нанесение потенциально-плодородных грунтов слоем мощностью до I,5-2,0 м	
Плоские	I. Строительное	I.I.	Для объектов промышленного и гражданского строительства	I.I.I. В соответствии с требованием СНИПа для этих объектов	№№ 5, 6, 7, 8, 9, I0

нию водной и ветровой эрозии, локализации и гашению скорости воды в водотоках особенно на отвалах, которые подвергаются переформированию.

4. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ ШАХТ И ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

4.1. Технологические операции технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик

Технология технической рекультивации определяется техническими условиями, параметрами рекультивируемого объекта, перечнем необходимых работ и операций, оборудованием для их выполнения, организацией работ, обеспечивающей их эффективность и качество при соблюдении безопасных условий труда. Все указанные положения должны найти отражение в техническом проекте рекультивации конкретного отвала.

Техническими условиями являются требования выбранного направления рекультивации, о которых было сказано в разделе 2.

К параметрам рекультивируемого отвала относятся его форма и размеры, физико-механические и агро-химические свойства пород, слагающих отвал, а также состояние отвала на момент начала его рекультивации.

Последовательность выполнения технологических операций является решающим фактором организации работ по технической рекультивации. Часть операций носит общий характер при любых параметрах отвала и направлениях его рекультивации. К ним относятся:

- устройство подъездных дорог для целей рекультивации;
- устройство въезда на отвал;
- выполаживание и закрепление откосов;
- устройство нагорных и водоотводящих канав.

Другая часть работ присуща отвалам, имеющим определенную форму, параметры, сложенным породами определенного

физико-механического состава и обладающим конкретными агро-химическими свойствами, определяемыми в момент начала рекультивационных работ и зависящими от состояния отвала (свежеотсыпанные, горящие, перегоревшие и т.д.), а также связана с обеспечением принятого направления рекультивации.

К таким специальным работам относятся:

- для конических и хребтовых отвалов - заезд на вершину отвала, снятие вершины отвала с последующим понижением до необходимой высоты;

- для отвалов значительной высоты, требующих понижения или полной разборки с целью использования пород - поуступная (послойная) разборка отвала;

- для отвалов, содержащих включения спекшихся масс - разделка негабаритов и их дробление;

- для отвалов, сложенных породами неблагоприятными для биологической рекультивации по агро-химическим свойствам, - внесение мелиорантов, нанесение экранирующего и растительного слоя;

- для горящих отвалов - их тушение и охлаждение, в соответствии с "Инструкцией по тушению и профилактике самовозгорания" разработанной институтом "МакНИИ", в том числе снятие вершины (для конических и хребтовых отвалов), понижение высоты, размыв гидромониторами разогретрй породы, обвалование участков разогретой породы и заполнение обвальных участков водой или глинистой пульпой, нарезка траншей и заполнение их водой или глинистой пульпой, инъектирование на глубину 1,5-2,0 м глинистой пульпы и т.д.;

- для обеспечения принятого направления рекультивации в соответствии с требованиями биологического этапа - нарезка террас и микротеррас,ж) выполаживание откосов до заданной величины, проходка траншей и ям для посадки деревьев и кустарников, закладка дренажа и нанесение растительного слоя.

ж) Микротеррасами считаются террасы, ширина которых не превышает 0,5 м

4.2. Элементы схем технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик

Элементами схем технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик являются: подъездная дорога, въездная полутраншея, кюветы, терраса, рабочая площадка, спланированная вершина отвала, нагорная канава и др.

Ниже приводятся формы указанных элементов, их необходимые размеры, дается метод расчёта. Значения отдельных составляющих деталей элементов схем, их профиль взяты в соответствии с рекомендациями и нормами технологического проектирования [I5, I6, I7, I8, I9, 20, 2I, 22].

4.2.I. Подъездные дороги

Подъездные дороги к объектам рекультивации являются обязательными, так как от их наличия и состояния во многом зависит успех рекультивации. Целесообразность строительства дорог для выполнения рекультивационных работ определяется при проектировании.

Автомобильная дорога состоит из земляного полотна, дорожного покрытия, искусственных сооружений (мостов, труб, путепроводов и др.) и вспомогательных устройств, обеспечивающих эксплуатацию дорог.

Полотно дороги, как правило, должно отсыпаться из пород отвалов, если последние не являются токсичными. Крутизна склонов насыпи принимается I:I,5. Проезжей части придается односкатный (в сторону канавы) уклон, равный 2°.

Дорожное полотно состоит из проезжей части, двух обочин, примыкающих к проезжей части, откосов и кюветов (канав).

Геометрические размеры автомобильных дорог зависят от вида грунта, грузоподъёмности автотранспорта, количества полос движения.

На рис.4.I. и 4.2. приведены сечения подъездных автомобильных дорог и типовые сечения водотоков.

Целесообразность того или иного типа водотока (кювета или лотка) выбирается исходя из особенностей местных климатических и геологических условий, а также с учётом пропускной способности.

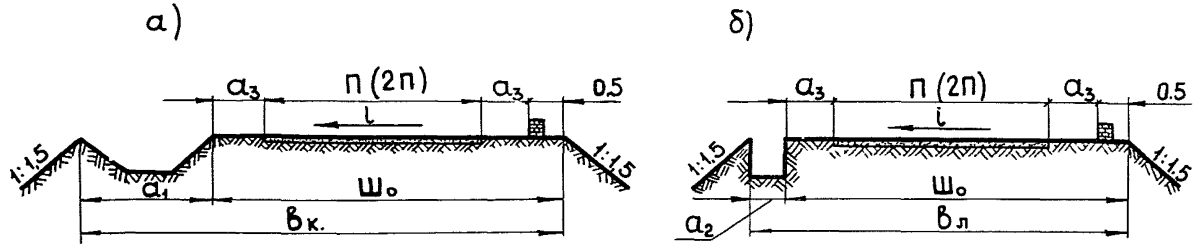


Рис.4.I. Сечение подъездных автомобильных дорог
а) полотно дороги с кюветом
б) полотно дороги с лотком

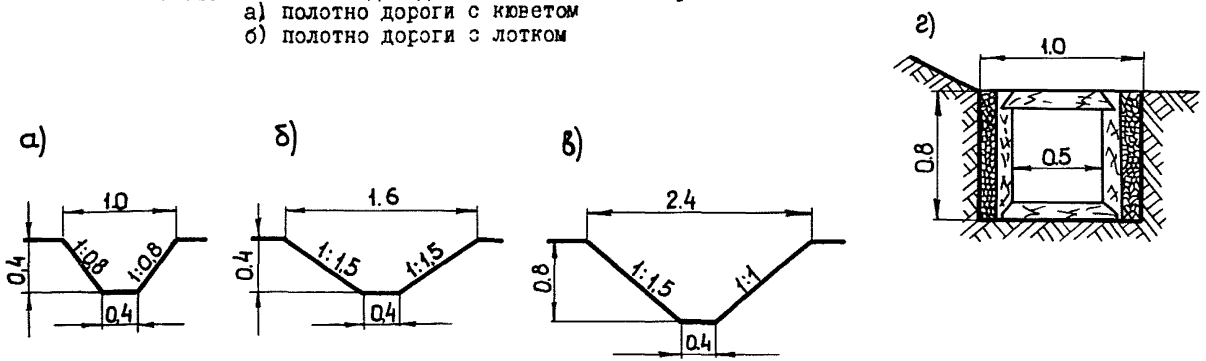


Рис.4.2. Типовые сечения кюветов и лотков
а) для дорог из скальных пород
б) для дорог из песчаных, гравийных и щебеночных пород
в) для дорог из рыхлых кроме песчаных, гравийных и щебеночных пород
г) лоток с деревянным креплением

Ширина полотна дороги с кюветами при однополосном движении определяется из выражения

$$в_к = П + 2а_3 + а_1 + 0,5, \quad м ; \qquad (4.1)$$

при двухполосном движении

$$В_к = 2П + 2а_3 + а_1 + 0,5, \quad м \qquad (4.2)$$

Ширина полотна дороги с лотками при однополосном движении определяется из выражения

$$в_л = П + 2а_3 + а_2 + 0,5, \quad м ; \qquad (4.3)$$

при двухполосном движении

$$в_л = 2П + 2а_3 + а_2 + 0,5, м , \qquad (4.4)$$

где $в_к$ – ширина полотна автодороги с кюветами, м;
$в_л$ – ширина полотна автодороги с лотками, м;
$П$ – ширина проезжей части, м;
$а_1$ – ширина кювета по верху, м;
$а_2$ – ширина лотка, м;
$а_3$ – ширина обочины, м;
0,5 – расстояние от края обочины до кромки откоса, м.

Полученные в результате подсчёта параметры дорог сведены в табл.4.1.

Приведенные на рис.4.2. (а.б.в.г) сечения водотоков являются типовыми и рекомендуются (обозначение в соответствии с рисунком) для:

тип "а" – для скальных и полускальных пород;

тип "б" – для песчаных, гравийных;

тип "в", "г" – для рыхлых пород, кроме песчаных, гравийных и щебеночных.

Лоток может укрепляться деревом (рис.4.2. "г"). Размеры кюветов и лотка приведены на рисунках.

4.2.2. Въездная полутраншея

С целью создания транспортного доступа к вершине отвала при его понижении или разборке и въезда на террасы

по склону отвала нарезается въездная полутраншея. Тип полутраншеи - выемочно-насыпной.

Геометрические размеры полутраншеи зависят от количества полос движения, грузоподъёмности автотранспорта и вида грунта.

Длина въездой полутраншеи определяется по формуле

$$L_{TP} = \frac{H}{i_P} , \qquad (4.5)$$

где H - высота подъёма, м;

i_P - руководящий уклон, % (согласно ПТБ и ПТЭ не > 0,10).

При устройстве серпантинного въезда радиусы кривых принимаются не менее 20 м, проезжей части дороги в кривых придается односкатный профиль с уклоном до 0,06.

Для сокращения длины нарезаемой полутраншеи на отвале рекомендуется с регламентированным уклоном отсыпать подъездные дороги с тем, чтобы подойдя к отвалу, они были подняты на некоторую высоту. Углы наклона нависающего и внешнего бортов полутраншеи принимаются равными углам устойчивого откоса пород отвала. При устойчивых углах откоса бортов и высоте борта не превышающей 10-12 м Согласно нормам технологического проектирования ширина полосы безопасности равна нулю, поэтому в расчёте геометрических размеров ширины полутраншеи она не учитывается.

Полотно полутраншеи должно иметь поперечный наклон в сторону отвала равный $3\text{-}4^0$ (рис.4.3).

Формулы для определения ширины полутраншеи.

I. Полутраншея с кюветом:

а) при однополосном движении автотранспорта

$$в_к = П + 2a_3 + a_4 + a_1 \quad , м , \qquad (4.6)$$

где a_4 - ширина вала безопасности по основанию, м;

б) при двухполосном движении автотранспорта

$$в_к = 2П + 2a_3 + a_4 + a_1 \quad , м \qquad (4.7)$$

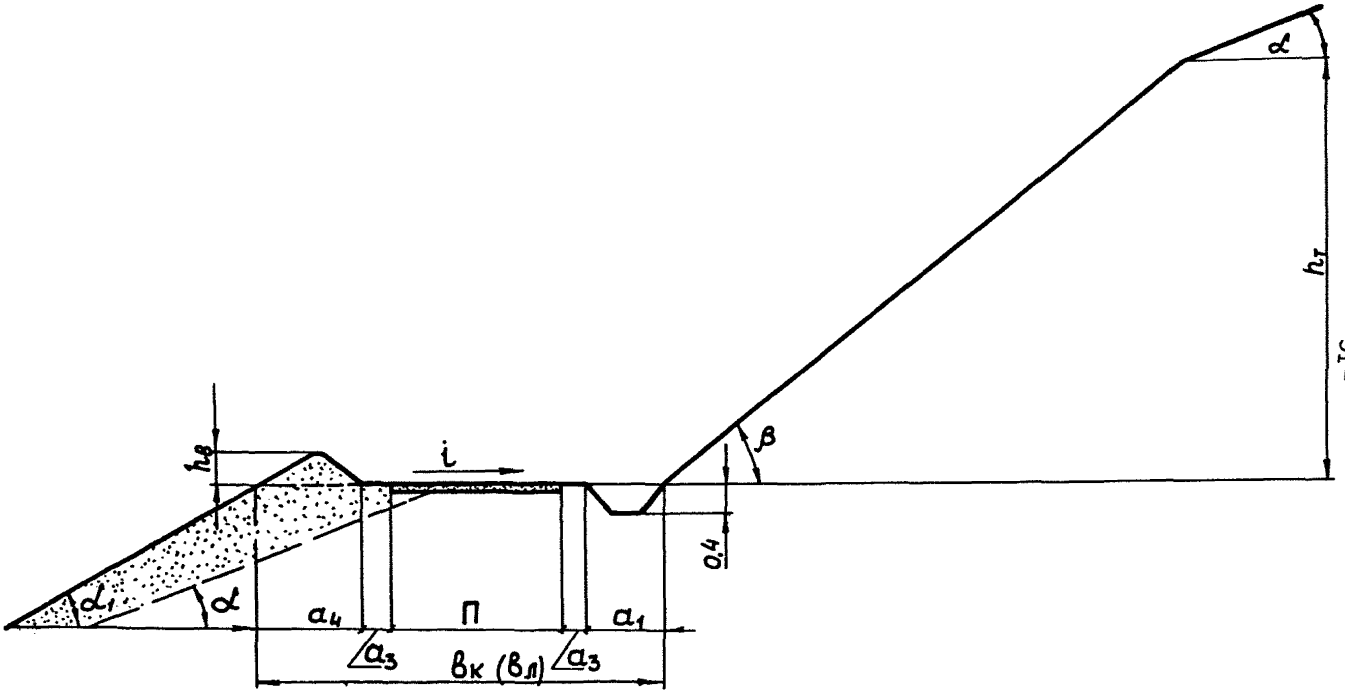


Рис.4.3. Сечение въездной полутраншеи

Таблица 4.I

Ширина полотна подъездных дорог при автомобильном транспорте

Условия применения		Элементы подъездных дорог, м						
породы основания	грузоподъёмность автотранспорта, т	П	a_3	$Ш_0$	a_2	a_1	$в_л$	$в_к$
Однополосное движение								
Скальные и полускальные породы	до I0	3,5	I,5	7,0	-	I,0	-	8,0
	I0-25	4,0	I,75	8,0	-	I,0	-	9,0
Песчаные, гравийные и щебеночные	до I0	3,5	I,5	7,0	I,0	I,6	8,0	8,5
	I0-25	4,0	I,75	8,0	I,0	I,6	-	9,0
Рыхлые породы, кроме песчаных, гравийных и щебеночных	до I0	3,5	I,5	7,0	2,0	2,4	8,0	9,5
	I0-25	4,0	I,75	8,0	2,0	2,4	9,0	I0,5
Двухполосное движение								
Скальные и полускальные породы	до I0	7,0	I,0	9,5	-	I,0	-	I0,5
	I0-25	8,0	I,0	I0,5	-	I,0	-	I,5
Песчаные, гравийные и щебеночные	до I0	7,7	I,0	2,5	I,0	I,6	I0,5	II,0
	I0-25	9,5	8,0	I,0	I0,5	I,0	II,5	I2,0
Рыхлые породы, кроме песчаных, гравийных и щебеночных	до I0	7,0	I,0	9,5	2,4	2,4	I0,5	I2,0
	I0-25	8,0	I,0	I0,5	2,4	2,4	II,5	I3,0

Примечание: I. Ширина полотна подъездных дорог дана для прямых участков. На кривых участках полотно дороги уширяется.

2. Поперечный уклон обочин при односкатном поперечном профиле принимается равным уклону проезжей части (I,5-2%).

3. Лотки применяются только на съездах при рыхлых породах. Конструкция их рассчитывается и принимается по типовому проекту "Альбом водоотводных устройств" (Мосгипротранс,I96I).

4. Размеры полотна дороги округлены за счёт обочин.

П. Полутраншея с лотком.

а) При однополосном движении автотранспорта

$$в_{л} = П + 2a_3 + a_4 + a_2 \quad , м \qquad (4.8)$$

б) При двухполосном движении автотранспорта

$$в_{л} = 2П + 2a_3 + a_4 + a_2 \quad , м \qquad (4.9)$$

По внешней стороне полутраншеи в целях безопасности отсыпается вал безопасности (см.рис.4.3). Высота вала безопасности ($h_б$) принимается согласно ПТБ равной 0,7 м для автомобилей грузоподъёмностью до I0 т и I,0 м - грузоподъёмностью свыше I0 т.

Для сбора и отвода стоков на внутренней кромке въездной полутраншеи устраивают, в зависимости от физико-механических свойств пород, лотки или кюветы. Лотки устраиваются только при рыхлых, легко размывающихся породах.

Полученные в результате расчёта геометрические параметры полутраншеи сведены в табл.4.2.

4.2.3. Терраса и микротерраса

Террасы и микротеррасы нарезаются на откосах отвала с целью предотвращения развития эрозионных процессов и используются для укрепления откосов путём посадки древесно-кустарниковых растений, сбора и отведения атмосферных осадков.

Устройство микротеррас преследует цель минимального нарушения сложившегося слоя отвалов, поэтому их ширина не превышает диаметра посадочных лунок, т.е. не более 0,3-0,5 м (для 2-х годичных саженцев). Микротеррасы из-за отсутствия средств механизации нарезают вручную на склонах, не подвергаемых выполаживанию или перекрытию.

Террасы нарезаются с целью посадки крупномерных деревьев и кустарников, проезда автотранспорта и сельскохозяйственных машин и должны быть не менее 6,5 м по ширине, исходя из условия механизированной посадки и ухода за насаждениями.

Таблица 4.2

Ширина полотна въездной полутраншеи при автомобильном транспорте

Условия применения: породы основания	грузоподъёмность автотранспорта, т	Элементы полутраншеи: П	a_3	a_1	a_2	a_4	$h_т$	$в_л$	$в_к$
Однополосное движение									
Скальные и полускальные породы	до 10	3,5	1,5	1,0	-	1,6	10-12	-	9,0
	10-25	4,0	1,75	1,0	-	2,0	10-12	-	10,5
Песчаные, гравийные и щебеночные	до 10	3,5	1,5	1,6	1,0	1,6	10-12	9,0	9,5
	10-25	4,0	1,75	1,6	1,0	2,0	10-12	10,5	11,0
Рыхлые породы, кроме щебеночных, песчаных и гравийных	до 10	3,5	1,5	2,4	1,0	1,6	10-12	9,0	10,5
	10-25	4,0	1,75	2,4	1,0	2,0	10-12	10,5	12,0
Двухполосное движение									
Скальные и полускальные породы	до 10	7,0	1,0	1,0	-	1,6	10-12	-	12,0
	10-25	8,0	1,0	1,0	-	2,0	10-12	-	13,0
Песчаные, гравийные и щебеночные	до 10	7,0	1,0	1,6	1,0	1,6	10-12	11,5	12,0
	10-25	8,0	1,0	1,6	1,0	2,0	10-12	13,0	13,5
Рыхлые породы, кроме щебеночных, песчаных и гравийных	до 10	7,0	1,0	2,4	1,0	1,6	10-12	11,5	13,0
	10-25	8,0	1,0	2,4	1,0	2,0	10,2	13,0	14,5

Террасы, как правило, нарезаются на выположенных склонах.

Сечение террасы представлено на рис.4.4.

Расстояние между террасами по склону, согласно требованиям биологической рекультивации и рекомендациям по озеленению откосов, должно составлять 20-35 м, а расстояния по вертикали 10-15 м [8]. В общем случае расстояние между террасами необходимо проверять по конструктивным элементам террас.

$$L = L_1 + L_2 + A_1 + A_2 \quad , м \qquad (4.10)$$

где L_1 - длина склона под насыпной частью террасы, м;
L_2 - длина склона под выемочной частью террасы, м;
A_2 - припуск длины склона на возможный подрез, м;
A_1 - припуск длины склона на деформацию откоса, м.

Припуск на деформацию материкового склона равен

$A_1 = 1{,}1$ м при $\alpha = 15^0$

$A_1 = 1{,}7$ м при $\alpha = 30^0$

$A_1 = 2{,}25$ м при $\alpha = 40^0$

Припуск на возможный подрез материкового склона равен для склонов крутизной:

$\alpha = 15\text{-}25^0$ $A_2 = 1{,}0$ м

$\alpha = 26\text{-}35^0$ $A_2 = 0{,}75$ м

$\alpha = 36\text{-}40^0$ $A_2 = 0{,}5$ м

Значения величин, входящих в формулу, определяются по формулам:

$$L_1 = B_1 \frac{\sin(\alpha_1 + \delta)}{\sin(\alpha_1 - \alpha)} \quad , м ; \qquad (4.11)$$

$$L_2 = B_2 \frac{\sin(\beta + \delta)}{\sin(\beta - \alpha)} \quad , м \qquad (4.12)$$

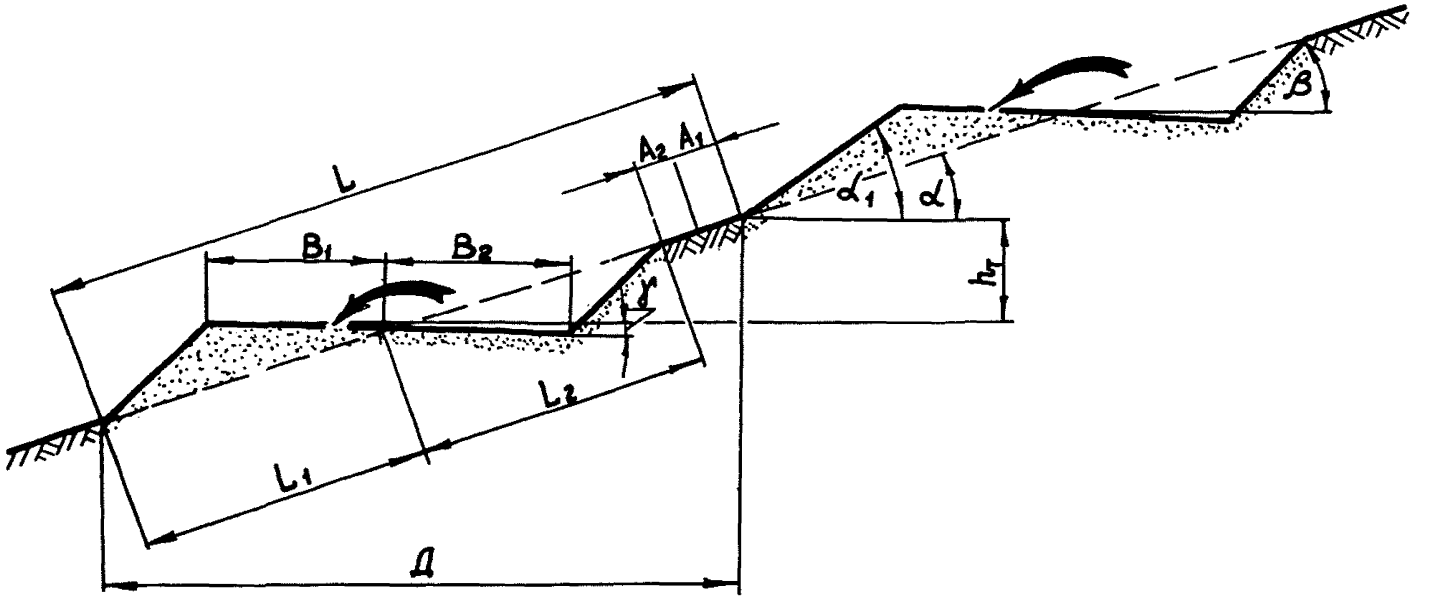


Рис. 4.4. Сечение террас

где B_I – ширина террасы по склону в насыпной части, м;

B_2 – ширина террасы по склону в выемочной части, м;

α – угол откоса склона, на котором нарезается терраса, град,;

α_I – угол откоса свежеотсыпанных пород, град.;

β – угол откоса нависающего борта террасы, град.;

γ – угол наклона полотна террасы в сторону отвала (поперечный уклон) $\gamma = 2 \div 3^0$.

Ширина выемочной части террасы

$$B_2 = \frac{B}{1 + \sqrt{\frac{\sin(\beta + \gamma) \cdot \sin(\alpha_1 - \alpha)}{\sin(\alpha_1 + \gamma) \cdot \sin(\beta - \alpha)}}}, \text{ м} \qquad (4.13)$$

Ширина насыпной части террасы определяется как разность между общей шириной (B) и шириной выемочной части (B_2); т.е.

$$B_I = B - B_2, \text{ м} \qquad (4.14)$$

На рис.4.5. в качестве примера приведены значения рассчитываемых величин для террасы шириной 6,5 м при угле выположенного склона $\alpha = 15^0$, угле естественного откоса $\alpha_I = 30^0$ и угле нависающего борта $\beta = 40^0$.

4.2.4. Рабочая площадка

При понижении и разборке отвалов с помощью экскаватора и автотранспортера для установки и размещения оборудования устраиваются рабочие площадки. Размеры рабочих площадок определяются шириной заходки экскаватора, шириной транспортных полос, шириной полосы безопасности. Геометрические размеры площадки определяются с учётом физико-механических свойств пород и параметров горного и транспортного оборудования.

На недействующих отвалах, когда сформировался устойчивый угол откоса, ширина полосы безопасности на рабочих площадках может приниматься равной нулю [23] .

При тупиковой схеме подачи автотранспорта под погрузку прямой мехлопатой ширина транспортной полосы может не учитываться.

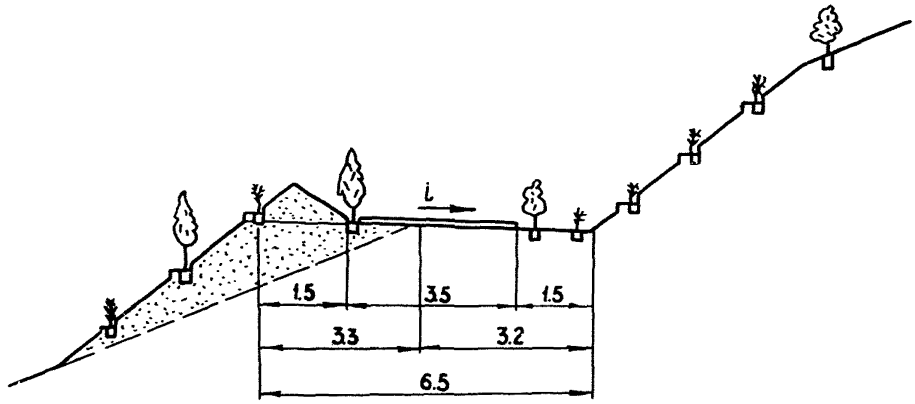


Рис.4.5. Сечение террасы шириной 6,5 м

При понижении и разборке отвала экскаваторами типа драглайн рабочей площадкой является вся спланированная вершина.

Таким образом, минимально необходимая ширина рабочей площадки ($В_{РП}$) при понижении отвала с вывозкой породы или полной разборке определяется шириной заходки экскаватора равной $Ш_{РП} = I,5 R_{чу}$ (радиус черпания на горизонте установки) для рыхлых пород и $Ш_{РП} = I,7 R_{чу}$ - для перегоревших отвалов и размерами вала безопасности в зависимости от грузоподъёмности применяемого автотранспорта.

Указанная ширина рабочей площадки проверяется по ширине разворота автотранспорта с учётом зазоров. В случае превышения ширины по указанному фактору минимальная ширина рабочей площадки принимается по условию разворота автотранспорта.

Для рекомендуемых комплексов "экскаватор-автомашина" подсчитанная таким образом ширина рабочей площадки составляет (см.рис.4.6):

экскаватор	Э-652Б с автосамосвалом	МоАЗ-503А-9,0 м
- " -	Э-I252Б - " -	КрАЗ-256Б-9,0 м
- " -	Э-I00IIД - " -	МоАЗ-503А-9,0 м
- " -	Э-2503 - " -	КрАЗ-256Б-II,0 м
- " -	ЭКГ-4,6Б - " -	БелАЗ-540-I6,0 м

Сечение рабочей площадки приведено на рис.4.6.

Значения величин "$а_4$" и $h_б$ берутся по табл.4.4., а высота уступа определяется в соответствии с технической характеристикой экскаватора.

Уступ является элементом систем разработки открытым способом, от высоты которого зависит степень использования основного оборудования и технико-экономические показатели работы. Высота уступа принимается согласно ЕПБ на открытых горных работах. В рыхлых породах, к которым относится большинство пород отвалов, при работе механических лопат с погрузкой на горизонте установки максимальная высота уступа принимается по условиям безопасности работ и не должна превышать высоту черпания экскаватора.

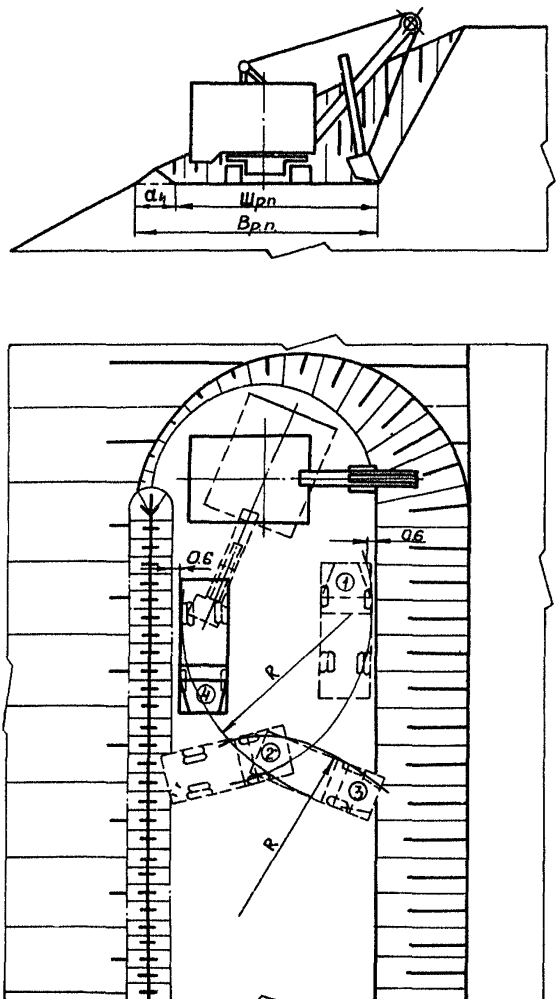


Рис.4.6. Ширина рабочей площадки при тупиковой подаче автотранспорта под погрузку

4.2.5. Спланированная вершина отвала

При переформировании или понижении отвала спланированная площадка на вершине должна быть горизонтальной. По её периметру отсыпается породный вал высотой до I,5 м. Размеры площадки зависят от направления её последующего использования, высоты снимаемой вершины и определяются в каждом конкретном случае отдельно.

По периметру спланированной вершины отвала в целях безопасности, а также для предотвращения неорганизованного стока атмосферных осадков отсыпается породный вал рис.4.7.

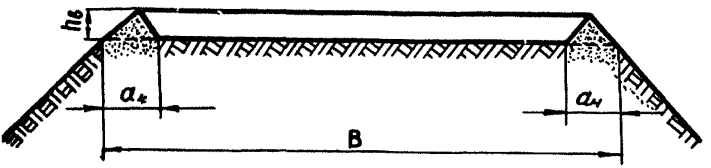


Рис.4.7. Сечение спланированной вершины с ограждающим валом

Величины a_4 и $h_в$ - берут по табл.4.3. Величина B' определяется целевым назначением рекультивируемого отвала.

Таблица 4.3

Размеры предохранительного вала, отсыпаемого по периметру спланированной вершины

Высота предохранительного вала $h_в$, м	Ширина вала безопасности a_4, м при угле естественного откоса породы α_1, град.		
	30	35	40
0,7	2,0	I,6	I,4
I,0	2,9	2,4	2,0
I,2	3,4	2,9	2,4
I,5	4,3	3,5	3,0

4.2.6. Нагорная канава

Нагорные канавы на рекультивированных отвалах служат для сбора стекающих со склонов атмосферных осадков и организованного отвода их в определенные места.

Сечения нагорных канав для различных грунтов приведены на рис.4.2. а.б.в. Выбранное сечение канавы проверяется по способности пропуска количества стекающих вод. При этом учитывается допустимая скорость потока для данных грунтов (табл.4.4) [24] .

Расчёт канав производится следующим образом. По ориентировочно выбранному типу канавы определяется её сечение

$$W = \frac{a_н + a_1}{2} \cdot h_к \quad , м^2 \qquad (4.15)$$

Эффективное сечение канавы считается равным

$$W_{эф.} = 0,8 \cdot W \quad , м^2 \qquad (4.16)$$

где W - сечение нагорной канавы, $м^2$;
$W_{эф.}$ - эффективное сечение канавы, $м^2$;
$a_{н.}$ - ширина канавы по низу, м;
a_1 - ширина канавы по верху, м;
$h_к$ - глубина канавы, м.

Смоченный периметр χ определяется из выражения:

$$\chi = (\beta + m^1) \cdot h_к \quad , м \qquad (4.17)$$

Здесь $$m^1 = 2\ (1 + m^2) \qquad (4.18)$$

где β - относительная ширина по дну;
m - коэффициент откоса (1 :m) для выбранного типа канавы.

Гидравлический радиус

$$R = \frac{W_{эф.}}{\chi} \quad , м \qquad (4.19)$$

Таблица 4.4

Допустимые (неразмывающие) средние скорости течения ($V_{ср}$ м/сек) для несвязанных грунтов

Характеристика грунтов	Размер частиц грунтов, мм	Глубина потока, м	
		до 0,4	до I,0
Пыль и ил с мелким песком, растительная земля	0,005-0,5	0,I5-0,20	0,20-0,3
Песок мелкий с примесью среднего	0,05-0,25	0,20-0,35	0,30-0,45
Песок мелкий с примесью глины, песок средний	0,25-I,0	0,35-0,50	0,45-0,6
Песок с примесью гравия, среднезернистый песок с глиной	I,0-2,5	0,5-0,65	0,60-0,75
Гравий мелкий с примесью среднего	2,0-5,0	0,65-0,8	0,75-0,80
Гравий крупный с песком и мелким гравием	5,0-I0,0	0,8-0,9	0,85-I,05
Галька мелкая с песком и гравием	I0,0-I5,0	0,90-I,I0	I,05-I,20
Галька средняя с песком и гравием	I5,0-25,0	I,I0-I,25	I,20-I,45
Галька крупная с примесью гравия	25,0-40,0	I,25-I,50	I,45-I,85
Булыжник крупный с примесью мелких валунов	I50-200	3,0-3,5	3,35-3,80

Допустимая скорость воды в заданном сечении

$$V_{ср} = \frac{Q}{W}, \text{ м/сек,} \quad (4.20)$$

где Q - расход воды в канаве, $м^3$/сек, соответствует количеству воды, проходящей по данному сечению канавы за I сек.

Полученная величина сравнивается с табличной (табл.4.4.). При величине расчётной средней скорости, большей табличного значения для заданных условий, сечение канавы увеличивается, т.е. подбираются другие значения a_I и $h_к$.

Расход воды определяется из уравнения

$$Q = W \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}, \ м^3/сек \quad (4.21)$$

Коэффициент С берется в зависимости от коэффициента шероховатости канавы n. Для канав в обычном земляном полотне коэффициент шероховатости принимается равным 0,0225.

Необходимый уклон дна канавы (i) приближенно можно определить по табл.4.5. или по формуле

$$i \approx I0\, n^2, \quad (4.22)$$

где n - коэффициент шероховатости;
R - гидравлический радиус, м.

Таблица 4.5

Значения уклонов " i " в зависимости от шероховатости

R, м	n			
	0,0II	0,020	0,030	0,040
0,6	0,00I3	0,0047	0,0II5	0,0220
I,0	0,00II	0,0036	0,0080	0,0I42
2,0	0,0009	0,0028	0,0059	0,0099
5,0	0,0007	0,0022	0,0045	0,0074

Рассчитанный по формуле 4.22. или взятый по табл.4.5. уклон означает, что заданный расход воды Q проходит по канаве при данном сечении в условиях равномерного движения.

4.3. Устройство подъездных дорог

Устройство автомобильных подъездных дорог при любом направлении рекультивации отвалов обязательно. Они предназначаются для передвижения горного и транспортного оборудования, вывозки породы при разборке отвалов, доставки экранирующих пород и почвогрунтов, мелиорантов, деревьев и кустарников для облесения, передвижения людей и т.п.

Устройство подъездных дорог начинается с разбивки трассы дороги, подготовки земляного полотна, в которое входит снятие растительного слоя по трассе на всей ширине насыпной части дороги, отсыпка насыпи послойно с уплотнением, нарезка "корыта", отсыпка и укатка проезжей части (верхнее строение дороги), устройство обочин, кюветов (канав, лотков), выполаживание откосов насыпи. Насыпь и полотно дороги может отсыпаться из пород отвала, если они не фитотоксичны. Снятый с трассы дороги растительный слой может быть использован для нанесения на поверхность и откосы рекультивируемого отвала.

Высота насыпи дороги должна увеличиваться по мере подхода к отвалу (особенно высокому, предназначенному к разборке или понижению) с целью уменьшения длины нарезаемой по склону отвала въездной полутраншеи.

Работы по сооружению дорог желательно проводить в летний период. Рекомендуемое оборудование для устройства дорог - экскаваторы, бульдозеры, скреперы, грейдеры, автотранспорт, самоходные и прицепные катки.

4.4. Нарезка въездной полутраншеи

Въездная полутраншея проходится с целью создания транспортного доступа к вершине отвала для его последующего понижения или разборки. Проходке её предшествует трассирование с определением положения и направления продольной оси. Как правило, полутраншея должна иметь вид полуспирали на хвостовой части отвала. При трассировании

Условия применения

Тип отвала — конические и хребтовые

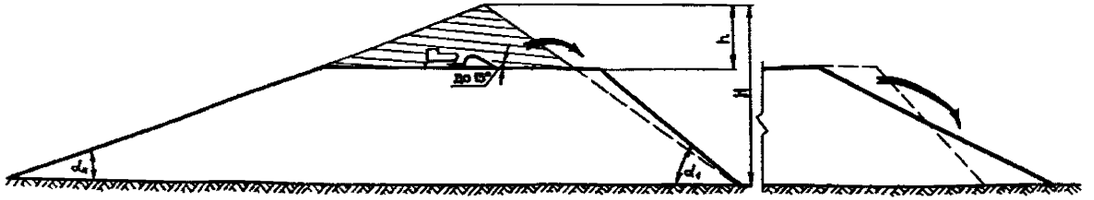
Высота отвала, м — до 40

Состояние отвала — недействующие, негорящие и перегоревшие отвалы

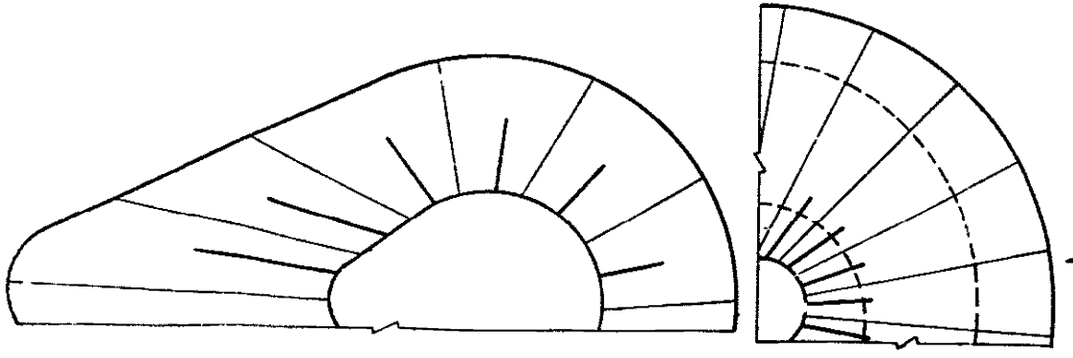
Средства механизации

Бульдозер — Д3-18, Д3-27

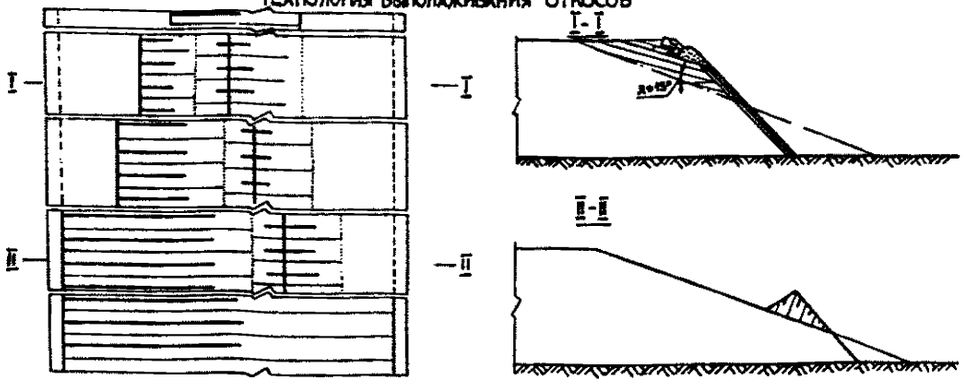
Канавокопатель — Д-716



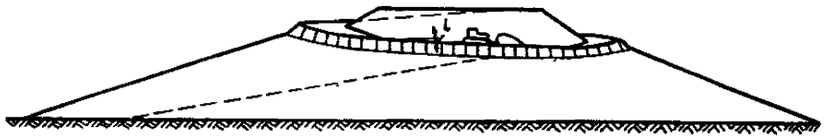
Схемы снятия вершины и выполаживания откосов



Технология выполаживания откосов



Нарезка спиральной полутраншеи

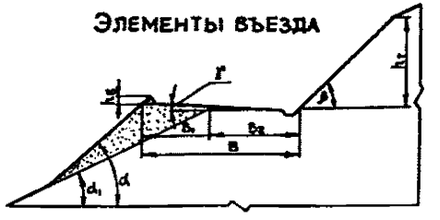


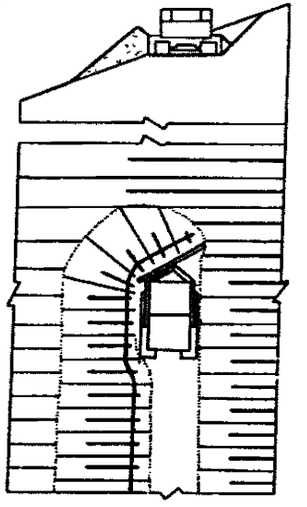
Технология нарезки спирального въезда

Последовательность проходов бульдозера



Элементы въезда





Технология нанесения потенциально-плодородного слоя



Схема № 1

Схема понижения отвала бульдозером с нарезкой спирального въезда

необходимо приспосабливаться к элементам рельефа, выбирая пологие места на склонах, вогнутости, отдельные площадки и т.д. Серпантинные повороты полутраншеи устраивать с радиусом не менее 20 м на горизонтальной площадке.

Тип въездной полутраншеи - выемочно-насыпной (рис.4.3), ширина полотна от 9,5 до I2,5 при однорядном и I2-I5 м при двухрядном движении (см.табл.4.2). Угол подъёма - не более 6°, поперечный наклон полотна полутраншеи в сторону отвала $2-3^{\circ}$.

Въездная полутраншея может проходиться с помощью:

- бульдозера (террасера);
- экскаватора и бульдозера;
- экскаватора.

При нарезке полутраншеи бульдозером (террасером) последний путём параллельных проходов под углом к склону постепенно заглубляется в откос и тем самым расширяет полотно полутраншеи. Порода при этом сталкивается под откос. При достижении требуемой ширины полотна полутраншеи производится её оформление - придается уклон в сторону отвала и отсыпается вал безопасности по внешней кромке полутраншеи (рис.4.8).

Предпочтение при бульдозерном способе проходки полутраншей отдается способу нарезки её сверху вниз. При этом должны быть соблюдены правила безопасности относительно углов въезда и бокового крена для бульдозеров, поднимающихся к вершинам для начала работ. Рекомендуемые бульдозеры для нарезки полутраншей: ДЗ-35; ДЗ-34С; ДЗ-25 и террасеры ТР-2А; Т-4.

При нарезке полутраншеи с помощью экскаваторов (Э-100IД, Э-1252Б, Э-2503, Э-2505, ЭКГ-4,6) порода может грузиться в автотранспорт или отсыпаться под откос (рис.4.9). Автосамосвалы при этом въезжают на отвал задним ходом (при длине полутраншеи до 200 м согласно ПТБ) или разворачиваются в специально устраиваемых нишах (тупиках). Предохранительный вал по внешней кромке полутраншеи и кювет со стороны нависающего откоса отсыпается (проходится) также с помощью экскаватора. Окончательное выравнивание полотна полутраншеи и придание ему уклона производится бульдозером.

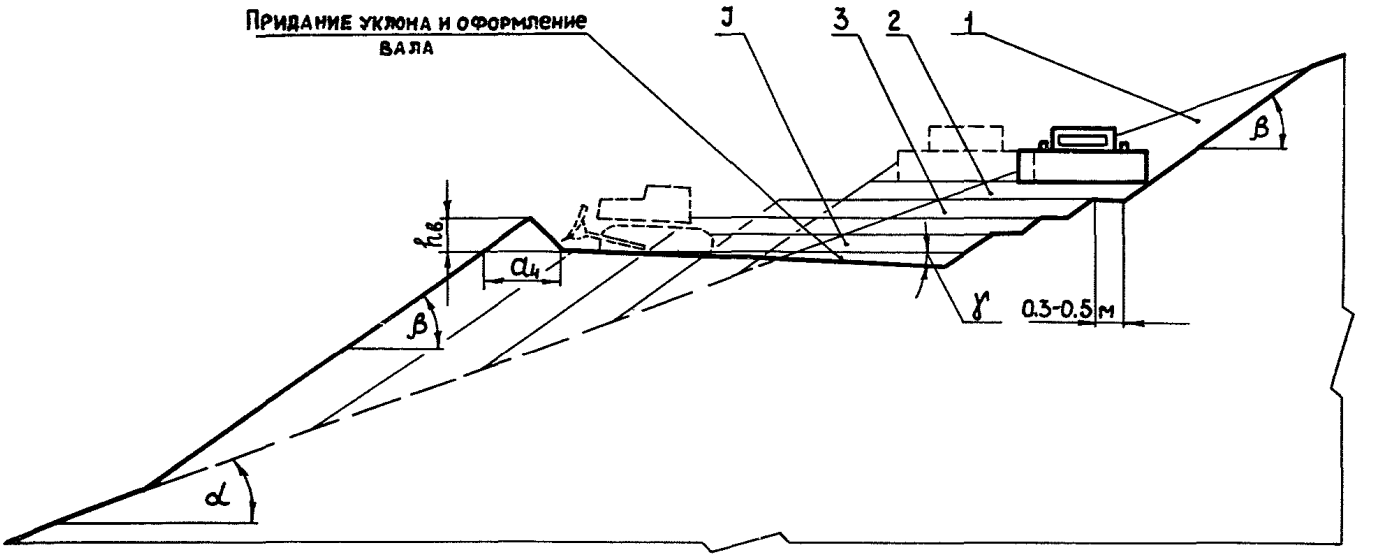


Рис.4.8. Технология нарезки въездной полутраншеи (террасы) с помощью бульдозера (цифрами показана последовательность снятия слоев).

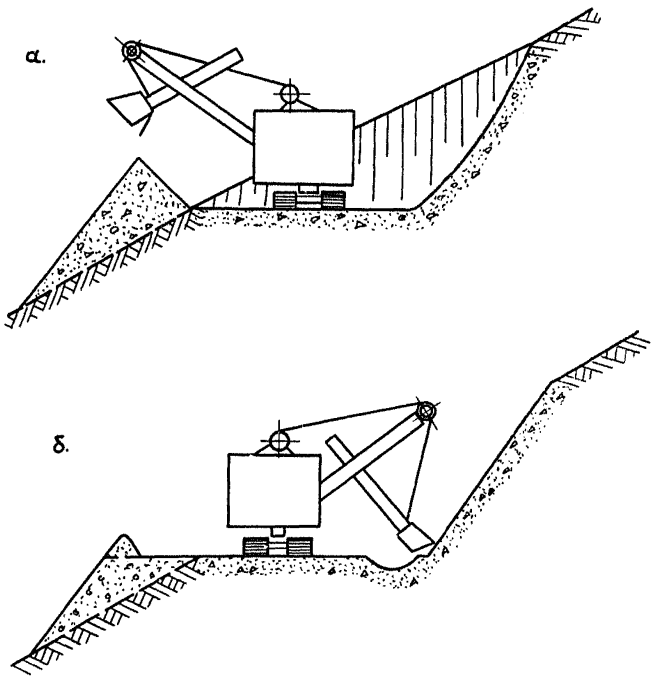


Рис.4.9.Технология нарезки въездной полутраншеи
с помощью экскаватора
а – нарезка полутраншеи
б – оформление полутраншеи

При комбинированном способе нарезки полутраншеи с помощью бульдозеров и экскаваторов полутраншею нарезает бульдозер, а расширение её, отсыпка предохранительного вала и оформление кювета производится экскаватором (рис.4.10), бульдозер впереди экскаватора не менее, чем на 20 м. Совместная работа бульдозера и экскаватора по нарезке въездной полутраншеи ускоряет её проходку.

Порода от расширения полутраншеи экскаватором может грузиться в автотранспорт или отсыпаться под откос. Рекомендуемый для вывозки породы автотранспорт - автосамосвалы КрАЗ-256Б, ММЗ-555, МоАЗ-503Б.

Высота предохранительного вала, отсыпаемого по внешней кромке полутраншеи, должна составлять не менее 0,7 м при грузоподъёмности автотранспорта до 10 т и 1,0 м - при грузоподъёмности автотранспорта более 10 т.

При выходе полутраншеи на отметку 6-10 м от вершины проходка её заканчивается.

Контроль за соблюдением всех параметров нарезаемой полутраншеи и её направлением прокладки осуществляется маркшейдерской службой.

4.5. Снятие вершины отвала

Работы по снятию вершины отвала любым из приведенных ниже способов производятся только в светлое время суток независимо от сменности работы по причине повышенной опасности работ.

Снятие вершины отвала может производиться

- бульдозером;
- экскаватором;
- гидромонитором;
- с помощью буровзрывных работ и бульдозера или экскаватора.

Снятие вершины конических и хребтовых отвалов с помощью бульдозера (рис.4.11. и 4.12) производится как при подготовленной въездной полутраншее, так и без неё.ж)

ж) Полутраншея нарезается на отвалах, спланированные вершины которых предполагается использовать, например, при декоративно-ландшафтном оформлении территории. Причём, полутраншея не должна заходить на лобовую часть отвала, так как может быть пересыпана при понижении и выполаживании склонов

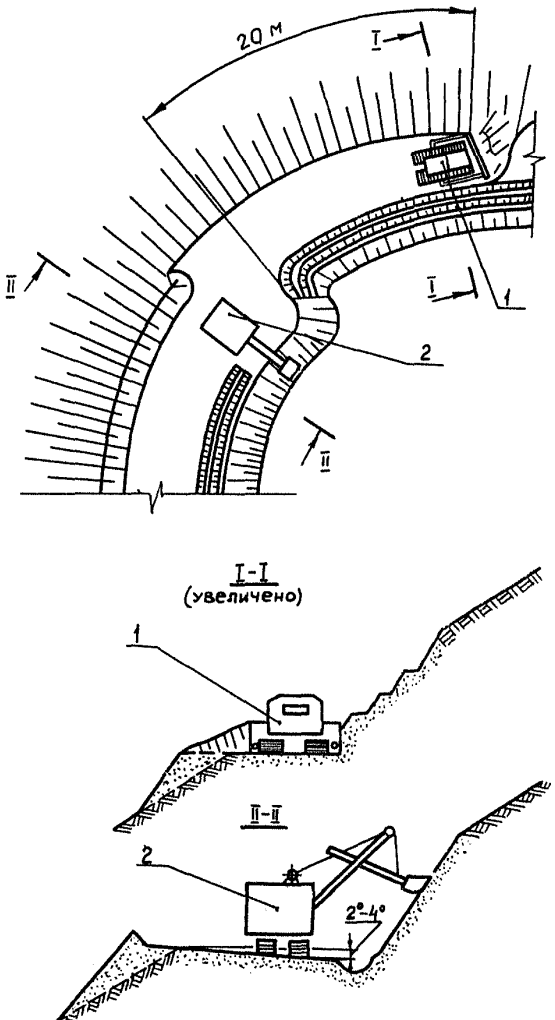
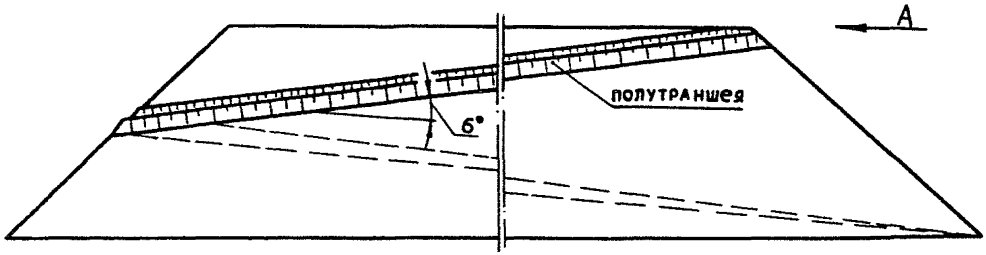
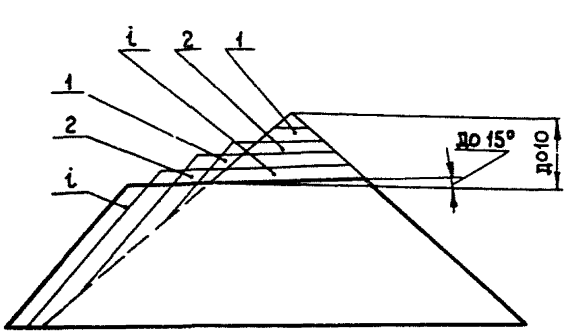


Рис.4.10.Технология нарезки въездной полутраншеи с помощью бульдозера и экскаватора
1- бульдозер
2- экскаватор





Вид по А
(увеличено)

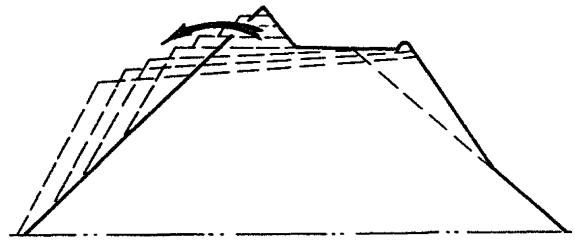


Рис.4.11. Технология снятия вершины хребтового отвала (цифрами показана последовательность снятия и укладки слоев)

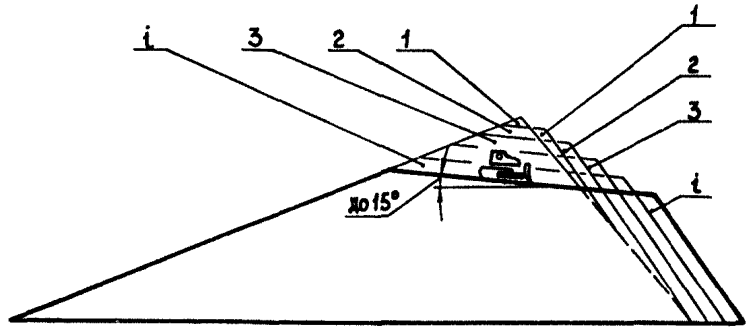


Рис.4.12. Технология снятия вершины конического отвала (цифрами показана последовательность снятия и укладки слоев)

Этот способ следует использовать при невысоких (в пределах до 30-50 м)отвалах , сложенных породами I-III категорий по экскавации. Перемещение породы при снятии вершины производится в одном направлении без разворота бульдозера особенно в начальный момент. Снятие вершины осуществляется на высоту 6-10 м путём послойного перемещения породы под откос.

Послойное снятие и перемещение породы под откос может осуществляться наклонными, до 15^{0} слоями.

С помощью экскаватора снимаются вершины также преимущественно невысоких (до 30-50 м) отвалов из-за трудности доставки экскаватора к вершине отвала. Однако имеется опыт снятия вершины и понижения с помощью драглайна отвала высотой до 98 м [25] . При этом экскавация породы вершины возможна как под откос, так и в автотранспорт. Породы отвала должны быть не выше II категории по экскавации. Высота снимаемой вершины должна быть не более высоты черпания экскаватора.

С помощью гидроразмыва целесообразно снимать вершины отвалов высотой более 40-50 м, т.е. отвалов, где затруднена по каким-либо причинам нарезка въездной полутраншеи и невозможен въезд бульдозера без проведения большого объёма подготовительных работ и т.д.

Гидроразмыв производится гидромониторами типа ГМДЦ, ГИ, ГРМЦ, устанавливаемыми на уровне подошвы забоя. Расстояние от насадки гидромонитора до размываемого забоя для указанных гидромониторов должно быть не менее 8-10 м. Высота забоя снимаемой вершины при размыве должна быть не более 10 м, гидроразмыв производится послойно вертикальными слоями шириной 1,5-2,0 м. Порядок размыва слоев - от периферии к центру, т.е. от склонов вершины к середине (рис.4.13). Уклон подошвы забоя должен быть в пределах $1,5-4,5^{0}$ во избежание скопления воды на рабочей площадке.

С помощью гидромониторов снятие вершины можно производить на негорящих и неперегоревших вершинах отвалов. Группа грунтов по трудности разработки их с помощью гидроразмыва может быть с I по УI.

Буровзрывные работы при снятии вершин отвалов рекомендуется применять при наличии перегоревших, спекшихся пород в теле отвала. Технология снятия вершины при этом заключается в бурении шпуров для закладки ВВ с помощью перфораторов, закладки в них ВВ, забойке и взрывании. Взрывание допускается только сотрясательное для разрушения спекшегося массива с целью последующего перемещения породы бульдозером или экскаватором под откос. Величина зарядов рассчитывается по методике, приведенной в разд.6.I.5., и уточняется экспериментально [3].

4.6. Понижение и переформирование отвалов

Понижение отвалов до необходимой высоты является продолжением работ по снятию вершины и может производиться одним из следующих способов:

- с помощью бульдозеров;
- с помощью гидроразмыва;
- с помощью экскаваторов;
- с помощью скреперов;
- с помощью погрузчиков.

Технология и организация работ при бульдозерном способе понижения заключается в послойном перемещении пород отвала под откос. Направление сдвижения пород под откос определяется проектом и должно предусматривать минимальное перекрытие стабилизировавшихся склонов перемещаемой породой в том

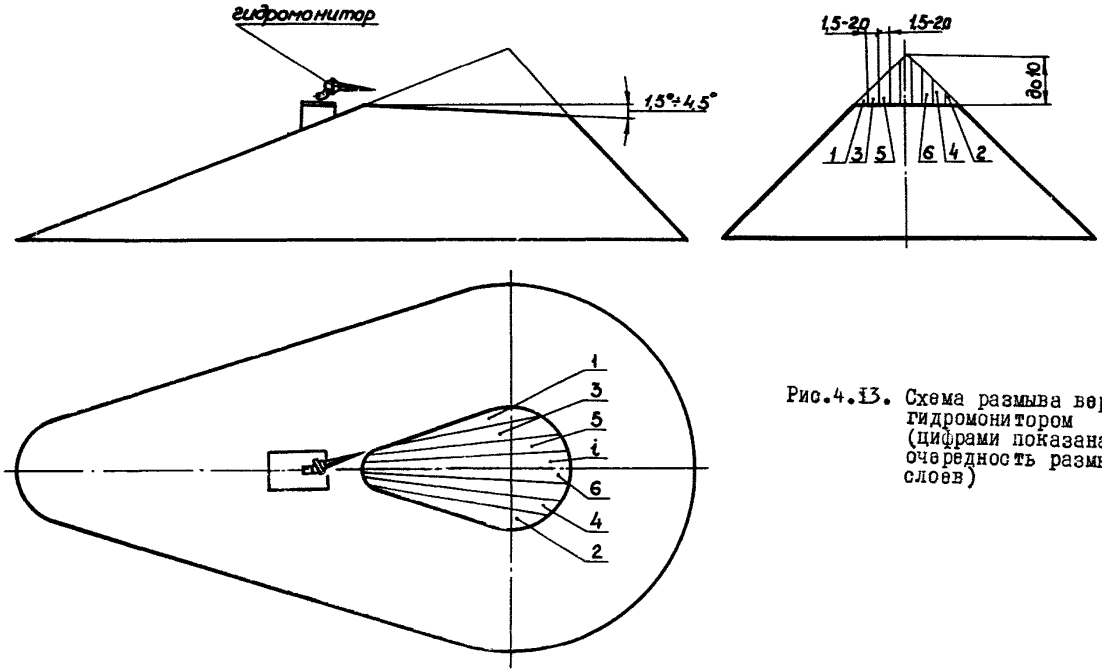


Рис.4.13. Схема размыва вершины гидромонитором (цифрами показана очередность размыва слоев)

случае, если предусматривается микротеррасирование. Понижение производится до определенной проектом отметки наклонными до 15^{0} слоями в светлое время суток. Рекомендуемые для работы бульдозеры: ДЗ-24, ДЗ-34С, ДЗ-35, ДЗ-60, ДЗ-118.

При вскрытии в процессе понижения разогретых пород необходимо обязательно производить их охлаждение. Способы охлаждения могут быть разнообразными:

а) естественное охлаждение воздухом;

б) орошение водой;

в) естественное охлаждение с периодическим переформированием охлаждаемого слоя;

г) обвалование отдельных участков и заливка их водой;

д) нарезка на ширину бульдозерного ножа траншей, устройство в них перемычек и заливка образованных "карт" водой.

Гидроразмыв рекомендуется не только для снятия вершины, но и при последующем понижении отвала до проектной отметки. В этом случае с боковых и лобовой сторон отвала производится обваловка или проходится нагорная канава для сбора и отвода воды в определенное место. Сборником воды (пульпы) может быть естественное понижение местности или искусственное сооружение.ж) При соответствующем оборудовании зумпфа пульпу можно подавать с помощью шламовых насосов для заполнения выработанного пространства шахт.

Достоинством этого способа является минимальная трудоемкость, безопасность и объём подготовительных работ на отвале.

Последовательность размыва та же, что и при снятии вершины - от периферии к центру. Высота забоя допускается не более 10 м. Расстояние гидромонитора до забоя должно быть не менее 8-10 м. Последовательность разработки слоев (1,5-2,0 м) - от периферии к центру. Уклон подошвы рабочей площадки - $1,5\text{-}4,5^{0}$ в направлении забоя и откоса отвала.

ж) При условии и после проведения мероприятий, исключающих прорыв пульпы или воды в шахтные выработки

При дефиците воды для работы гидромониторов рекомендуется организация оборотного водоснабжения. Для этого гидроотвал оборудуется шандорными колодцами. Вода через шандорные колодцы (схема № 6) и трубы, прокладываемые под дамбой обвалования, попадает в водоприемник, откуда насосами по трубопроводу подается к гидромониторам. Ввиду стесненных условий работы, рекомендуется иметь в работе одновременно не более одного гидромонитора.

Понижение отвала с помощью экскаваторов (драглайнов) заключается в поуступной разборке его с отсыпкой породы под откос или погрузке в автосамосвалы и вывозке на плоские отвалы. Отсыпка породы под откос рекомендуется на отвалах, когда порода из центра отвала переэкскавируется под откос не более, чем за два-три прохода экскаватора. В каждом конкретном случае объём переэкскавации уточняется экономическим сравнением вариантов с переэкскавацией или с вывозкой породы.

Высота уступа разбираемого отвала допускается не более высоты черпания экскаватора.

Работы проводятся сезонно в светлое время суток.

Для понижения отвалов путём разборки могут быть рекомендованы модели экскаваторов: ЭКГ-4,6; ЭО-IOOIIД; Э-I252Б; Э-2503; Э-2505 (драглайн).

При понижении отвалов с помощью скреперов они должны удовлетворять следующим условиям:

- отвалы должны быть сложены неперегоревшими или частично перегоревшими породами без включения спекшихся массивов породы (категория пород по экскавации не выше П);
- на отвале должна быть обеспечена достаточная протяженность фронта работы для заполнения кузова скрепера за один проход;
- отвал должен быть оборудован удобным и безопасным въездом на отвал и съездом с отвала, либо одним въездом, служащим одновременно и съездом.

4.7. Выполаживание откосов

Выполаживание откосов до требуемого угла производится либо непосредственно после снятия вершины отвала, либо

после понижения до требуемой высоты. Угол наклона выполаживаемых откосов определяется целевым назначением рекультивируемого отвала.

Объём перемещаемой породы при выполаживании откосов и расчётная граница верхней площадки, до которой производится срезка кромки отвала, определяются графическим путём.

Непосредственно выполаживание может осуществляться с помощью:

- бульдозеров ДЗ-24, ДЗ-25, ДЗ-34, ДЗ-60, ДЗ-118;
- гидромониторов типа ГМДЦ, ГИ, ГРМЦ;
- драглайна и бульдозера ЭШ-6/45, Э-2503 и ДЗ-34, ДЗ-24,
- непосредственно драглайна;
- скреперов.

Выполаживание откосов с помощью бульдозера рекомендуется производить при сплошной линии забоя. Порода при этом перемещается сверху вниз послойно.

Выполаживание склонов гидроразмывом рекомендуется производить на тех же отвалах, где этим способом осуществлялось снятие вершины и понижение отвала.

Для выполаживания откосов гидромонитор устанавливается на верхней площадке отвала в 8-10 м от границы, до которой будет производиться выполаживание откоса. Гидромонитор по мере формирования откоса перемещается параллельно этой границе.

При выполаживании склонов драглайном последний, двигаясь по верхней площадке параллельно её бровке, снимает и перезкскавирует породу под откос. Следом за драглайном с отставанием на 25-30 м производится планировка выположенного откоса бульдозером сверху вниз.

Драглайном можно одновременно нарезать террасу, выполаживать откос и покрывать его потенциально-плодородным слоем.

Технология работ заключается в следующем: драглайн у основания отвала готовит для себя въезд, затем - рабочую площадку, заходит на нее, верхним черпанием срезает верхний подуступ и укладывает этот объём породы в основание отвала, выполаживая тем самым откос нижнего подуступа.

Укладка породы верхнего подуступа отвала производится на "подготовленное" место, т.е. в приграничную с основанием отвала зону, с которой снят потенциально-плодородный слой. Потенциально-плодородный слой, в свою очередь, укладывается на уже выположенные участки откоса отвала (рис.4.14).

Высота верхнего подуступа [26] должна составлять не более

$$h' = (0,5 - 0,7)\ H_p \quad , м , \qquad (4.23)$$

где H_p - максимальная высота разгрузки ковша экскаватора, м.

Технология выполаживания откосов скреперами может быть применима на последних с углами наклона не более 15^0. Практически выполаживание осуществляется следующим образом: откос разбивается пополам, в верхней части откоса скрепер наполняется двигаясь под уклон, в нижней - разгружается.

В процессе работ по понижению отвалов и выполаживанию откосов маркшейдерской службой периодически осуществляется контроль за соблюдением проектных параметров.

4.8. Нарезка террас

Террасы, согласно требованиям биологического этапа рекультивации, нарезаются как на выположенных, так и на не выположенных откосах отвалов. Целесообразность нарезки террас решается в каждом конкретном случае и определяется проектом.

Проведению работ по нарезке террас должна предшествовать маркшейдерская съёмка с обязательным составлением плана поверхности. На план наносятся террасы, определяется их длина, сечение и определяется перемещаемый объём пород. Затем производится нанесение трассы террас на откосы отвала.

После нанесения трассы террас в натуре приступают к их нарезке. Нарезка террас начинается с верхней, чтобы исключить засыпку ниже расположенных террас при нарезке очередной вышележащей.

Нарезка террасы начинается от въездной полутраншеи. При отсутствии въездной полутраншеи, с учётом рельефа откосов, выбирается наиболее пологая часть для подъёма бульдозера или экскаватора к месту начала работ.

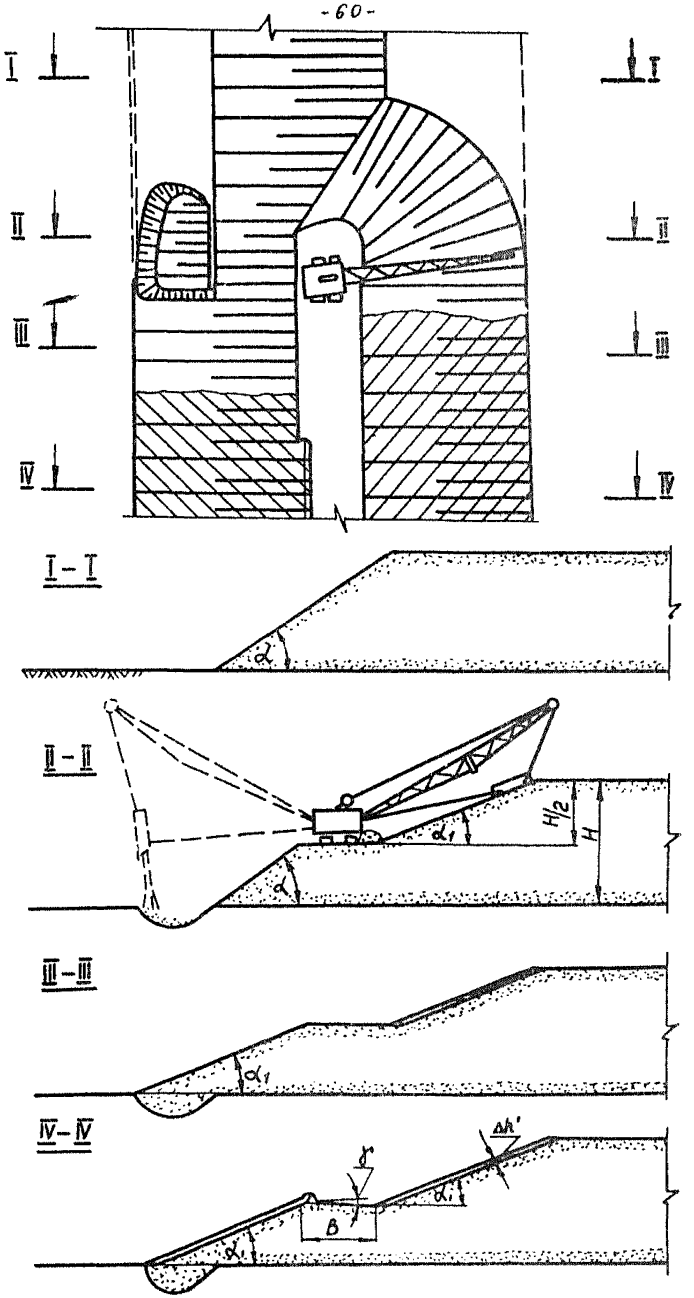


Рис.4.14. Технология нарезки террасы, выполаживания склона и покрытие его потенциально-плодородным слоем с помощью драглайна

Террасы могут нарезаться бульдозером (террасером), экскаватором и экскаватором с бульдозером. Экскаваторы рекомендуется применять при наличии или возможности устройства въездной полутраншеи на склон откоса, а также на выполаживаемых с помощью экскаваторов откосах отвалов.

Террасы между собой и спланированной вершиной (при наличии её) соединяются съездами (полутраншеями), нарезаемыми аналогично въездной полутраншее или террасам. Профиль, уклон и геометрические параметры съездов должны соответствовать параметрам, изложенным в табл.4.2. и разделе 4.2.2.

4.9. Разборка отвалов

Разборка отвалов является продолжением работ по снятию вершины и понижению высоты отвала.

Она выполняется при использовании пород отвала для каких-либо целей или необходимости освобождения площади земельных ресурсов участка (региона) с целью размещения на месте отвала каких-либо объектов или угодий.

Разборке отвала предшествует нарезка въездной полутраншеи. Исключение составляют отвалы высотой меньше или равной высоте черпания, применяемого при этом экскаватора. Для установки экскаватора на отвале он своим ходом поднимается к вершине и подготавливает себе рабочую площадку.

Работам по подготовке и устройству рабочей площадки предшествует разбивка отвала на ярусы, высота которых должна соответствовать высоте разбиваемого уступа. Разборка отвала начинается с верхнего яруса и осуществляется поуступно сверху вниз.

Рабочая площадка готовится путём перезкскавации породы экскаватором под откос и планировки её бульдозером до размеров предусмотренных в разделе 4.2.4.

После подготовки рабочей площадки начинается разборка отвала с погрузкой породы в автосамосвалы.

При отработке первой заходки автосамосвалы подаются под погрузку по схемам показанным на рис.4.I5. "в" и "г".

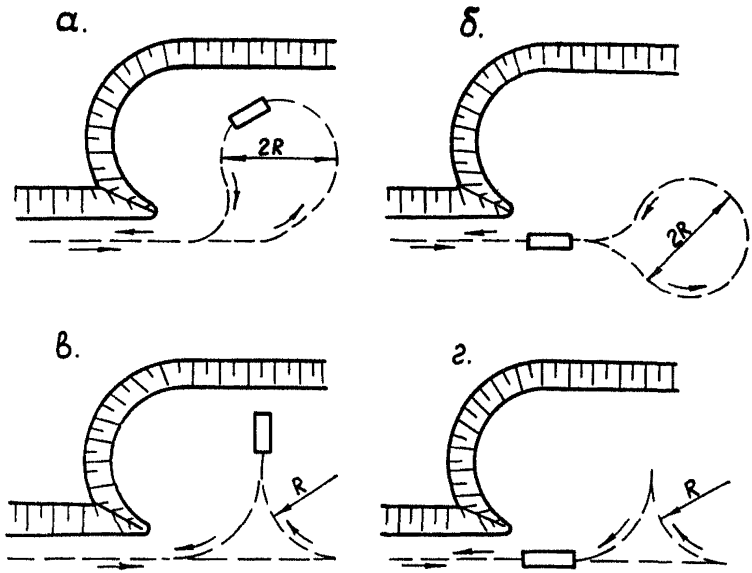


Рис. 4.I5. Схемы подачи автотранспорта под погрузку (а,б - петлевая; в, г - тупиковая)

Длина экскаваторной заходки при разборке первого яруса (уступа) равна длине спланированной вершины.

При работе экскаватора на второй и последующих заходках подача автосамосвалов под погрузку может производиться по любой схеме (петлевой в забое и вне забоя, с постановкой самосвалов в забое и параллельно оси забоя, тупиковой при установке автосамосвалов в забое и параллельно оси забоя (рис.4.I5).

При разборке (понижении) отвала с помощью экскаватора температура пород в отвале возможна практически любая. Порода с температурой до 80°С может грузиться в автосамосвалы для вывозки. При температуре пород свыше 80°С должно

производиться её охлаждение одним из выше приведенных способов (разд.4.6). Контроль теплового состояния пород должен производиться систематически.

Возможны две схемы поярусной разборки отвала экскаватором: челноковая (рис.4.I6) и кольцевая (рис.4.I7).

По опыту разборки отвалов в Печорском угольном бассейне челноковая схема разработки ярусов рекомендуется, в основном, для нижних ярусов, а кольцевая - для верхних, поскольку последняя допускает возможность работы в любой точке кольцевого забоя, где это становится возможным по условиям допустимой температуры или направления ветра.

На рис.4.I6. приведена возможная челноковая схема разборки терриконика экскаватором с вывозкой пород автосамосвалами.

Схема, приведенная на рис.4.I6., рекомендуется, главным образом, для ярусов с температурой пород выше 80°. В этом случае экскаватор перемещает породу сначала в вал охлаждения (I), а из него при достижении породой температуры $80^{\circ}C$ и ниже - в автосамосвал. Разработка раскаленной или горящей породы, а также при высокой запыленности допускается только с наветренной стороны. Рыхлые и мягкие породы разрабатываются экскаватором без проведения каких-либо дополнительных работ, а спекшиеся породы - с применением буровзрывных работ, производимых по специальному проекту.

Технология работ по обеим схемам заключается в том, что начиная от въездной полутраншеи, по периметру очередного яруса экскаватором проходится круговая полутраншея с отсыпкой предохранительного вала. Порода в зависимости от температуры может либо вывозиться автосамосвалами ($t \leqslant 80^{\circ}C$), либо отсыпаться под откос ($t > 80^{\circ}C$) с соблюдением соответствующих мер безопасности. Применение той или иной схемы работы по разборке очередного яруса определяется проектом в зависимости от температуры пород.

Практически установлено, что необходимость в проведении дополнительных мероприятий по охлаждению разогретых пород отпадает уже после понижения отвала на одну треть первоначальной высоты, поскольку горящая или разогретая порода находится именно в этой области отвала.

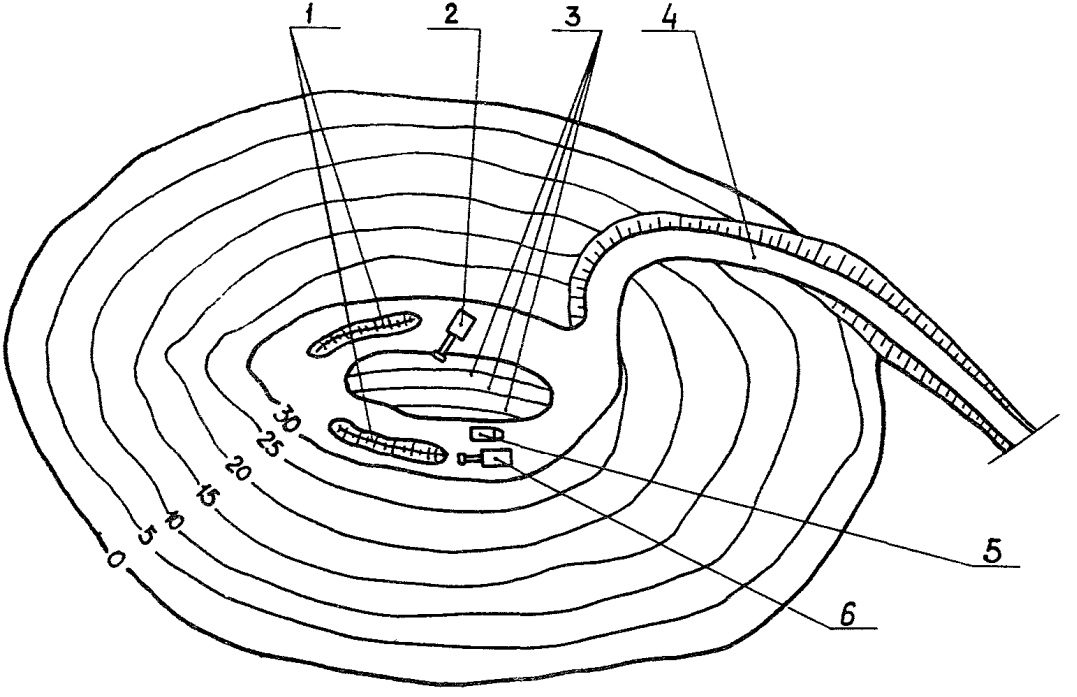


Рис. 4.16. Челноковая схема разработки ярусов: I- валы охлаждения;
2 - экскаватор на отсыпке породы в вал охлаждения;
3 - заходки; 4 - въездная полутраншея; 5- автосамосвал
6- экскаватор на погрузке породы из вала охлаждения в
автосамосвалы.

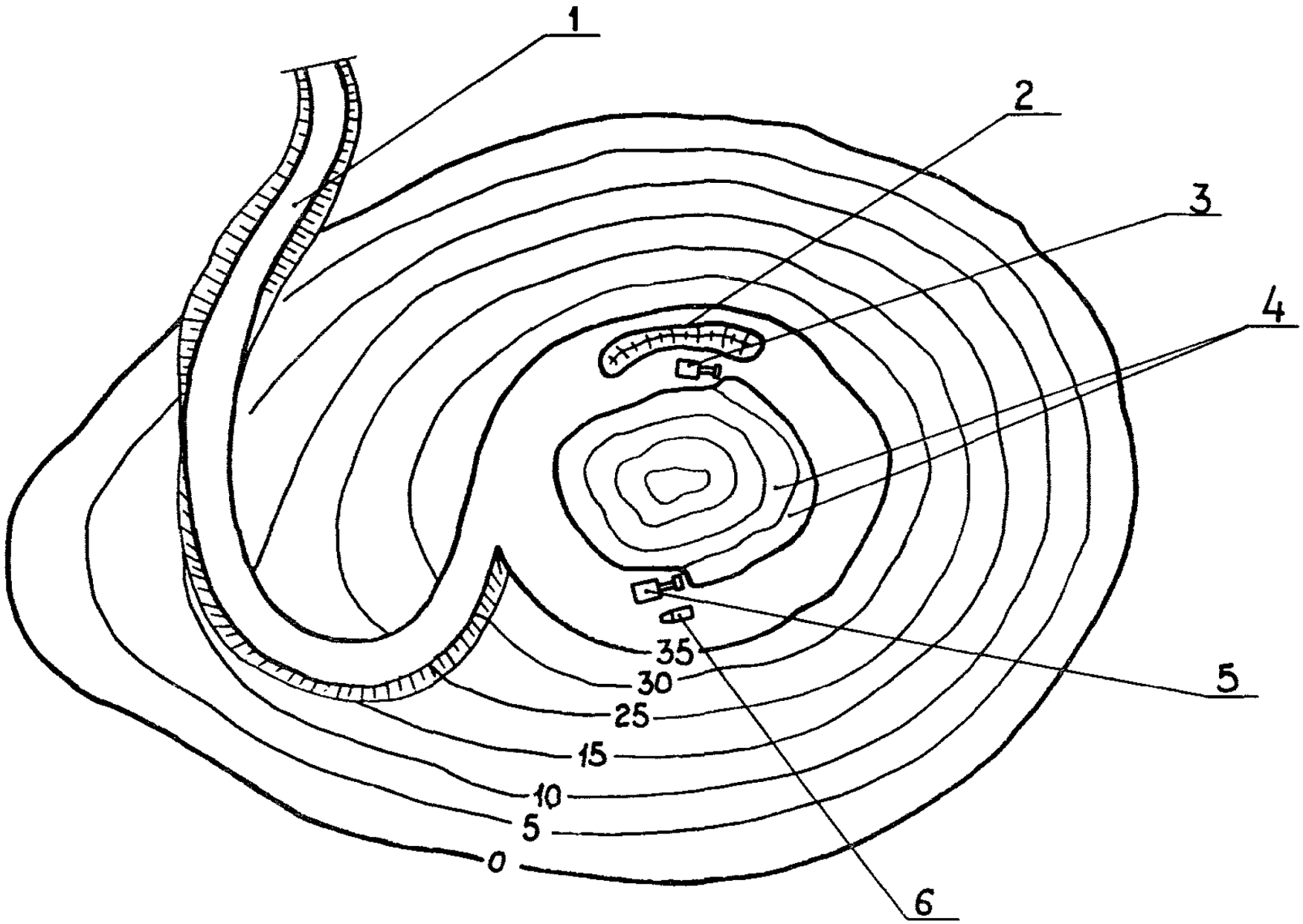


Рис. 4.17. Кольцевая схема разработки ярусов: 1 – [illegible]; 2 – вал охлаждения; 3, 5 – экскаватор; 4 – [illegible]; 6 – автосамосвал

Рекомендуемые для разборки экскаваторы: ЭКГ-4,6; Э-2503; Э-1252; автосамосвалы: БелАЗ-540; КрАЗ-256Б; МоАЗ-503.

Поярусная разборка отвалов возможна не только с помощью экскаваторов типа прямой лопаты, но и драглайнов.

В этом случае драглайн поднимается на образованную после снятия вершины площадку по въездной полутраншее. Разборка начинается с наветренной стороны. Погрузка породы в автотранспорт может осуществляться либо на горизонте установки драглайна, либо на подошве разбираемого яруса.

Схема установки драглайна, автотранспорта и схема забоя показаны на рис.4.18.

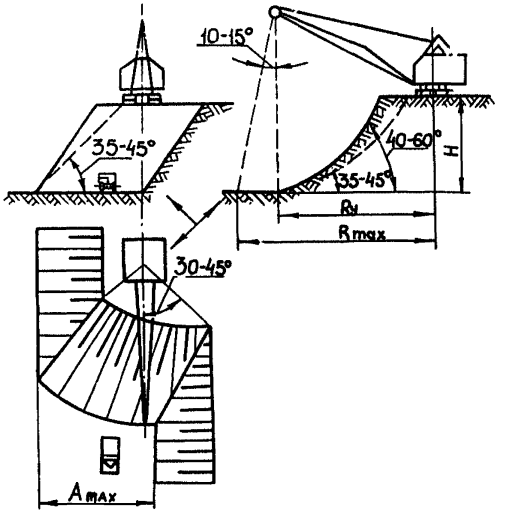


Рис.4.18. Схема установки драглайна в забое

Драглайн размещается за пределами возможной призмы обрушения. Максимальная ширина заходки драглайна

$$A_{max} = R_ч (\sin\omega_1 + \sin\omega_2) \quad , м , \qquad (4.24)$$

где $R_ч$ - радиус черпания драглайна, м;
ω_1, ω_2 - углы поворота драглайна относительно оси движения, град.

5. РАСЧЁТ ОБЪЁМОВ ПОРОД ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ ШАХТ И ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

На техническом этапе рекультивации условия работы оборудования усложнены: работы производятся на предельно допустимых уклонах, на ограниченных по размерам площадках и т.д. Породы отвалов разрыхлены, расстояние транспортирования бульдозером составляет 30-40 и более метров.

Наиболее распространенным и предпочтительным оборудованием для производства работ в таких условиях на техническом этапе являются средства гидромеханизации, бульдозеры, экскаваторы небольших параметров, скреперы и погрузчики.

Эксплуатационная производительность такого оборудования относительно невелика. Кроме того, небольшие параметры оборудования и условия его применения зачастую требуют многократного перемещения горной массы в процессе работы (переэкскавации), что должно учитываться при подсчёте объёмов работ и составлении календарных планов.

Объёмы работ подсчитываются как объёмы геометрических фигур или методом параллельных сечений. Исходными данными для расчётов служат данные маркшейдерской съёмки отвалов и прилегающих территорий, а также конечные параметры и элементы рекультивируемого отвала.

Суммарный объём земляных работ определяется из выражения

$$V_{общ} = \sum_{i=1}^{i} V_i \quad , м , \qquad (5.I)$$

где V_i – объём земляных работ по i -му элементу технологической схемы (подъездной дороге, вершине, террасе и т.п.), $м^3$.

5.I. Подъездные дороги

Объём грунта, который необходимо переместить и уложить в полотно дороги, определяется ориентировочно как объём усеченной призмы по формуле

$$V_д = 0{,}5\ (в + A_{ср})\, h_{ср}\, \alpha_д \quad , м^3 , \qquad (5.I.I)$$

Или более точно методом параллельных сечений.

$$V_д = \Sigma V_{дi} \text{ здесь } \quad V_{дi} = 0{,}5\ (в + A_i) h_i \ell_i \ м^3, \ (5.2)$$

где $V_д$ – суммарный объём грунта, укладываемый в полотно дороги, $м^3$;

$A_{ср}$ – средняя ширина насыпи по низу по всей длине дороги, м;

$h_{ср}$ – средняя высота насыпки по всей длине дороги, м;

$\alpha_д$ – протяженность дороги, м;

A_i – ширина насыпи по низу в i -том сечении, м;

$З_i$ – ширина насыпи по верху, м;

h_i – средняя высота насыпи в i -том сечении, м;

ℓ_i – длина насыпи на i -том участке дороги, м.

5.2. Въездная полутраншея

Объём породы, перемещаемый при нарезке въездной полутраншеи (рис.4.3), с достаточной для практики точностью определяется методом параллельных сечений по формуле

$$V_{вп} = \Sigma V_{впi};\ V_{впi} = \left[0{,}5 \cdot в \cdot h\, \frac{h_т^2 \cdot \sin(\alpha_1 - \alpha)}{\tau \sin_1 \cdot \sin\alpha}\right] \cdot L_{впi}\ , \ м^3, \ (5.3)$$

где $V_{впi}$ – объём породы, перемещаемый при нарезке въездной полутраншеи на i -том участке, $м^3$;

$в$ – ширина полотна въездной полутраншеи на i -том участке, м;

$h_т$ - высота нависающего борта полутраншеи на i -том участке, м;

α_1 - угол естественного откоса пород, град.;

α - угол откоса склона отвала, на котором нарезается полутраншея, град.;

$L_{бпi}$ - длина полутраншеи на i -том участке, м.

5.3. Терраса

Объём породы, перемещаемый механизмами при нарезке террас, определяется аналогично как и для въездной полутраншеи (см.рис.4.4)

$$V_т = \Sigma V_{Ti}\ ;\ V_{Ti} = \left[0{,}5 \cdot B_2 \cdot h_т + \frac{h_т^2 \cdot \sin(\alpha_1 - \alpha)}{2 \sin\alpha_1 \cdot \sin\alpha}\right] L_{ТЕРi}, м^3 \quad (5.4)$$

где $V_т$ - объём породы, перемещаемый при нарезке террасы, $м^3$;

B_2 - ширина внемочной части террасы, м;

$h_т$ - высота террасы, м;

$L_{ТЕР}$ - длина террасы, м;

α_1 - угол естественного откоса пород, град.;

α - угол откоса склона, на котором нарезаются террасы, град.

5.4. Нагорная канава, кювет, траншея

Объём породы, перемещаемый при проходке нагорных канав, кюветов, траншей для посадки деревьев, определяется как произведение площади их поперечного сечения на длину.

$$V_{НГ} = \left[0{,}5(a_1 + b_1) \cdot h_K\right] \cdot L_K \quad , м \ , \quad (5.5)$$

где $V_{НГ}$ - объём породы, перемещаемый при проходке канавы, кювета, траншеи, $м^3$;

a_1 - ширина канавы, кювета, траншеи по верху, м;

$a_н$ - ширина канавы, кювета, траншеи по низу, м;

$h_к$ – глубина канавы, кювета, траншеи, м;

$L_к$ – длина канавы, кювета, траншеи, м.

5.5. Вершина отвала

Объём породы, снимаемой вершины конусного отвала, подсчитывается приближенно как объём конуса

$$V_{вк} = \frac{1}{3}\pi \cdot R_в^2 \cdot h = \frac{1}{3} h S_в \quad , м^3 \quad , (5.6)$$

где $R_в$ – радиус основания снимаемой вершины, м;

h – высота снимаемой вершины, м;

$S_в$ – площадь основания снимаемой вершины, $м^2$.

Объём породы снимаемой вершины хребтового отвала подсчитывается приближенно как объём призмы

$$V_{вк} = \frac{1}{2} \cdot S_в \cdot h_x \quad , м^3, \quad (5.7)$$

Площадь основания снимаемой вершины $S_в$ равна

$$S_в = a_x \cdot b_x \quad , м^2 \quad , (5.8)$$

где h_x – высота снимаемой вершины хребтового отвала, м;

a_x – ширина основания снимаемой вершины хребта, м;

b_x – длина основания снимаемой вершины хребта, м.

5.6. Породный вал безопасности

Объём породы, отсыпаемой при устройстве валов безопасности, определяется произведением площади сечения вала на его длину. При треугольной форме сечения формула для определения объёма имеет вид

$$V_{пб} = 0{,}5 \cdot a_4 \cdot h_б \cdot L_б \, , м^3 , \quad (5.9)$$

где a_4 – ширина основания вала безопасности, м;

$h_б$ – высота вала безопасности, м;

$L_б$ – длина вала безопасности, м.

5.7. Выполаживание откосов

Расчётные объёмы работ по сплошному выполаживанию откоса (рис.4.I9) на I м его длины для любого вида отвала находится из выражения [27]

$$V_{60} = 0{,}25 \cdot H^2 \cdot (ctg\alpha_1 - ctg\alpha) \quad , м^3, \qquad (5.10)$$

где H - высота выполаживаемого откоса, м.

Для определения суммарного объёма по выполаживанию откосов того или иного отвала расчётный объём выполаживания на I м длины умножается на периметр средней линии откоса.

5.8. Покрытие отвала плодородными (потенциально-плодородными) породами

Объём грунтов, наносимых на склоны, террасы, вершину, определяется по формуле

$$V_{пг} = S_п \cdot h_г \quad , м^3 , \qquad (5.11)$$

где $V_{пг}$ - объём наносимой породы, $м^3$;

$S_п$ - площадь поверхности, покрываемой плодородными (потенциально-плодородными) породами, $м^2$;

$h_г$ - мощность слоя наносимых пород согласно требованиям направления рекультивации, м.

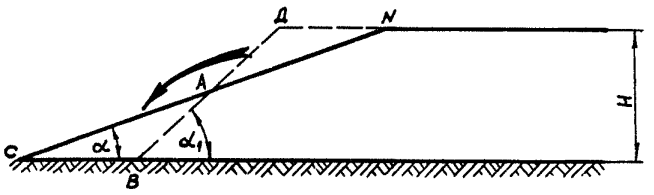


Рис.4.I9. Схема к определению объёма перемещаемого грунта при выполаживании склонов

6. ОБОРУДОВАНИЕ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Работы по технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик включают в себя ряд последовательно выполняемых операций. Для выполнения этих операций используются горные и строительно-дорожные машины: бульдозеры, экскаваторы, скреперы, автосамосвалы, канавокопатели, гидромониторы, водо- и шламонасосы и т.п. [28, 29, 30, 31].

Наиболее распространенными и перспективными средствами механизации являются:

- бульдозеры типа ДЗ-18; ДЗ-25; ДЗ-27; ДЗ-34; ДЗ-60ХЛ; Д-694А;
- террасеры ТР-2А; Т-4;
- экскаваторы с ковшом емкостью от 0,65 до 4,6 $м^3$;
- автоскреперы Д-375М; Д-332; ДЗ-11П;
- автосамосвалы грузоподъёмностью от 4 до 27 т;
- погрузчики ТО-5; ТО-10А; ТО-11; ТО-18;
- станки ударно-вращательного бурения П-31М; СБМК-5;
- гидромониторы ГИ-1; ГМДЦ-2; ГМДЦ-3; ГМРЦ;
- насосы 6МС-7 для воды;
- шламонасосы 3ГР-8; 5ГР-12; 8Ш-8; 8МШ-12 для перекачки пульпы;
- канавокопатели МК-12, Д-716.

Процесс перемещения пород отвалов с помощью бульдозеров в общем комплексе работ является основным, имеет наибольший удельный вес и занимает по продолжительности наибольшее время. Основные технические данные бульдозеров, рекомендуемых для выполнения работ на отвалах шахт и обогатительных фабрик, приведены в табл.6.1.

Разборку отвалов с вывозкой породы за их пределы рекомендуется производить экскаваторами с емкостью ковша от 0,65 до 4,6 $м^3$. Марки экскаваторов и их техническая характеристика приведены в табл.6.2, автосамосвалов для вывозки породы - в табл.6.3. Рекомендуемая грузоподъёмность автосамосвалов от 4 до 27 т. При разборке отвалов объёмом свыше 0,5 млн.$м^3$ рекомендуется применять экскаваторы ЭКГ-4,6Б и автосамосвалы БелАЗ-540.

Таблица 6.I

Техническая характеристика бульдозеров

Параметры	Марка бульдозеров					
	Д-694А	ДЗ-27С (Д-687С)	ДЗ-25 (Д-522)	ДЗ-34С (Д-572С)	ДЗ-60ХЛ	ДЗ-I8
Базовый трактор	Т-I00МБГП	Т-I30Г	Т-I80ГП	ДЗТ-250	Т-330	Т-I00МГП
Номинальное тяговое усилие, т	н.д.	I0	25	25	35	
Тип отвала	Поворот ($0-29^{0}$)	Не повор.	Поворот ($0-30^{0}$)	Не повор.	Поворот ($0-27^{0}$)	Повор.
Длина отвала, мм	3490	3200	4430	4540	5480	3970
Высота отвала, мм	I000	I200	I200	I550	I420	I000
Высота подъёма отвала, мм	I000	940	900	840	I260	I050
Высота опускания отвала, мм	400	550	300	400	690	400
Угол въезда, град.	25	25	20	н.д.	27,5	20
Управление	Гидравлическое					
Масса оборудования бульдозера, кг	I900	2000	3960	3980	6730	I860
Общая масса, кг	8900	I5950	I9500	3I3800	374I0	I3860

Продолжение таблицы 6.1

Параметры	Марка бульдозеров					
	Д-694А	ДЗ-27С (Д-687С)	ДЗ-25 (Д-522)	ДЗ-34С (Д-572С)	ДЗ-60ХЛ	ДЗ-I8
Габариты: длина	5I00	5300	7000	7038	7830	5500
ширина	3490	3200	4430	4540	5480	3970
высота	3900	3065	2825	3I80	3450	3050
Изготовитель			Челябинский тракторный завод		Челябинский тракторный завод	

Техническая характеристика экскаваторов Таблица 6.2

Параметры	Марка экскаватора						
	Э-652Б (ЭО-4III)	ЭО-5I2I[ж]	Э-I00IIД (ЭО-5IIIД)	Э-I252Б (ЭО-6II2Б)	Э-2503ж (Э-2505ЖЖ)	ЭКГ-4,6Б	ЭШ-6/45
Емкость ковша, м³	0,65	2,0(I,6)	I,0	I,25	2,5(3,0)	4,6	6,0
Рабочие размеры, м:							
длина стрелы	5,5	3,7	-	6,8	8,6(I7,5; 25)	I0,5	45
длина рукояти	4,5	2	-	4,9	6,I	7,8	
угол наклона стрелы, град.				45; 60	45; 60 (30; 45)	45; 40; 35; 30	25 ÷ 35
макс.радиус черпания	7,8	9,0 (9,95)	9,2	9,9; 8,7	I2,0; (I7,5; I9,3) II,I (24,3; 27,4)	I4,4	42,5
макс.глубина копания при боковом проходе		4,I3 (6,2)			6,5; 9,3; I2,5; I4		
макс.радиус разгрузки	7,I	-	8,3	8,9; 8,3	I0,8; (I4; I7; I9,3; 9,7; 23,8)	I2,65	43,5
макс.высота черпания	7,9	9,65 (7,93)	9,2	9,3	9	I0,2	I9,5

Продолжение таблицы 6.2

Параметры	Марка экскаватора						
	Э-652Б (Э0-4III)	Э0-5I2I[ж]	Э-I00IIД (Э0-5IIIД)	Э-I252Б (Э0-6II2Б)	Э-2503 Э-2505[жж]	ЭКГ-4,6Б	ЭШ-6/45
Макс.высота разгрузки	5,6	5,05 (5,3I)	6,9	5,I; 6,6	6,4; (I0,5; 9,2) 7,0; (I5,9; I0,3)	6,45	I9,5
Скорость передвижения, км/час	I,7-3,0	2,4	до 2,0	I,5	I,23	0,55	0,48
Продолжительность цикла при повороте на 90°, сек	5,6	20 (24)	I7	20	26	32	42
Тип экскаватора	Дизельн.	Дизельн.	Дизельн.	Дизельн.	Электр.	Электр.	Электр.
Удельное давление на грунт, кг/см^2	0,72-0,8	0,82	0,87	0,88	I,I5	2,2	0,6
Габариты, м:							
длина	4,99	6,2	5,43	5,3	6,6	7,8	I5,9
ширина	2,825	4,I	3,I	3,2	4,29		II,5
высота	3,5	5,9	3,6	4,I8	6,3	5,46	II,45
Масса, т	2I,25	36,0	35,0	42,0	94,0 (88,0)	I95,4	295,0

ж) В скобках приведены параметры экскаватора "обратная механическая лопата"
жж) Экскаватор Э-2505 - драглайн

Таблица 6.3

Техническая характеристика автосамосвалов

Параметры	Марка автосамосвала				
	МоАЗ-503А	КрАЗ-256Б	БелАЗ-540А	ЗИЛ ММЗ-555А	КамАЗ-55II
Руководящий уклон, град.	н/д	н.д	7-8	н/д	н/д
Массовая вместимость, т	8	I2	27	4,5	I0
Вместимость, $м^3$	4				
Мощность двигателя, л.с.	I30 (I80)	240	360	—	I47 (2I0)
Максимальная скорость движения, км/час	75	65	55	8 0	до 80
Миним.радиус разворота, м	7,0	I0,5	8,4	7,0	8,0
Габариты, м:					
длина	5,785	8,I0	7,25	5,475	7,060
ширина	2,60	2,64	3,48	2,420	2,50
высота	2.70	2,83	3,58	2,50	2,63
Масса автомобиля, т	7,I	II,4	48,0	4,5	9,0

Для сбора вод, стекающих с отвалов, сбора и отвода пульпы при гидроразмыве на пониженной части местности вблизи контура отвала прокладываются канавы. Канавы могут проходиться экскаваторами (драглайнами) и канавокопателями. Техническая характеристика канавокопателей МК-I2 и Д-7I6 приведена в табл.6.4.

Таблица 6.4

Техническая характеристика канавокопателей

Параметры	Марка канавокопателя	
	МК-I2	Д-7I6
Производительность за час чистой работы, км	2,9	2,74
Размеры нарезаемого канала, мм		
глубина	400	600
глубина строительная	750	I200
ширина по дну	400	400; 600; 800; I000
ширина по верху	II30	I600
Рабочая скорость, км/час	2 ÷ 3	до 4,0
Заложение откосов	I : I	I : I; I : I,5
Вес (масса), кг	680	I0I6
Агрегатируется с тракторами:	Т-4А; Т-I00МГС	Т-I00МГС

Для подачи воды на отвал к гидромониторам рекомендуется применять центробежный насос 6МС-7, для транспортировки пульпы с целью заполнения провалов или просадок -- шламонасосы 3ГР-8, 5ГР-I2, 8Ш-8 и 8МШ-8. Техническая характеристика насосов приведена в табл.6.5.

Размыв вершин отвалов, понижение и выполаживание склонов до рекомендуемого угла при соответствующих породах рекомендуется производить гидромониторами ГМДЦ-2, ГМДЦ-3 и Ирминец-I (ГИ-I) (табл.6.6).

Таблица 6.5

Техническая характеристика насосов и шламонасосов

Параметры	Марка насоса		
	6МС-7	3ГР-8 (5ГР-12)	8МШ-8 (8Ш-8)
Производительность, $м^3/ч$	175	50 (110-180)	360 (560)
Число рабочих колес, шт.	1; 2; 3; 4	-	-
Напор, м.вод.ст.	43; 86; 129; 172	15 (16 ÷ 20)	35
Скорость вращения вала, об/мин	1475	985	985
КПД, %	70	60 (65)	73 (66)
Потребляемая мощность электродвигателя, кВт	45; 59; 88; 117	-	50 (81)
Высота всасывания, м	5	-	-
Размеры, мм:			
длина	1005; 1125; 1230; 1335	-	1185 (1865)
ширина	- 270; 375; 480	-	860 (1075)
высота	710	-	970
Масса, кг	515; 639; 747; 859	355 (670)	1192 (1740)

Таблица 6.6

Техническая характеристика гидромониторов

Показатели	Тип гидромонитора		
	ГМДЦ-2 (ГМДЦ-3)	Ирминец-I (ГИ-I)	ГМРЦ
Рабочее давление воды, МПа кг/см^2	I0 (I00); I0 (I00)	до I3 (I30)	I00
Расход воды, м^3/час	I50	до I50	I50
Расстояние до пульта управления, м	I0	I0	управление ручное
Диаметр входного отверстия подв. трубы, мм	I00	I00	I00
Диаметр насадок, мм	I8; 20; 22; 25	I3; 20; 22; 25	-
Угол поворота в горизонтальной плоскости, град.	300; (до 2I0)	I30	300
Угол поворота в вертикальн. плоскости:			
вверх	90; (80)	60	90
вниз	I5; (20)	7	I5
Тип насоса маслостанции	Лопастной Г-I2-I3А		-
Габариты гидромонитора, мм	I480x380x640 (I650x450x650)	I680x480x430	I480x380x640
Вес гидромонитора, кг	I35; (I70)	-	95
Общий вес (включая маслостанцию, пульт и шланги)	325; (360)	I08	-

Понижение конических и хребтовых отвалов при бульдозерном способе понижения рекомендуется производить с помощью бульдозеров ДЗ-25, ДЗ-27С, возможно применение ДЗ-I8, Д-694А.

Кроме бульдозеров на понижении возможно использование погрузчиков с ковшом емкостью от I,5 до 3,0 $м^3$ в комплексе с автосамосвалами, а также скреперов Д-375М, ДЗ-IIП, Д-332. Техническая характеристика погрузчиков и автоскреперов приведена в табл. 6.7. и 6.8.

Бурение скважин с целью рыхления спекшихся массивов на перегоревших отвалах рекомендуется производить с помощью самоходных станков ударно-вращательного бурения П-3I М или СБМК-5 (табл.6.9). Дробление отдельных негабаритов и небольших спекшихся масс рекомендуется производить с помощью заглубленных в специально проводимые рукава (углубления) зарядов. Устройство таких рукавов (углублений) можно осуществлять с помощью отбойных молотков и ручных перфораторов, применяемых на шахтах.

Выполаживание и террасирование выположенных откосов отвалов шахт и обогатительных фабрик рекомендуется производить с помощью тех же бульдозеров, что использовались на понижения, однако предпочтение отдается бульдозерам с поворотными лемехами (ДЗ-25, ДЗ-I8, Д-694А) либо террасерам ТР-2А, Т-4 (табл.6.I0).

Выполаживание и террасирование откосов крупных, групповых и центральных плоских породных отвалов рекомендуется производить с помощью шагающих экскаваторов типа ЭШ-6/45, драглайнов Э-2505 с удлиненной стрелой.

По технологии выполаживания откосов, рекомендуемой для шахтных отвалов с помощью бульдозеров, возможно выполаживание и откосов плоских групповых и центральных породных отвалов, однако при этом рекомендуется использовать более мощные бульдозеры на базе тракторов ДЭТ-250 и даже Т-330.

Таблица 6.7

Техническая характеристика скреперов

Параметры	Марка скреперов		
	Д-375М	ДЗ-111П (Д-357П)	Д-332
Тягач	МАЗ-529Е	МоАЗ-546П	БелАЗ-531
Мощность тягача, л.с.	180	215	375
Вместимость ковша, $м^3$:			
геометрическая	8	8	15
с "шапкой"	11	11	18
Ширина захвата ковша, мм	2720	2720	2850
Глубина резания, мм	300	295	350
Размеры, мм:			
длина	10300	11160	12800
ширина	3240	3240	3400
высота	3300	3250	3600
База, м	6,15	7,0	8,20
Управление	Гидравлическое		Электрогидравлическое
Масса скрепера, т	19,0	19,0	31,50

Таблица 6.8

Техническая характеристика погрузчиков

Параметры	Марка погрузчика			
	ТО-II	ТО-I8	ТО-I0А (Д-653А)	ТО-5 (Д-543)
Базовый трактор	К-702	Специальное самоходное шасси	Т-I30ПГ	Д-804ПГ
Производительность, $м^3$/час	II8 ÷ I5I	-	-	I70 ÷ I90
Грузоподъёмность, т	4,0	3,0	4,0	5,0
Напорное усилие, КН (кгс)	-	60 (6000)	I00 (I000)	-
Ширина захвата, мм	2800	-	-	-
Высота разгрузки, мм	3300	2750	3200	3070
Транспортная скорость, км/час	до 40,0	до 40	II,2	I0,9
Габариты, мм:				
длина	8628	7200	6390	7450
ширина	2900	2440	2900	3I40
высота	3535	3I45	3I20	3290
Масса, кг	I6000	I0700	20500	23885

Таблица 6.9

Техническая характеристика станков ударно-вращательного бурения

Параметры	Ц-3IМ	СБМК-5
Диаметр скважины, мм	I05	I05
Глубина бурения, м	25	35
Направление бурения, град.	45-90	I4-I2
Диаметр штанги, мм	63	I09
Осевое усилие, кгс	600	700
Удаление шлама	воздушно-водяной смесью	
Установленная мощность,кВт	2,8	I3,0
Ход станка	Пневмоколесный	Гусеничный с электрическим приводом
Размеры станка в рабочем положении, мм:		
длина	3600	3000
ширина	I600	I850
высота	4560	2300
Масса, т	I,3	3,2

Таблица 6.I0

Техническая характеристика террасеров

Параметры	Марка террасера	
	ТР-2А	Т-4 (Т-44)
Базовый трактор	ДТ-54; ДТ-74	Т-I00МГС; Т-I30
Производительность за час чистой работы, п.м.	I70	30-60
Ширина нарезаемой террасы за один переход,м	2-2,5	2,66
Отвал, мм:		
длина	2270	6750
высота	650	I380
заглубление	250	220
Допускаемая для работы крутизна склона,град.	40	40
Масса, кг	800	I200
Цена, руб.	627	-
Изготовитель	Экспериментальные мастерские НИИЛХ	-

6.I. Расчёт производительности основного технологического оборудования

В основу расчёта производительности оборудования положены "Нормы технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов" и "Единые нормы выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности" [32, 33].

В настоящее время различают теоретическую, техническую, забойную (эффективную) и эксплуатационную производительности оборудования.

Теоретическая производительность - это условная максимальная часовая производительность машины, определенная, исходя из её конструктивных особенностей, при условии непрерывной работы в расчётных условиях.

Техническая производительность - это часовая производительность машины при непрерывной её работе в конкретных горнотехнических условиях, когда фактическое время цикла может отличаться от теоретического за счёт условий работы и совершенства наладки (регулировки) отдельных узлов и механизмов машины.

Забойная или эффективная производительность - это фактическая производительность оборудования за час работы с учётом отклонений от технической производительности за счёт изменения сезонно-климатических условий и совершенства управления машиной оператором. Эффективная производительность определяется по формуле

$$Q_{эфф} = Q_{техн} (K_у \cdot K_{кл}) \quad м^3/чел, \quad (6.I)$$

где $Q_{техн}$ - техническая производительность, $м^3/час$;

$K_у$ $K_{кл}$ - коэффициент управления и коэффициент сезонно-климатических условий (соответственно).

Значение произведения $K_у \cdot K_{кл}$ колеблется от 0,50 до I,0.

Эксплуатационная производительность - это фактическая производительность оборудования с учётом использования его во времени за рабочий промежуток времени, смену, сутки, месяц или год.

Эксплуатационная производительность оборудования определяется по формуле

$$Q_{эксп.} = Q_{эфф} \cdot T_P \cdot K_И \qquad \text{м}^3\text{/смену, сутки и т.д.,} \qquad (6.2)$$

где T_P - рабочий промежуток времени (смена, сутки и т.д.), час;

$K_И$ - коэффициент использования оборудования во времени.

$$K_И = \frac{T_P - t_T - t_{пл} - t_{сп}}{T_P}, \qquad (6.3)$$

где t_T - технологические перерывы в работе, час;

$t_{пл}$ - планируемые перерывы в работе, час;

$t_{сп}$ - случайные перерывы в работе, связанные с показателями надежности оборудования и другими случайными причинами.

6.I.I. Расчёт производительности экскаватора

Теоретическая производительность экскаватора определяется по формуле

$$Q_{тер.} = \frac{3600 \cdot E}{t_{ц.т}} \qquad \text{м}^3\text{/час,} \qquad (6.4)$$

где E - геометрическая емкость ковша экскаватора, м^3;

$t_{ц.т}$ - теоретическое время одного цикла, сек.

Техническая производительность экскаватора определяется по формуле

$$Q_{техн} = Q_{теор} \cdot K_И = \frac{3600 \cdot E \cdot K_Н}{t_{ц.ф} \cdot K_Р} \qquad \text{м}^3\text{/час,} \qquad (6.5)$$

где $t_{ц.ф}$ - фактическое время одного цикла, сек;

$K_Н$ - коэффициент наполнения ковша экскаватора;

$K_Р$ - коэффициент разрыхления породы в ковше экскаватора.

Коэффициенты наполнения и разрыхления породы в ковше экскаватора зависят от физико-механических свойств породы, их категории по экскавации и ряда других факторов.

Категория пород по экскавации приведена в табл.6.II. Отношение коэффициента наполнения ковша к коэффициенту разрыхления породы в ковше, как коэффициент использования ковша ($K_{и.к}$) с учётом категории пород приведено в табл.6.I2.

Таблица 6.II

Классификация пород по трудности экскавации ж)

Категория пород	Петрографическая характеристика пород	Объёмный вес массы в целике, т/м^3	Удельное сопротивление черпанию, кг/см^2	Способ подготовки пород к выемке
I	Торф и растительный грунт	I,0-I,2	0,I6-0,25	без БВР
	песок	I,65	0,3-I,0	
	гравий, галька, щебень	I,75	0,3-I,0	
	алевролиты	I,5	0,3-I,0	
II	Торф и растительный грунт	I,4-I,5	I,25	без БВР
	слабые бурые и каменные угли	I,I5-I,45	I,5	
	тяжелый плотный суглинок	I,75	I,6	
	супеси и суглинок	I,9	I,8	
III	Крепкие бурые и каменные угли	I,5-I,75	I,7	с БВР
	глинисто-углистые сланцы	I,75	2,2	
	известняк разрушенный	I,5-2,2	2,3	
	аргиллит крепкий	I,8-2,2	2,0	
	песчаник глинистый	I,0	2,9	
	алевролиты крепкие	2,2	2,9	

ж) При двойной переэкскавации пород категория понижается на один порядок [34]

Оперативное (фактическое) время цикла экскавации зависит от конструктивных особенностей экскаватора, его модели, квалификационных способностей машиниста, температуры окружающей среды и других факторов. Оно может быть определено в соответствии с табл.6.I3.

Таблица 6.I2

Значение коэффициентов наполнения ковша, разрыхления породы в ковше экскаватора и использования ковша экскаватора

Коэффициенты	Категория пород		
	I	II	III
Коэффициент наполнения, $K_н$	0,9I	0,84	0,70
Коэффициент разрыхления, $K_р$	I,I5	I,25	I,35
Коэффициент использования ковша экскаватора, $K_{и.к}$	0,79	0,67	0,52

Таблица 6.I3

Оперативное время цикла экскавации для различных моделей экскаваторов при погрузке в транспортные сосуды, сек

Показатели	Категория пород	Экскаваторы типа прямая лопата					
		Э-I00IIД	Э-I252Б	Э-652	Э-2503	Э-2505	ЭКГ-4,6
		емкость ковша экскаватора, $м^3$					
		I,0	I,25	0,65	2,50	3,0	4,6
Основное время (продолжительность цикла)	I	2I,7	22,0	20,8	23,0	23,4	25,9
	II	23,9	24,I	22,8	25,5	25,8	28,8
	III	26,2	26,5	25,0	27,8	28,2	3I,9
Вспомогательное время	I	3,4	3,4	3,3	3,5	3,5	3,5
	II	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3
	III	2,6	2,6	2,4	3,0	3,0	3,0
Оперативное время одного цикла	I	25,I	25,4	24,I	26,5	26,9	29,4
	II	27,3	27,5	26,I	28,8	29,I	32,I
	III	28,8	29,I	27,4	30,8	3I,2	34,9

Эффективная производительность экскаватора определяется по формуле 6.I. При этом значения произведения $K_у \cdot K_{кл}$ ориентировочно можно определить по табл.6.I4.

В соответствии с табл.6.I4. можно определить, что наиболее предпочтительным временем для работы экскаваторов является период с апреля по декабрь включительно.

Таблица 6.I4

Значения произведения коэффициентов управления и сезонно-климатических условий для центральных районов Союза

Коэффициент \ Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
$K_у \times K_{кл}$	0,5I2	0,428	0,562	0,693	0,7I6	0,699

Коэффициент \ Месяц	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
$K_у \times K_{кл}$	0,752	0,807	0,865	0,859	0,788	0,674

Сменная эксплуатационная производительность экскаватора определяется по формуле 6.2. При этом рабочий промежуток времени зависит от принятого режима работы и может быть равен 8; 7,2 или 7 часам.

Коэффициент использования экскаватора во времени определяется расчётным путём, исходя из схемы работы экскаватора - непосредственно в отвал (под откос) или с погрузкой в средства транспорта.

Для определения коэффициента использования экскаватора во времени в смену при работе его в отвал (под откос или навал) необходимо определить:

- технологические перерывы в работе $t_т$, которые складываются из:

$t_н$ - времени на ликвидацию негабаритов, час;

$t_{пер}$ - времени перемещения экскаватора по забою (при наличии холостых переходов), час;

$t_{др.т}$ - время на другие технологические перерывы в зависимости от принятой технологии работ, час;

- планируемые перерывы в работе $t_{пл}$, которые складываются из:

$t_{п.з}$ - времени подготовительных и заключительных операций - до 0,5 часа (прием и сдача смены, подготовка машины к работе), час;

$t_{л.н.}$ - время на личные надобности, час (до 0,25 часа);

$t_{отд}$ - время отдыха. Для экипажей экскаваторов с ковшом емкостью до 10 м^3 от 0,3 до 0.5 часа;

$t_{др.пл}$ - время на другие планируемые перерывы в зависимости от принятого режима работ; час;

- случайные перерывы в работе $t_{сл}$, учитываются при наличии данных о показателях надежности работы экскаватора (определяются статистическими методами как отношение интенсивности отказов к интенсивности восстановления).

Таким образом, в общем виде сменная эксплуатационная производительность экскаватора при работе его в отвал (под откос) определится из выражения

$$Q_{эксп.} = Q_{эфф} \cdot T_P \frac{T_P - (t_н + t_{пер} + t_{др.т}) - (t_{п.з} + t_{л.н.} + t_{отд} + t_{др.пл}) - t_{сл}}{T_P}$$

$$= Q_{эфф}(T_P - t_н - t_{пер} - t_{др.т} - t_{п.з} - t_{отд} - t_{сл} - t_{др.лл} - t_{пл}) \quad м^3/см \qquad (6.6)$$

Расчётная сменная (за 8 часов) эксплуатационная производительность различных моделей экскаваторов с учётом категории пород по трудности экскавации приведена в табл.6.9.

При работе экскаватора на транспорт возникает технологическая цепь оборудования "экскаватор-транспорт", работающая как единый комплекс, имеющий свою эксплуатационную производительность. При определении технологических перерывов в работе комплекса "экскаватор-транспорт" следует учитывать время на обмен транспортных средств под экскаватором $t_{об}$ и время на установку их под погрузку $t_у$. Время обмена транспортных средств зависит от их количества в работе и схемы путевого развития. Время установки транспортных средств (автосамосвалов) под погрузку зависит от схемы установки. Так, при тупиковой схеме подачи автосамосвала время установки под погрузку зависит от расстояния движения автосамосвала задним ходом и, в среднем, может быть при-

нято равным 0,2 часа, а при кольцевой схеме сокращается до 0,0I часа. Технологические перерывы в работе комплекса "экскаватор-транспорт" определяются из выражения

$$t_т = t_н + t_{пер} + t_{об} + t_у + t_{др.т} \qquad (6.7)$$

Кроме того, перерывы в работе комплекса "экскаватор-транспорт" определяются ещё и из обеспеченности экскаватора транспортом.

Для полной I00% обеспеченности экскаватора транспортом прежде всего определяется возможное число загруженных транспортных средств (в дальнейшем автосамосвалов) экскаватором за рабочий период (смену).

Для этого из выражения

$$V = \frac{1{,}2 \cdot E_{аб}}{K_р} \qquad (6.8)$$

определяется объём горной массы (в целике), перевозимый одним автосамосвалом,

где V - объём горной массы в автосамосвале (в целике), $м^3$;

1,2 - коэффициент наполнения с "шапкой";

$E_{аб}$ - геометрическая емкость кузова автосамосвала, $м^3$.

Объём горной массы в различных типах автосамосвалов с учётом категории пород приведен в табл.6.I5.

Таблица 6.I5

Объём горной массы в одном автосамосвале

Тип автосамосвала	Грузоподъёмность, т	Емкость сосуда, $м^3$		Объём горной массы по категориям пород, приведенный к целику, $м^3$		
		геометр.	с "шапкой"	I	II	III
ЗиЛ ММЗ-555А	4,5	3,5	4,2	2,8	2,5	2,25
МОЗ-503А	8,0	5,I	6,I	5,0	4,4	4,0
КрАЗ-256Б	I2	8,0	9,6	7,5	6,7	6,0
БелАЗ-540	27	I5,3	I8,3	I5,9	I4,6	I3,5

Найденное значение объёма горной массы проверяется по грузоподъёмности автосамосвала

$$V_0 \cdot \gamma \leq q_a \quad , \qquad (6.9)$$

где γ – объёмный вес горной массы в целике, т/м^3;
q_a – грузоподъёмность автосамосвала, т.

Число ковшей, погружаемых экскаватором в один автосамосвал, определяется по формуле

$$n_к = \frac{V}{E \cdot K_{и.к}} \quad , \qquad \text{ковшей,} \quad (6.10)$$

где E – емкость ковша экскаватора, м^3;
$K_{и.к}$ – коэффициент использования ковша экскаватора из табл.6.12.

Объём горной массы в одном ковше экскаватора определяется согласно табл.6.16.

При определении количества ковшей дробные числа округляются в сторону ближайшего целого числа (см.табл.6.17).

Время погрузки одного автосамосвала $T_{пА}$ определяется из выражения

$$T_{пА} = \frac{t_{ц.ф.}}{60} n_к \quad , \qquad \text{мин,} \quad (6.11)$$

где $t_{цф}$ – фактическое (оперативное) время цикла экскаватора при погрузке в автотранспорт, определенное по табл.6.13.

Таблица 6.I6

Объем горной массы в одном ковше (в целике), $м^3$

Категория пород	Тип экскаватора					
	Э-I00IIД	Э-I252Б	Э-652	Э-2503	Э-2505	ЭКГ-4,6Б
I	0,9I	I,I4	0,6	2,5	2,7	4,I9
II	0,84	I,05	0,55	I,9	2,I	3,86
III	0,70	0,87	0,45	I,57	I,75	3,22

Таблица 6.I7

Число ковшей, погружаемых в один автосамосвал

Экскаватор	Емкость ковша, $м^3$	Категория пород	Тип автосамосвала (грузоподъемность, т)			
			ЗиЛ ММЗ-555А (4,5)	МАЗ-503А (8,0)	КрАЗ-256Б (I2)	БелАЗ-540 (27)
Э-I00IIД	I,0	I	3	6	8	-
		II	3	6	8	-
		III	4	6	9	-
Э-I252Б	I,25	I	3	5	7	-
		II	3	4	7	-
		III	3	4	7	-
Э-652	0,65	I	5	8	I2	-
		II	5	8	I2	-
		III	5	9	I3	-
Э-2503	2,5	I	-	3	4	-
		II	-	3	4	-
		III	-	3	4	-
Э-2505	3,0	I	-	2	3	7
		II	-	2	3	7
		III	-	2	4	8
ЭКГ-4,6Б	4,6	I	-	-	-	4
		II	-	-	-	4
		III	-	-	-	4

Результаты расчёта времени погрузки автосамосвалов различной грузоподъёмности приведены в табл.6.I8.

Таблица 6.I8

Время погрузки транспортного сосуда, $T_{п.а.}$, мин.

Экскаватор	Емкость ковша, м³	Категория пород	Тип автосамосвала (грузоподъёмность, т)			
			ЗиЛ ММЗ-555А (4,5)	МАЗ-503А (8,0)	КрАЗ-256Б (I2)	БелАЗ-540 (27)
Э-I00IIД	I,0	I	I,25	2,5I	3,35	-
		II	I,36	2,73	3,64	-
		III	I,92	2,88	4,32	-
Э-I252Б	I,25	I	I,27	2,I2	2,96	-
		II	I,37	I,83	3,20	-
		III	I,45	I,94	3,40	-
Э-652	0,65	I	2,0	3,2I	4,82	-
		II	2,I7	3,48	5,22	-
		III	2,28	4,II	5,94	-
Э-2503	2,5	I	-	I,32	I,76	-
		II	-	I,44	I,82	-
		III	-	I,54	2,05	-
Э-2505	3,0	I	-	0,89	I,34	3,I3
		II	-	0,97	I,45	3,39
		III	-	I,04	2,08	4,I6
ЭКГ-4,6Б	4,6	I	-	-	-	I,96
		II	-	-	-	2,I4
		III	-	-	-	2,32

Возможное количество автосамосвалов, загружаемых экскаватором в смену, определяется из выражения

$$n_{:00\%} = \frac{T_{р} - t_{н} - t_{пер} - t_{об} - t_{у} - t_{др.т} - t_{п.з} - t_{п.н.} - t_{отд.} - t_{сл} - t_{др.пл.}}{60 \cdot T_{па}}, \text{ шт.} \quad (6.I2)$$

При 100% загрузке экскаватора транспортом сменная эксплуатационная производительность комплекса "экскаватор-транспорт" определится из выражения

$$Q_{см.экспл.}^{к\cdot 100\%} = V_0 \cdot n_{100\%} \quad , м^3/см, \qquad (6.13)$$

где V_0 – объём горной массы, перевозимой автосамосвалами (транспортным сосудом) за одну поездку, $м^3$.

Для определения фактической производительности комплекса "экскаватор-транспорт" с учётом обеспеченности его транспортом в формулу 6.6. вводится коэффициент обеспеченности транспортом и соответствующие технологические перерывы в работе из формулы 6.7.

$$K_{об} = \frac{n_ф}{n_{100\%}} , \qquad (6.14)$$

где $n_ф$ – фактическое количество автосамосвалов, обслуживающих комплекс, шт.

При этом следует иметь в виду, что фактическая производительность комплекса "экскаватор-транспорт" не может превышать $Q_{см.экспл.}^{к\cdot 100\%}$ при $n_ф \geqslant n_{100\%}$.

В табл.6.19. приведены расчётные показатели сменной эксплуатационной производительности рекомендуемых комплексов "экскаватор-автосамосвал", полученные по вышеприведенной методике.

При определении суточной, месячной и годовой производительности экскаватора или комплекса "экскаватор-транспорт" в расчёте рабочего времени следует учитывать: принятое режимом работы количество смен в сутки, а в месяце и году – количество рабочих суток, исключая из расчётного времени выходные и праздничные дни; необходимые затраты времени на проведение профилактических, планово-предупредительных, текущих и других ремонтов, продолжительность и периодичность которых определяется в конкретных условиях графиком проведения этих мероприятий.

Таблица 6.I9

Расчётная эксплуатационная производительность комплекса "экскаватор-автосамосвал" ($Q_{см\ экспл.}$), $м^3$/смену

Тип экскаватора	Емкость ковша, $м^3$	Категория пород	Тип автосамосвалов			
			ЗиЛ ММЗ-555А	МАЗ-503А	КрАЗ-256Б	БелАЗ-540
Э-I00II Д	I	I	765	844	844	-
		II	657	722	722	-
		III	548	574	578	-
Э-652	0,65	I	565	592	596	-
		II	483	505	509	-
		III	378	396	400	-
Э-I252Б	I,25	I	944	I022	I03I	-
		II	8I7	857	887	-
		III	648	674	696	-
Э-2503	2,5	I	-	I649	I648	-
		II	-	I422	I422	-
		III	-	II09	III4	-
Э-2505	3,0	I	-	I657	I70I	I90I
		II	-	I435	I479	I640
		III	-	II35	I227	I305
ЭКГ-4,6Б	4,6	I	-	-	-	2756
		II	-	-	-	22I7
		III	-	-	-	I874

При необходимости перемещения экскаваторов из одного места работы в другое - время перемещения также должно учитываться в расчёте рабочего времени.

Расчёт сменной эксплуатационной производительности погрузчиков и комплекса "погрузчик-автосамосвал" выполняется по вышеприведенной методике.

6.I.2. Расчёт производительности бульдозера

Производительность бульдозера определяется на той же методической основе, что и экскаватора или технологического комплекса "экскаватор-транспорт". При этом в расчётах исхо-

дятиз того, что теоретическая производительность бульдозера при сталкивании породы под откос равна

$$Q_{б.теор.} = \frac{60 \cdot V_в}{t_ц}, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (6.15)$$

где $V_в$ – объём призмы волочения (в плотном теле), м^3;
$t_ц$ – теоретическая продолжительность рабочего цикла бульдозера, мин.

$$V_в = 0{,}5 \cdot \ell \cdot h_б \cdot a_{пр}, \text{ м}^3, \quad (6.16)$$

где ℓ – длина отвала бульдозера, м;
$h_б$ – высота отвала бульдозера, м;
$a_{пр}$ – ширина призмы волочения, м.

$$a_{пр} = \frac{h_б}{tg\alpha}, \text{ м}, \quad (6.17)$$

где α – угол естественного откоса разрыхленной породы, перемещаемой бульдозером, град.

$$t_ц = \frac{L_н}{V_1} + \frac{L_п}{V_2} + \frac{L_н + L_п}{V_3} + t_c + t_o, \text{ мин}, \quad (6.18)$$

где $t_н$ и $t_п$ – соответственно длина пути набора породы бульдозером и расстояние её перемещения, м;
V_1 и V_2 – скорость движения бульдозера соответственно при наборе и перемещении породы, м/мин;
V_3 – скорость холостого хода бульдозера, м/мин;
t_c и t_o – соответственно время на переключение скоростей и опускание отвала, мин.

Техническая производительность бульдозера при сталкивании породы под откос определяется с учётом коэффициентов наполнения лемеха, разрыхления породы и фактического времени цикла

$$Q_{б.техн.} = Q_{б.теор} \cdot \frac{K_н}{K_р} = \frac{60 \cdot V_в \cdot K_н}{t_{ц.ф} \cdot K_р}, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (6.19)$$

Коэффициент наполнения лемеха находится в пределах I,I-I,3.

Коэффициент разрыхления породы при перемещении её бульдозером имеет значения от 0,75 до 0,9.

Эффективная производительность бульдозера при сталкивании породы под откос учитывает характер забоя и определяется по формуле

$$Q_{б.эфф} = Q_{б\,техн} \cdot a_п = \frac{60 \cdot V_в \, K_п \, a_п \, K_{укл}}{t_{цф} \cdot K_р}, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (6.20)$$

где $a_п$ – коэффициент, учитывающий потери породы при её транспортировании, определяется по формуле

$$a_п = I - (0{,}008 + 0{,}004) \cdot L_п , \quad (6.2I)$$

где 0,008 и 0,004 – эмпирические коэффициенты, учитывающие плотность и влажность разрабатываемой породы (большее значение соответствует рыхлым, сухим, а меньшее – плотным и влажным породам);

$K_{укл}$ – коэффициент, учитывающий уклон на участке работы бульдозера. Он может приниматься по табл.6.20.

Таблица 6.20

Значения коэффициента $K_{укл}$ в зависимости от дальности транспортирования и уклона

Дальность транспортирования, м	Значения коэффициента			
	горизонтальный участок	работа под уклон в 5^0	работа под уклон в 10^0	работа под уклон в 20^0
I5	I,0	I,I0	I,80	2,50
30	0,6	0,6	I,I0	I,60
65	0,3	0,45	0,60	0,90
I00	0,2	0,26	0,36	0,55

Эксплуатационная производительность бульдозера при сталкивании породы под откос учитывает время работы бульдозера и определяется по формуле

$$Q_{б.экспл.} = Q_{б.эфф} \cdot T_р \cdot K_и \quad , \text{м}^3 \text{ в смену, сутки, месяц,} \qquad (6.22)$$

где $T_р$ – рабочий промежуток времени (смена, сутки и т.д.), час;

$K_и$ – коэффициент использования бульдозера во времени, который для бульдозера определяется так же, как и для экскаватора по формуле 6.3.

При определении технологических перерывов в работе бульдозера $t_т$ следует учитывать время на необходимые технологические операции, не входящие непосредственно в цикл по перемещению грунта, как-то: устройство подъездной дороги к месту работы, площадки для маневров и т.п.

В планируемые перерывы в работе бульдозера, кроме перечисленных в разделе 6.I.3 , следует включать время на заправку бульдозера и на переезд к месту работы, так как зачастую заправка бульдозера, осмотр его технического состояния и пересмена осуществляются на соответствующей стоянке (базе), иногда удаленной от места работы на значительное расстояние.

Эксплуатационная производительность бульдозера на планировочных работах определяется по формуле

$$Q_{б.экспл} = \frac{3600 L_у (\ell \cdot \sin\alpha_у - \ell)}{n_{пр}\left(\frac{L_у}{V_у} - t_{раз}\right)} T_р \cdot K_и \text{ , м}^2, \qquad (6.23)$$

где $L_у$ – длина планируемого участка, м;

$\alpha_у$ – угол установки отвала бульдозера относительно оси его движения (0 ÷ 27°), град.;

ℓ – ширина перекрытия смежных проходов, м;

$n_{пр}$ – число проходов бульдозера по одному месту;

$V_у$ – средняя скорость движения бульдозера при планировке, м/сек;

$t_{раз}$ время разворота бульдозера, сек.

Величины, входящие в формулы 6.I8 и 6.23 , являются нормативными, рассчитанными на основании хронометражных наблюдений [33] и представлены в табл.6.2I.

Таблица 6.2I

Значения величин, определяющих время цикла для различных грунтов и мощности трактора

Наименование грунта	Мощность трактора, л.с.	Элементы					
		$L_н$	V_1	V_2	V_3	t_c+t_o	$t_{раз}$
Растительный	75	4	I,I	I,5	2,0	9	I0
слой, песчани-	I00	5	I,0	I,5	2,I	9	I0
ки, суглинки	300	9	I,0	I,5-2,0	2,0	9	I0
Глина, гравий,	75	6	I,I	I,5	I,5-2,0	9	I0
щебень, дресва	I00	7	0,6	I,5	I,5-2,I	9	I0
	300	I2	I,0	I,5	I,5-2,0	9	I0
Скальные поро-	I00	I0	0,6	0,6	I,0	6	I0
ды (разрыхлен-	I70	I3	0,6	0,6	I,0	6	I0
ные)	300	I7	0,65	0,65	I,0	6	I0

Для условий Подмосковного угольного бассейна рассчитанная по приведенной методике производительность, при длине транспортирования до 50 м и 8 часовой рабочей смене составляет для бульдозера: ДЗ-I8 - 345 $м^3$/смену; ДЗ-27 - 360 $м^3$/смену; Д-694А - 304 $м^3$/смену; ДЗ-25 - 509 $м^3$/смену.

Приведенными в разделе 6.I.I показателями эксплуатационной производительности экскаваторов и бульдозеров можно ориентировочно пользоваться как нормативными. Однако, в конкретных условиях их следует проверить расчётом и, при необходимости, ввести соответствующие поправки.

6.I.3. Расчёт производительности скрепера

Производительность скрепера определяется по аналогии с соответствующей производительностью экскаватора и бульдозера. При этом эксплуатационная производительность скрепера определяется по формуле

$$Q_{СКР.ЭКСПЛ.} = \frac{E_{СКР.} \cdot K_Н}{t_Ц \cdot K_Р} T_Р \cdot K_П \text{, м}^3 \text{ за рабочий период,} \qquad (6.24)$$

где $E_{СКР}$ - емкость ковша скрепера, м^3.

Значения коэффициентов наполнения ($K_Н$) и разрыхления ($K_Р$) приведены в табл.6.22.

Таблица 6.22

Значение коэффициентов $K_Н$ и $K_Р$

Наименование грунта	Влажность, %	$K_Р$	$K_Н$
Песок: сухой	-	I,I	0,6-0,7
влажный	I2-I5	I,I5	0,7-0,9
Растительный грунт	I0	I,2-I,25	I,I-I,2
Суглинок	-	I,2-I,25	I,I-I,2
Глина	-	I,25-I,3	I,0-I,4

Продолжительность одного цикла работы скрепера определяется по формуле

$$t_Ц = \frac{\frac{\ell_{РЕЗ}}{V_{РЕЗ}} + \frac{\ell_{ТР}}{V_{ТР}} + \frac{\ell_{РАЗ}}{V_{РАЗ}} + \frac{\ell_{ХОА}}{V_{ХОА}} + t_{ПЕР} + 2t_{РАЗ}}{3600} \text{,}$$

час (6.25)

Длина пути наполнения ковша скрепера

$$\ell_{РАЗ} = \frac{E_{СКР.} \cdot K_И \cdot K_Н}{0,7 \cdot \Delta\ell \cdot \Delta h \cdot K_Р} \text{, м} \qquad (6.26)$$

Геометрическая емкость ковша скрепера $E_{СКР}$ берется согласно технической характеристике.

Потери при наполнении ковша учитываются коэффициентом потерь $K_П$ = I,2.

Глубина резания (Δh) при заданной ширине полосы срезаемого слоя породы ($\Delta \ell$) определяется опытными проходами. Неравномерность толщины стружки учитывается в формуле коэффициентом 0,7.

Длина пути разгрузки скрепера

$$\ell_{раз} = \frac{E_{скр} \quad K_{п}}{\Delta \ell \cdot \Delta h}, \text{ м} \qquad (6.27)$$

Время переключения скоростей ($t_{пер}$) для автомобильных тягачей принимается равным $t_{пер}$ = 6с, время разворота $t_{раз}$ = I5с [35] .

Значения рассчитываемых величин для рекомендуемых скреперов приведены в табл.6.23.

Таблица 6.23

Значения расчётных величин

Марка скрепера	Параметр									
	$E_{скр}$	$\Delta \ell$	Δh	$V_{рез}$	$V_{тр}$	$\Delta h'$	$V_{раз}$	$V_{хол}$	$t_{пер}$	$t_{р}$
Д-375М	8	2,72	0,I5-0,3	0,6	4,0-5,5	0,5	3-4	5,5-7	6	I5
Д-392	I5	2,85	0,2-0,35	0,6	4,0-5,5	0,5	3-4	5,5-7	6	I5

Коэффициент использования скрепера во времени определяется расчётным путём с учётом планируемых, технологических и случайных перерывов в работе по вышеприведенной методике (разд.6.I.I и 6.I.2).

6.I.4. Расчёт производительности гидромонитора

Расчёт производительности гидромониторов сводится к определению размывающей способности струи, водопроизводительности и производительности монитора по породе [30, 34]

Водопроизводительность (расход) $Q_{б.г}$ гидромонитора определяется по формуле

$$Q_{б.г} = \mu F \sqrt{2q \cdot H_{т}}, \text{ м}^3/\text{с}, \qquad (6.28)$$

где μ - коэффициент расхода, μ = 0,90 + 0,93;

F - площадь поперечного сечения насадки, $м^2$;

q - ускорение свободного падения, м/с^2;
$H_т$ - напор воды у насадки, м.вод.ст.

Определив согласно табл.6.24 группу грунтов, к которой относятся породы отвала, по табл.6.25 определяется требуемый напор для их разрушения. Затем, задавшись диаметром насадки, определяем производительность гидромонитора по воде, после чего окончательно выбирается тип гидромонитора.

Дальность полета струи, если пренебречь сопротивлением воздуха, определяется выражением

$$\ell_{max} = 2\varphi^2_{ист} \cdot H_т \cdot \sin 2\theta \quad , м, \qquad (6.29)$$

где ℓ_{max} - максимальная дальность полета струи гидромонитора, м;
$\varphi_{ист}$ - 0,96-0,98 - коэффициент скорости истечения воды из насадки;
θ - угол наклона струи к горизонту.

Благоприятное расстояние расположения гидромонитора от забоя определяется по формуле

$$\ell_{бл} = 0,3 \cdot \ell_{max} \quad , м, \qquad (6.30)$$

где $\ell_{бл}$ - благоприятное расстояние расположения гидромонитора от забоя ($\ell_{бл} > H_{забоя}$), м.

Производительность гидромонитора по грунту

$$Q_г = \frac{3600 \cdot Q_{б.г.}}{q_{уд.л.}} \quad , м^3/ч, \qquad (6.31)$$

где $q_{уд.л.}$ - удельный расход воды, необходимый для размыва и транспортирования I м^3 грунта, определяется согласно табл.6.25. (ЕНиР 2-2,1969 г.).

Водоснабжение гидромонитора может быть прямоточным (вода используется один раз) или оборотным (вода после осветления в отстойнике на гидроотвалах используется вторично).

Таблица 6.24

Классификация грунтов по трудности разработки гидромониторами

Группа грунтов	Грунты	Гранулометрическая характеристика грунтов (размер частиц, мм и количество их по весу), %						
		глинистых менее 0,005	пылеватых 0,005-0,25	песчаных мелких 0,05-0,25	песчаных средних 0,25-0,5	песчаных крупных 0,5-2,0	гравийных 2-40	галечных 40-60
I	Грунты предварительно разрыхленные, неслежавшиеся	до 40	не регламентируется			до 50	-	-
II	Пески мелкозернистые	до 3	до 15	более 50	до 50		до 1	-
	пески пылеватые		не реглам.					
	супеси легкие	3-6	до 7	не регламен.				-
	лесс рыхлый	до 8						
	торф разложившийся	не регламентируется					-	-
III	пески среднезернистые	до 3	не реглам.		более 50	до 50	до 50	-
	пески разнозернистые		15-50	до 50				
	супеси средние	6-10	не реглам.					
	суглинки легкие	до 15	до 70	не реглам.				
IУ	пески крупнозернистые	до 3	не регламентируется			более 50	5-15	-
	суглинки тяжелые	6-10						
	суглинки средние и тяжелые	15-30	не регламентируется			до 10	-	
	грунты текучие, тощие	до 40						
	песчано-гравийные грунты	до 5				до 25		
У	глины полужирные	40-50				до 15		
УI	песчано-гравийные грунты	до 5				до 40		
	глины полужирные	50-60				до 15		

Таблица 6.25

Группы грунтов отвалов по трудности разработки и параметры гидромеханизации для их разработки

Группа грунтов по трудности разработки	Наименование грунтов	Высота забоя, м								
		3-5			5-15			более 15		
		удельный расход воды, м³	напор воды, м.вод.ст.	наименьший допустим. уклон забоя, %	удельный расход воды, м³	напор воды, м.вод ст.	наименьший допустим. уклон забоя, %	удельный расход воды, м³	напор воды, м. вод. ст.	наименьший допустим уклон забоя, %
I.	Грунты предварительно разрыхленные, неслежавшиеся	5	30	2,5	4,5	40	3,5	3,5	50	4,5
II.	Пески мелкозернистые		30	2,5		40	3,5		50	4,5
	Пески пылеватые		30	2,5		40	3,5		50	4,5
	Супеси легкие	6	30	1,5	5,4	40	2,5	4	50	3,0
III.	Пески среднезернистые		30	3		40	4		50	5
	Пески разнозернистые		30	3		40	4		50	5
	Супеси средние	7	40	1,5	6,3	50	2,5	5	60	3
	Суглинки легкие		50	1,5		60	2,5		70	3

-30-

Продолжение таблицы 6.25

Группа грунтов по трудности разработки	Наименование грунтов	Высота забоя, м								
		3-5			5-I5			более I5		
		удельный расход воды, м³	напор воды, м.вод.ст.	наименьший допустим. уклон забоя, %	удельный расход воды, м³	напор воды, м. вод. ст.	наименьший допустим. уклон забоя, %	удельный расход воды, м³	напор воды, м. вод. ст.	наименьший допустим. уклон забоя, %
IУ.	Пески крупнозернистые		30	4		40	5		50	6
	Супеси тяжелые		50	I,5		60	2,5		70	3
	Суглинки тяжелые и средние	9	50	I,5	8,I	80	2,5	7	90	3
У.	Песчано-гравийные грунты	I2	40	5	I0,8	50	6	9	60	7

Примечание: Нормы выработки для предварительно разрыхленных пород, к которым относятся и породы отвалов, увеличивать на I0% [30]

Прямоточной системе водоснабжения должно удовлетворять условие

$$Д \geq q_{уд1} \cdot Q_г + \Sigma q_п \quad , м^3/ч, (6.32)$$

где $\Sigma q_п$ - суммарные потери воды, $м^3/ч$.

Суммарные потери воды слагаются из потерь: в забое, в водотоках, на испарение и на фильтрацию в водохранилище. Для ориентировочных расчётов можно воспользоваться формулой

$$\Sigma q_п = 0,01 \cdot Q_г \cdot q_{удл} \cdot \delta \quad , м^3/ч, \quad (6.33)$$

где δ - потери воды, %. Для связанных грунтов δ = 15-20%, для несвязных δ = 10% [34].

При отсутствии водоисточника, удовлетворяющего приведенному условию, организуется оборотное водоснабжение, при котором необходимо иметь водоисточник для подпитки с расходом воды

$$Д \geq \Sigma q_п \quad , м^3/ч, \quad (6.34)$$

где $Д$ - часовой расход воды водоисточника, $м^3/ч$.

Ориентировочно при расчётах и проектировании способа гидроразмыва пород отвалов можно пользоваться данными, приведенными в табл.6.26.

Таблица 6.26

Оптимальные параметры гидромеханизированной разработки пород

Группа	Грунты	Степень трудности гидроразмыва	Удельный расход воды, $м^3/м^3$		Удельное давление струи	
			от-до	средний	$н/м^2$	$кг/см^2$
П	Суглинок легкий рыхлый	легкая	2,4-3,2	2,8	$6,18 \cdot 10^4$	0,63
Ш	Суглинок легкий	средняя	4,3-5,0	4,7	$22 \cdot 10^4$	2,25
IУ	Суглинок плотный	тяжелая	5,8-6,0	5,9	$38,3 \cdot 10^4$	3,9
У	Глина с гравием (песчанистая)	очень тяжелая	6,5-6,8	6,4	$57,8 \cdot 10^4$	5,80

Приведенные оптимальные удельные давления струи обеспечивают максимальную производительность гидромонитора и соответствующие удельные расходы воды для связанных пород.

При расчётах производительности гидромониторов следует руководствоваться указаниями ЕНиР на строительные и монтажные работы, 1960 г. [37] . Если при разработке гидромониторами отвалов встречаются спекшиеся массы, следует пользоваться поправочными коэффициентами согласно ЕНиР [36] .

Таблица 6.27

Коэффициент λ по ЕНиР

Условия работы	Значения коэффициента
В основании яруса залегают спекшиеся массы, валуны, на подрезку которых удельный расход отличается от средневзвешенного по забою, следует вводить коэффициенты:	
превосходит на 15%	0,85
менее 15%	1,15
При разработке яруса с включениями спекшихся масс, крепежного леса, валунами вводить коэффициенты:	
при наличии включений до 10%	0,85
при наличии включений от 10 до 15%	0,80

Коэффициент использования установки во времени рекомендуется принимать равным 0,85-0,90.

Поток пульпы, стекающий со склонов отвала, поступает в пруд-отстойник приемника-гидроотвала со скоростью

$$V_{отк} = \frac{Q_п}{B_з \cdot H_{пр.о} \cdot L_{отс}}, \text{ м/ч}, \qquad (6.35)$$

где $Q_п$ – производительность гидромонитора по пульпе, $м^3/ч$;

$H_{пр.о}$ – глубина пруда-отстойника, м;

$L_{отс}$ – длина пруда-отстойника, м;

$B_з$ – ширина фронта входа пульпы в приемник-гидроотвал, м.

Производительность по пульпе (Q), исходя из удельного расхода воды гидромонитором ($q_{уд.}$) как правило превышает производительность по твердому веществу в 2,8-6,4 раза.

Водоснабжение гидромониторов осуществляется центробежными насосами типа 6МС-7. В зависимости от требуемого напора могут быть установлены I-2 или 3 рабочих колеса. В случае оборотного водоснабжения насос может быть установлен на плавучей насосной станции в пруде-отстойнике.

Гидроотвалы необходимо располагать на площадях, непригодных или малопригодных для сельского хозяйства: балках, оврагах, в выработанных пространствах, на заболоченных участках. Наилучшим уклоном основания гидроотвала считается уклон 0,03% [35] .

Гидроотвал оконтуривается дамбой обвалования (на равнинных участках) или отсыпается упорная дамба при расположении отвала в логу, овраге. Дамба должна иметь ширину по гребню не менее I,0-I,5 м и откосы, соответствующие углу естественного откоса.

Сооружается дамба с применением бульдозеров, экскаваторов или скреперов.

Высота дамбы определяется, исходя из расчётной емкости гидроотвала с учётом коэффициента усадки: для глинистых грунтов I,I5-I,2, супесей I-I,45, песков и песчано-гравийных смесей I,05-I,I [35] .

Для сброса излишней отработанной воды из гидроотвала устраиваются водосбросные устройства. Через эти же устройства сбрасываются паводковые и ливневые воды, стекающие в гидроотвал.

Водосбросными устройствами являются колодцы шандорного типа.

6.I.5. Расчёт параметров буровзрывных работ

Иногда породы отвалов образуют спекшиеся массы или отдельные негабариты. Это затрудняет или ведет к остановке работ по рекультивации отвалов.

Опыт работ в ряде бассейнов показывает, что спекшиеся массы и отдельные негабариты можно дробить специальным навесным оборудованием к экскаваторам или бульдозерам. Там, где такое оборудование отсутствует или не обеспечивает нужного эффекта, применяют буровзрывной способ дробления с помощью заглубленных зарядов, а отдельные небольшие негабариты с помощью накладных зарядов.

Бурение скважин при сплошных спекшихся массах рекомендуется производить с помощью самоходных буровых станков СБМК-5 или П-3IМ, а шпуров или "рукавов" - с помощью ручных перфораторов или отбойных молотков. Шпуры бурятся там, где температура пород ниже 80^{0}, скважины и "рукава" - при температуре пород выше 80^{0}. Размер "рукавов" выбирается с учётом помещения заряда в изолирующей оболочке.

Рекомендуемый диаметр скважин I05 мм ж). Скважины располагаются параллельно кромке уступа в один или несколько рядов. Расстояние между рядами 2-3 м. Взрывание только сотрясательное. Техническая характеристика станков приведена в табл.6.9.

Взрывание накладными и заглубленными зарядами производится только по проектам, в которых обязательно приводятся расчёты и описывается схема расположения скважин, вес зарядов и их конструкций, схема взрывания, опасная зона, указываются меры безопасности при проведении взрывных работ. Работы производятся в соответствии с "ЕПБ при взрывных работах" [3, 4I].

При расчёте взрывных работ определяются:

Вес заряда по формуле

$$З = q_{уд} \cdot 2 \cdot R^{2}_{н.с.} \quad , кг, \qquad (6.36)$$

где $q_{уд}$ - удельный расход ВВ на I $м^3$ взрываемого объёма породы, $кг/м^3$;

$R_{н.с.}$ - линия наименьшего сопротивления, м.

ж) Диаметр скважины, равный I05 мм, принят, исходя из условия помещения заряда ВВ в асбестоцементную трубу при условии, что температура пород в забое скважины более 80^{0}С

Ориентировочно удельный расход ВВ при рыхлении спекшихся масс и негабаритов можно принимать согласно классификации пород по взрываемости в целике (табл.6.28) [40] .

Таблица 6.28

Классификация пород по взрываемости

Категория пород	Горные породы	Характеристика пород		Удельный расход ВВ, кг/м^3
		объёмный вес, т/м^3	коэффициент крепости пород по Протодьяконову	
I	Аргиллиты и алевролиты, глинистые и углистые сланцы, выветрелые и слабовыветрелые	2,I-2,4	2-5	0,I
II	Песчаники на глинистом цементе с густой сетью трещин	2,I-2,4	2-5	0,2
III	Аргиллиты и алевролиты плотные со слабо выраженной трещиноватостью	2,4-2,5	5-7	0,25

Примечание: Удельный расход ВВ, определенный в соответствии с характеристикой пород отвалов, следует брать на категорию выше, т.е. для III - II, для II - I.

Размеры безопасной зоны, в которой взрывная волна не наносит разрушений по формулам:

а) для накладных зарядов

$$r_б = K_б\sqrt[3]{3} \quad , м; \qquad (6.37)$$

б) для заглубленных зарядов

$$r_б = k_б \cdot \sqrt{3} \quad , м, \qquad (6.38)$$

где $K_б$ и $k_б$ - коэффициенты пропорциональности (табл.6.29) в зависимости ст вида заряда.

Таблица 6.29

Значения коэффициентов K_{β} и k_{β} для расчёта расстояний, безопасных по действию воздушной волны от взрыва

Степень безопасности	Возможные повреждения	Открытый заряд			Заряд, углубленный на свою высоту		
		З	$k_{в}$	$K_{в}$	З	$k_{в}$	$K_{в}$
I.	Отсутствие повреждений	I0 I0	50-I50 -	- 400	20 20	20-50 -	- 200
2.	Случайные повреждения застекления	I0 I0	I0-30 -	- I00	20 20	5-I2 -	- 50
3.	Полное разрушение застекления. Частичное разрушение рам, дверей, нарушение штукатурки	I0 I0	5-8 -	- 30-50	- -	- 2-4	- -

Безопасная для человека зона по действию ударной воздушной волны определяется по формуле

$$r_{min} = I5\sqrt[3]{З} \quad , м \qquad (6.39)$$

Перед заряжением в шпурах замеряется температура. При температуре в шпурах менее 80°С патроны-боевики и заряд составляются из обыкновенных патронированных ВВ марки 6ЖВ.

Для шпуров, температура в которых более 80°, заряд помещается в асбоцементную трубу диаметром до I00 мм. Труба с обоих концов закрывается пробками.

Количество одновременно заряжаемых шпуров в один прием не должно превышать пяти при температуре пород до 80°С и двух - при температуре 80-200°С [3].

Обеспечение условия максимального использования энергии взрыва достигается необходимой величиной заряда и соответствующей величиной забойки. То и другое корректируется при опытном взрывании и является подтверждающими материалами для паспортов буровзрывных работ.

6.2. Методика выбора комплекса (системы) машин и механизмов для технической рекультивации

Эффективность работ по технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик зависит как от правильного выбора технологической схемы, высокой организации работ, так и оптимального подбора соответствующего комплекса (системы) машин и механизмов для её осуществления и их эффективного использования.

Под комплексом (системой) машин понимается набор оборудования, машин и механизмов, который обеспечивает механизацию всех технологических и вспомогательных работ и операций.

В общем виде комплекс (система) машин и механизмов для технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик может быть представлен схемой (рис.6.I) и выражением

$$C_i = \sum_{i=1}^{i} (M_i) \qquad (6.40)$$

где C_i – система машин и механизмов;

M_i – машины и механизмы для выполнения i-х работ и операций (устройства подъездных дорог, нарезке въездов и террас, снятию вершины, выполаживанию склонов, транспортировке материалов и оборудования и т.п.), шт.

Из представленной схемы видно, что для выполнения одних и тех же работ (операций) могут использоваться различные машины и механизмы, поэтому выбор комплекса (системы) машин и механизмов для технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик рекомендуется производить в последовательности:

- на основании установленного направления рекультивации отвала и его конечных параметров составляется перечень работ (операций) по технической рекультивации;
- по методикам приведенным в разд.5 определяются объёмы работ по элементам технической рекультивации;
- по схеме (рис.6.I) с учётом имеющегося в наличии составляется возможный перечень машин и механизмов для выполнения необходимых работ и операций.

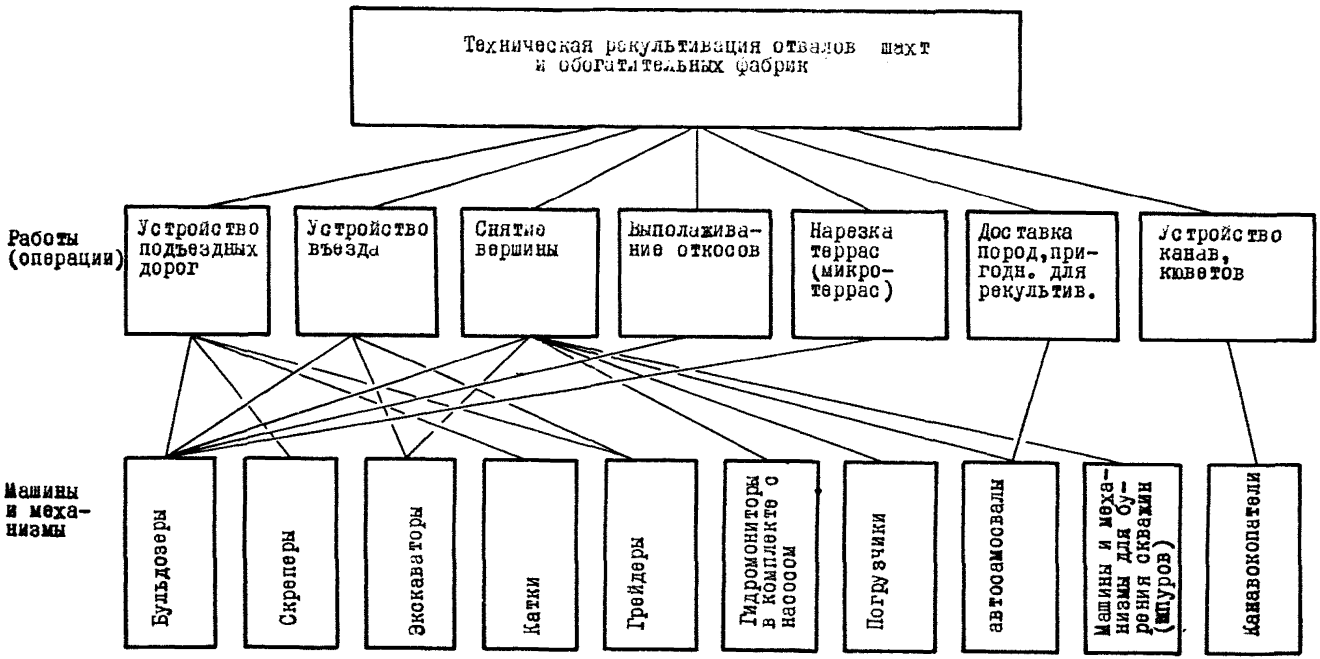


Рис. 6.1. Система машин и механизмов для технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик

При наличии нескольких вариантов систем машин для осуществления технической рекультивации отвала предпочтение отдается варианту комплекса, в котором задалживается меньшее количество машин, т.е. используются более универсальные машины и оборудование.

Дальнейший выбор вариантов идет путем сравнения их по принципу минимума приведенных затрат

$$З_{ПР} = \sum_{i=1}^{i} З_{ЭК} + \sum_{i=1}^{i} K_i \cdot E_н \longrightarrow min \qquad (6.41)$$

где $З_{ПР}$ – общие приведенные затраты, тыс.руб.;

$\sum_{i=1}^{i} З_{ЭК}$ – эксплуатационные затраты, приведенные ко времени технической рекультивации отвала, тыс.руб.;

K_i – капитальные затраты, отнесенные ко времени технической рекультивации отвала, тыс.руб.;

$E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Время технической рекультивации отвала i видом машин и оборудования в общем виде определяется из выражения

$$T_{РЕКi} = \frac{V_i}{Q_i \cdot n_i}, \quad \text{смен}, \qquad (6.42)$$

где V_i – объём работ по i элементу технической рекультивации (рассчитывается по формуле разд.5), $м^3$;

Q_i – эксплуатационная производительность оборудования, подсчитанная в соответствии с разд.6.I., в смену, сутки, месяц;

n_i – количество машин и оборудования, задалживаемых на выполнение объёма работ по i элементу технической рекультивации, шт.

Общие эксплуатационные затраты, приведенные ко времени технической рекультивации, определяются из выражения

$$\sum_{i=1}^{i} З_{ЭК} = \sum_{i=1}^{i} T_{РЕКi} \cdot C_i, \quad \text{тыс.руб.}, \qquad (6.43)$$

где C_i – стоимость машиносмены работы i вида оборудования, тыс.руб.

В общем случае к производству работ рекомендуется комплекс (система) машин и механизмов для технической рекультивации отвалов, требующая минимальных приведенных затрат.

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ РАБОТ

Проведение рекультивационных работ, как и проведение любых других работ в угольной промышленности, должно осуществляться по проекту и в соответствии с правилами безопасности ("Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах", "Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом", "Нормы технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов", "Единые правила безопасности при взрывных работах" [I, 3, I5, 38, 40, 4I, 42]). Ответственность за соблюдение правил безопасности возлагается на руководителей предприятий, которые определяют круг лиц, осуществляющих контроль за соблюдением указанных правил в структурных подразделениях.

Ниже излагаются основные требования правил безопасности при ведении рекультивационных работ на отвалах шахт и обогатительных фабрик.

7.I. Общие требования

При проведении рекультивационных работ должно быть обеспечено

7.I.I. Изучение и выполнение исполнителями проекта рекультивации, правил по безопасному ведению работ, а также мероприятий по предупреждению и ликвидации аварий.

7.I.2. Применение машин, оборудования и материалов, соответствующих требованиям правил безопасности и промышленной санитарии.

7.I.3. Своевременное пополнение технической документации, предусмотренной правилами безопасности, в том числе планов горных работ, уточняющих границы безопасного ведения рекультивационных работ, и планов ликвидации аварий.

7.I.4. Систематическое проведение осмотров рабочих мест, оборудования и принятие мер к немедленному устранению выявленных нарушений правил безопасности.

7.I.5. Нахождение на рабочем месте в специальной одежде и пользование средствами индивидуальной защиты.

7.I.6. Прекращение работ при возникновении опасности либо аварии и сообщение об этом руководителю работ.

7.I.7. Проведение ежегодного повторного инструктажа по технике безопасности по программам, утвержденным техническим руководителем предприятия.

7.I.8. Проведение буровзрывных работ на конических и хребтовых отвалах для рыхления негабаритных кусков по временным проектам, составленным в соответствии с "ЕПБ при взрывных работах".

7.I.9. Перед началом работ на породном отвале проводится температурная съёмка. Методика замера температуры, точки замера, их расположения изложены в "Инструкции по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов"(МакНИИ, Макеевка, I973).

7.2. Допуск людей к ведению рекультивационных работ

7.2.I. К работе на породных отвалах допускаются лица, прошедшие медицинское освидетельствование в соответствии с правилами, издаваемыми Минздравом СССР и согласованными с ЦК профсоюза рабочих угольной промышленности.

7.2.2. Допуск к работе на породных отвалах разрешается инженерно-техническим работникам, ознакомившимся с проектом ведения работ и мероприятиями по технике безопасности и промышленной санитарии. Лица, занятые работами на отвалах, должны быть проинструктированы по технике безопасности.

7.2.3. К работе на отвалах допускаются рабочие, снабженные индивидуальными средствами защиты (защитные очки, противопылевые респираторы и т.д.). Работы на горящих отвалах в условиях загазованной атмосферы необходимо выполнять только в респираторах лицам, допущенным к работе в них.

7.2.4. Допуск к работе на отвалах разрешается производить только после предварительного обследования их поверхности щупами с целью обнаружения участков с рыхлой поверхностью, трещин, пустот и т.п. Обнаруженные участки должны быть оконтурены предупредительными знаками.

7.2.5. Запрещается нахождение на отвале людей, не связанных с работами на нем.

7.2.6. Все работы, проводимые на отвале, должны вестись под контролем лица технического надзора в строгом соответствии с проектом.

7.2.7. Запрещается проведение каких-либо работ, связанных с присутствием людей на отвале, во время ливневых дождей.

7.2.8. Категорически запрещается нахождение людей на отвале в одиночку.

7.3. Тушение отвалов

7.3.I. Тушение горящих отвалов конической и хребтовой формы способом инъектирования пульпы (суспензии) допускается применять на отвалах до 40 м высотой, не подверженных интенсивному горению.

7.3.2. Изоляция нижней пористой части отвала должна осуществляться путём уплотнения мелких классов, смываемых струей глинистой пульпы с их гребня. Смыв породы с гребня терриконика или хребтовидного отвала производится в направлении от хвостовой части отвала к его вершине при температуре пород ниже I50^{0}С; толщина одновременно размываемого слоя породы должна быть не более 2,0 м.

7.3.3. Инъектированию подвергаются откосы верхней и средней части отвалов, если они сложены перегоревшей породой. Направление инъектирования - от хвостовой части к лобовой.

7.3.4. Удельный расход глины на I м^{2} проливаемой поверхности отвала должен составлять 0,25-0,3 м^{3}.

7.3.5. Горение на горизонтальной части плоского отвала ликвидируется проливанием слоя породы пульпой через траншеи, нарезаемые бульдозером, или участками, обвалованными по контуру породой.

7.4. Разборка породных отвалов

7.4.I. При разборке (понижении) отвалов, сложенных горящими и раскаленными породами, их охлаждают с помощью гидромониторов водой до $t = I50^{o}C$ на глубину 2,5-3,0 м. Расход воды при этом должен быть не менее 300 л/м^2 поверхности.

7.4.2. Смыв породы производится гидромонитором с дистанционным управлением. Расход воды при смыве должен быть не менее I00 м^3/ч при напоре не менее I5 кгс/см^2.

7.4.3. Толщина смываемого слоя должна быть не более I0 м. Понижаемая высота отвала - любая. Дальнейшее понижение осуществляется бульдозерами перемещением породы под откос. Подъезд бульдозера к откосу отвала допускается только ножом вперед, выдвижение ножа за откос отвала запрещается.

7.4.4. Въезд бульдозера на отвал допускается только по хвостовой части отвала или специальному въезду.

7.4.5. Порода каждого горизонтального слоя перед перемещением бульдозером под откос должна охлаждаться до температуры не выше $80^{o}C$.

7.4.6. Разработка отвалов допускается уступами высотой не более высоты черпания экскаватора.

7.4.7. Во время работ по разборке (понижению) отвала лица технического надзора ежесменно производят замер содержания угарного газа CO, углекислого газа CO_2 на рабочих местах. Результаты замеров заносятся в "Журнал замера газа на отвале".

В случае превышения санитарных норм экскаватор или бульдозер должен быть переведен на работу с наветренной стороны, а доступ людей к загазованным местам закрыт.

7.4.8. На рабочем уступе должен быть оборудован противопожарный пост на четыре углекислотных огнетушителя, ящик с песком емкостью 0,7 м^3, две лопаты и два лома. Огнетушители должны храниться в укрытии, исключающем их повреждение при буровзрывных работах или дроблении негабаритов.

7.4.9. Для взрывников при ведении буровзрывных работ оборудуются блиндажи-укрытия.

7.4.10. Разработка бульдозерами отвалов производится горизонтальными слоями согласно пп.7.4.4., 7.4.5. настоящих правил. После понижения на 6-10 м допускается понижение наклонными (до 15^0) слоями. Для охлаждения пород применяется орошение.

7.4.11. Разборка экскаваторами отвалов производится уступами, после снятия вершины другими способами или с помощью того же экскаватора после устройства въездной полутраншеи.

7.4.12. Движение автомашин по въездной полутраншее производится односторонне. Радиусы серпантинных поворотов должны быть не менее 20 м; проезжей части придается уклон в сторону отвала 3-4^0.

7.4.13. В зимнее время дороги систематически очищаются от снега, посыпаются песком или перегоревшей породой. В летнее время с целью пылеподавления автодороги поливаются водой.

7.4.14. При размыве вершины, понижении и выполаживании откосов способом гидромеханизации, гидромонитор в забое устанавливается на горизонтальной площадке. Основание гидромонитора должно быть надежно закреплено с тем, чтобы обеспечить в процессе работы при любом положении его устойчивость от опрокидывания.

7.4.15. Расстояние между гидромонитором и забоем допускается не менее высоты последнего.

7.4.16. Длина рычага-водила гидромонитора при ручном управлении выбирается с таким расчётом, чтобы прилагаемое усилие для поворота отвала было не более 10 кг.

7.4.17. Каждый гидромонитор должен быть снабжен манометром и иметь паспорт с указанием допускаемого рабочего давления.

7.4.18. На рабочем водоводе, на расстоянии не более 10 м от рабочего места гидромониторщика, устанавливают задвижку для прекращения доступа воды в аварийных случаях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

I. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. - М., Недра, 1973,-511с.

2. Кузнецов К.К. и др. Породно-отвальное хозяйство шахт. - М., Недра, 1973,-203с.

3. Харченко А.Я. Разработка недействующих террикоников в Печорском угольном бассейне. - Сыктывкар. Коми книжное издательство, 1972,-65с.

4. Леонов П.А. Причина и механизм крупных деформаций на горящих терриконах Кузбасса. Известия вузов. Горный журнал. 1960, № 6 - 3-7с.

5. Колядный М.Ф., Овчинников В.А. Рекультивация нарушенных земель в ФРГ, ВНИИТЭИСХ. Обзор. - М., 1976, - 32с.

6. Бакланов В.И., Кондратюк Е.П., Рева М.А. Рекультивация нарушенных промышленностью земель в Украинской ССР. - Свердловск, 1971.

7. Баранник А.П. Проблемы рекультивации земель в СССР. - В сб.: Лесопосадки на промышленных землях в Кузбассе, Новосибирск; Наука, 1974, - 237-241с.

8. Сохранение и восстановление лесных биогеоценозов в пойме реки Самары на площадях, нарушенных горными подработками шахт Западного Донбасса, а также создание лесных биогеоценозов на отвалах шахтных пород (озеленение террикоников). (Промежуточный отчёт). ДГУ, Днепропетровск, 1978, - 99с.

9. Ханыбеков И.И. Важнейшие положения системы выращивания противоэрозионных насаждений на горных склонах. - В сб.: Защитное разведение и лесные культуры. М., Лесная промышленность. 1971, - 9с.

10. Разработка организационно-технологических вопросов защитно-декоративного облесения терриконов антрацитовых шахт Ростовского производственного объединения по добыче угля "Ростовуголь". (Промежуточный отчёт). Киев, Украинская сельскохозяйственная академия, 1978, - 93с.

II. Разработать требования к горнотехническому этапу рекультивации при биологических видах освоения восстанавливаемых земель по Украинскому Донбассу и Львовско-Волынскому бассейну. (Промежуточный отчёт). - Донецк, Донецкий ботанический сад. - 1977, - 120с.

12. Логинов В.И., Киричек А.С. Методические рекомендации по защитно-декоративному облесению терриконов угольных шахт Донбасса. - Боярка, 1978, - 34с.

13. Разработка требований к горнотехническому этапу рекультивации при биологических видах освоения восстанавливаемых земель по Украинскому Донбассу и Львовско-Волынскому бассейну. (Промежуточный отчёт). Донецк, Донецкий ботанический сад, 1978, - 31с.

14. Изучить и разработать методы рекультивации земель объединения "Карагандауголь". (Промежуточный отчёт). - Целиноград, ЦСХИ, 1978. - 97с.

15. Цукерман И.С. и др. Временные методические указания по рекультивации нарушенных земель в угольной промышленности. - Пермь, 1980. - 301с.

16. Мощенникова М.В. и др. Разработать требования к горнотехническому этапу рекультивации и рекомендации по биологическому освоению восстанавливаемых территорий при различных видах хозяйственного освоения восстанавливаемых земель. (Отчёт), ВНИИОСуголь, Инв.№ 5798656, № ГР76064977, Пермь, 1979, 141с.

17. Хохряков А.В. Экономическая оценка многофакторного воздействия горных предприятий на окружающую среду. Горный журнал. Известия высших учебных заведений, 1978, № 7, 31-34с.

18. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. - М.; Недра, 1970, - 37с.

19. Мельников Н.В. Краткий справочник по открытым горным работам. - М.; Недра, 1974.-424с.

20. Справочник по горнорудному делу. Том I. Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу. - М., 1960, - 926с.

21. Мельников Н.В. Типовые проекты систем разработки и транспорта на карьерах. Том П. - М.; Госгортехиздат, 1962, - 463с.

22. Разработка требований к техническому этапу рекультивации при биологических видах освоения восстанавливаемых земель по Украинскому Донбассу и Львовско-Волынскому бассейну. (Промежуточный отчёт). Донецк, Донецкий ботанический сад, 1977, - 120с.

23. Террасирование горных склонов для лесоразведения в Европейской части СССР" (типовое решение). Всесоюзный государственный проектно-изыскательский институт. - М., 1970, - 250с.

24. Альбом водоотводных устройств на железных и автомобильных дорогах общей сети Союза ССР. - М., 1971. - 50с.

25. Мельников Н.В. Типовые проекты систем разработки и транспорта на карьерах. Том П.- М.; Госгортехиздат, 1962. - 463с.

26. Руководство по гидравлическим расчётам малых искусственных сооружений и русел. - М.; Транспорт, 1967. - 168с.

27. Барсуков И.И., Голощапов Р.Е. Утилизация пород шахтных отвалов. Журнал: Уголь, 1979, № 2. - 54-55с.

28. Полищук А.К. и др. Техника и технология рекультивации на открытых разработках. - М.; Недра, 1977, - 214с.

29. Террасирование горных склонов для лесоразведения в Европейской части СССР (типовые решения). Всесоюзный государственный проектно-изыскательский институт. - М., 1970. - 250с.

30. Братченко Б.Ф. Стационарные установки шахт. - М.; Недра, 1977. - 438с.

31. Оборудование гидродобычи. Каталог-справочник. - М., ЦНИЭИуголь, 1970, - 100с.

32. Нурок Г.А. Технология и проектирование гидромеханизации горных работ. - М.; Недра, 1965. - 579с.

33. Машины для рекультивации нарушенных земель. Номенклатурный справочник. - М., ЦНИЭИуголь, 1977. - 158с.

34. Нормы технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов. - М.: Госстройиздат, 1961. - 167с.

35. Единые нормы выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности. Экскавация и транспортирование. - М.; Недра, 1971. - 312с.

36. Чиаев Т.И. и др. Справочник горного мастера нерудных карьеров. - М.; Недра, 1977. - 357с.

37. Нурок Г.А. и др. Гидроотвалы на карьерах. - М.; Недра, 1977. - 311с.

38. ЕНиР на строительные и монтажные работы. - В сб.: Земляные работы. 1975. - 211с.

39. Нурок Г.А. Гидромеханизация горных работ. - М.; Из-во по горному делу. 1959. - 392с.

40. Шешко Е.Ф. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. - М.; Углетехиздат, 1957. - 495с.

41. Единые правила безопасности при взрывных работах. - М.; Недра, 1972. - 319с.

42. Правила техники безопасности и производственной санитарии при производстве земляных работ способом гидромеханизации. - М.; Оргтранстрой, 1975. - 36с.

Приложение I

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ ШАХТ И ОФ

Схема № I. Схема понижения отвала бульдозером с нарезкой спирального въезда

Рекомендуется для выполнения работ по технической рекультивации конических и хребтовых отвалов шахт и обогатительных фабрик высотой до 40 м, сложенных рыхлыми породами. Состояние отвалов - недействующие, негорящие или перегоревшие.

При наличии очагов горения породы на отвале рекомендуется проводить тушение и охлаждение согласно "Инструкции по профилактике самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов", разработанной МакНИИ. При вскрытии разогретых участков породы в процессе понижения производить их охлаждение одним из способов, приведенным в подразделе 4.6.

Спекшиеся массы породы и отвальные негабариты необходимо дробить с применением буровзрывных работ или навесным оборудованием бульдозера.

Рекультивируемые отвалы рекомендуется озеленять многолетними травами или использовать для лесопосадки с целью ликвидации негативных воздействий на окружающую природную среду.

Порядок выполнения работ по понижению отвала и устройству спирального въезда:

- по хвостовой части конического отвала или, используя неровности, выположенные места и т.д., к вершине отвала поднимается бульдозер. Угол подъёма не должен превышать 25°;
- вершина отвала высотой не более 2 м бульдозером сталкивается под откос для образования рабочей площади;
- понижение отвала до заданной высоты или образования горизонтальной площадки заданных размеров производится послойно, наклонными слоями с уклоном не более 15°;
- выполаживание откосов до заданных пределов бульдозером;
- устройство спирального въезда после понижения отвала и выполаживания откосов. Операция осуществляется с помощью бульдозера сверху вниз. Продольный уклон въездной полутраншеи не должен превышать 6°, поперечный - в сторону отвала 3°.

Если после выполнения указанных работ на поверхности отвала оказываются породы токсичные или непригодные для биологической рекультивации, они подвергаются мелиорации или покрытию пригодными для рекультивации (породами). Для этого по поверхности отвала и откосов разбрасываются мелиоранты в количестве, определенном расчётом (приложение 3), после чего на горизонтальные площадки и въезд завозятся пригодные для рекультивации породы, бульдозером сталкиваются под откос и планируются по всей поверхности.

Работы завершаются устройством водосборных и водоотводящих канав, а также ограждающих валов вдоль верхней бровки откоса на площадке и въезде:

Рекомендуемые средства механизации для переформирования отвала: бульдозер ДЗ-18 или ДЗ-27, канавокопатель Д-716.

Все работы выполняются последовательно.

Схему № I см. на с.46

Условия применения

-1509

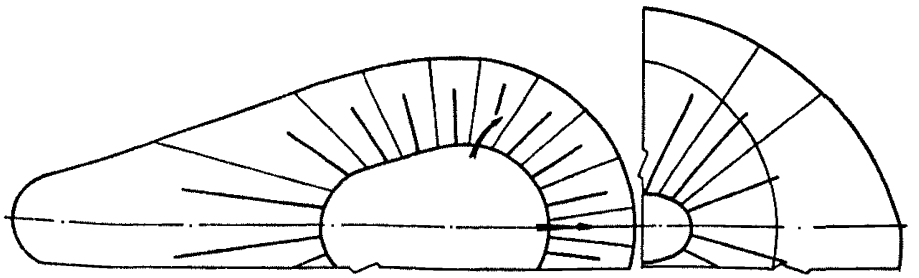
Тип отвала	конический хребтовый
Высота отвала, м	до 40
Состояние отвала	негорящие и перегоревшие недействующие отвалы

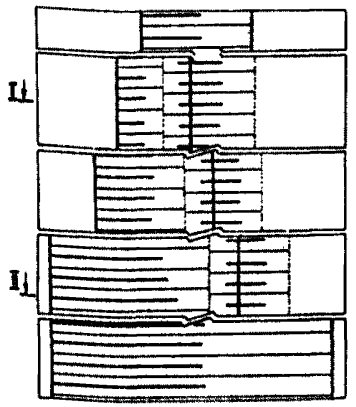
Средства механизации

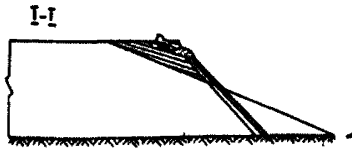
Бульдозер	ДЗ-18, ДЗ-25
Канавокопатель	Д-716

Технология снятия вершины отвала понижения и выполаживания откосов



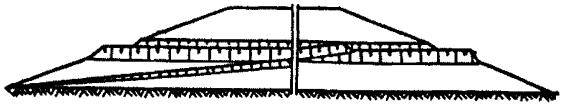


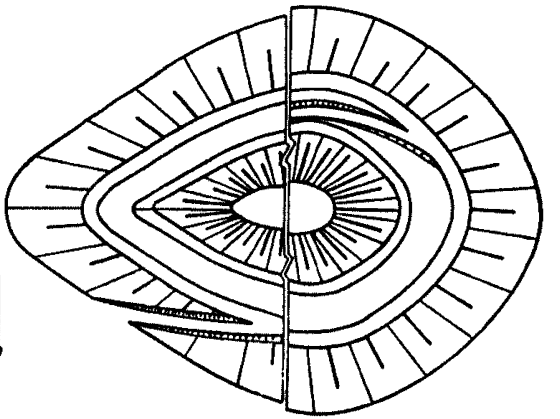




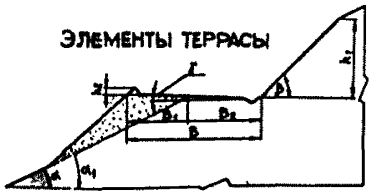


Нарезка террасы и въездной полутраншеи сверху вниз





Элементы террасы



Технология нанесения потенциально-плодородного слоя



Схема №2

Схема понижения отвала бульдозером с нарезкой горизонтальной террасы.

Схема № 2. Схема понижения отвала бульдозером с нарезкой горизонтальной террасы

Рекомендуется для выполнения технической рекультивации конических и хребтовых отвалов шахт и обогатительных фабрик высотой до 40 м, сложенных рыхлыми породами. Горящие породные отвалы предварительно тушатся. Охлаждение разогретых пород, вскрытых в процессе понижения, осуществляется либо нарезкой "карт" и заполнением их водой, либо путём естественного охлаждения. При наличии спекшихся масс или отдельных негабаритов дробление их производится с помощью буровзрывных работ или навесным оборудованием бульдозера.

Назначение рекультивируемой площади, технология и последовательность выполнения операций аналогичны описанным в схеме № I.

Отличием схемы является нарезка не спирального въезда, а горизонтальной террасы с въездом на неё от подошвы отвала и с неё на спланированную вершину.

Рекомендуемое оборудование: бульдозер ДЗ-I8, ДЗ-25, канавокопатель Д-7I6.

Все работы выполняются последовательно.

Схема № 3. Схема понижения отвала экскаватором и бульдозером

Рекомендуется для выполнения работ по технической рекультивации многолучевых конических и хребтовых отвалов шахт и обогатительных фабрик высотой до 50 м, сложенных породами не выше Ш категории крепости по экскавации. Состояние отвалов - недействующие, негорящие или перегоревшие.

Горящие породные отвалы предварительно тушатся согласно "Инструкции по тушению..." к § 518 Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах. Разогретые участки породы, вскрываемые при ведении работ по понижению, охлаждаются до 80°С путем нарезки "карт" и заполнения их водой либо формированием валов охлаждения с помощью экскаватора.

Спекшиеся массы породы необходимо дробить с помощью буровзрывных работ, отдельные негабариты - с помощью навесного оборудования бульдозера (экскаватора).

Рекультивируемые отвалы рекомендуется, в основном, использовать под:

- лесопосадки или озеленять многолетними травами для ликвидации отрицательного воздействия на окружающую природу.

Порядок выполнения работ по понижению отвала и устройству спирального въезда:

- по хвостовой части к вершине отвала поднимается бульдозер и путем послойной срезки и сталкивания породы под откос понижает отвал на 8-12 м;

- путем врезки в образованную площадку нарезается траншея, которая начинается у кромки площадки, обращенной на лобовую сторону отвала. Глубина траншеи у её начала должна соответствовать высоте черпания экскаватора, уклон - не более 6°. Траншея при выходе на хвостовую часть отвала переходит в полутраншею. Если длина последней превышает длину хвостовой части, устраивается серпантинный поворот радиусом не менее 20 м;

- понижение отвала до заданной отметки производится поярусно экскаватором, который по подготовленному въезду поднимается к началу траншеи. Высота ярусов принимается

равной высоте черпания экскаватора. Порода первого яруса экскавируется под откос за один проход с каждой стороны от нарезанной траншеи. Порода второго яруса при первом проходе экскаватора параллельно кромке образованной площадки экскавируется также под откос, при втором проходе в вал, из которого транспортируется и сталкивается под откос уже бульдозером. Аналогично разбираются 3 , 4 и т.д. ярусы;

- выполаживание откосов производится сверху вниз с помощью бульдозера. На выположенном до заданной величины откосе сверху вниз, используя имеющуюся полутраншею, нарезается спиральный съезд. Продольный угол наклона не более 6^{0}, поперечный - 3^{0} в сторону отвала. Ширина съезда определяется исходя из типа транспортных средств и назначения его в последующем.

В случае вскрытия токсичных, непригодных для биологической рекультивации, пород последние подвергаются мелиорации или перекрываются пригодными для рекультивации породами. Количество мелиорантов и мощность укладываемого слоя пород определяется расчётом и требованиями биологической рекультивации для каждого конкретного отвала.

Пригодные для рекультивации породы завозят на верхнюю спланированную площадку автотранспортом, после чего разравнивают по поверхности и откосам с помощью бульдозера.

Работы завершаются формированием ограждающего вала на площадке и внешней кромке спирального въезда, устройстве водосборных и отводящих канав вокруг рекультивированного отвала.

Рекомендуемые средства механизации: бульдозер ДЗ-25; экскаватор ЭКГ-4,6Б, Э-2503; канавокопатель Д-716.

Все перечисленные работы выполняются в указанной последовательности.

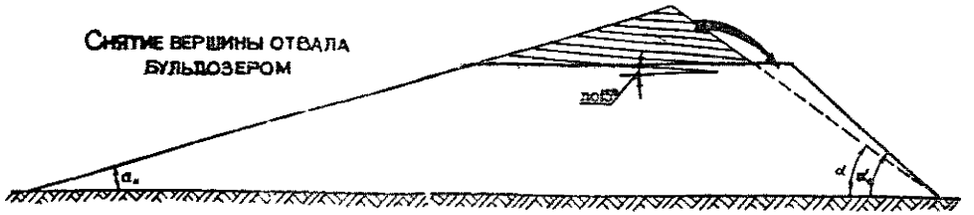
Условия применения

Тип отвала	конический, хребтовый
Высота отвала, м	до 50
Состояние отвала	негорящие и перегоревшие недействующие отвалы

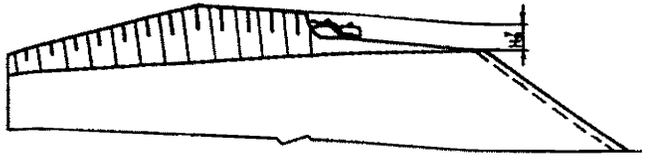
Средства механизации

Экскаватор	Экг - 4,6Б, Э-2503
Бульдозер	Д3 - 25, Д3-27

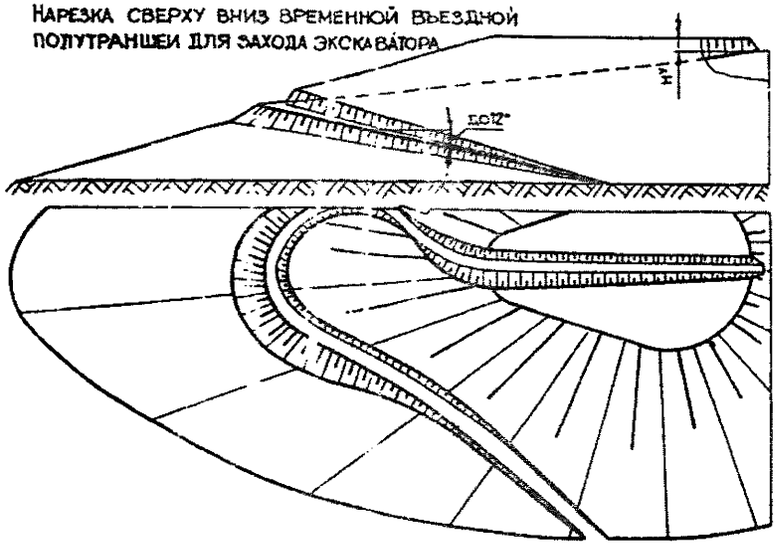
Снятие вершины отвала бульдозером



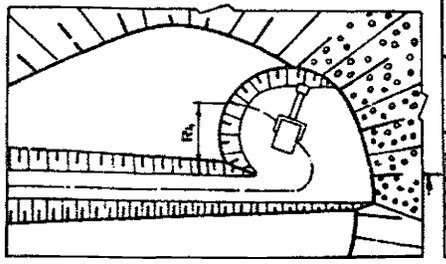
Технология разборки первого яруса

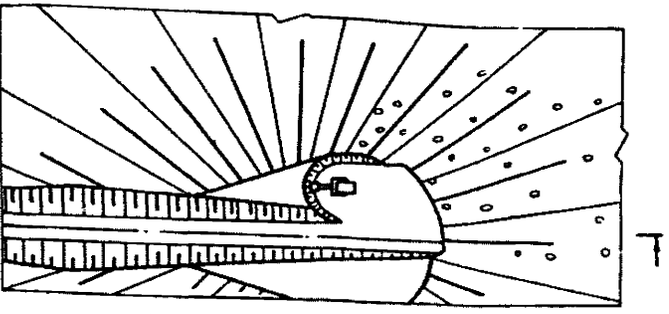


Нарезка сверху вниз временной въездной полутраншеи для захода экскаватора

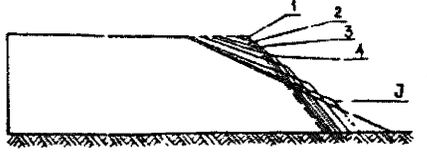


Устройство рабочей площадки

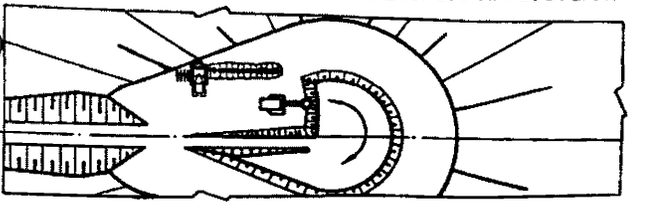




Технология выполаживания откосов бульдозером (цифрами показано последовательность снятия размещения слоев породы)

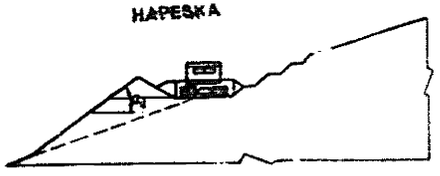


Технология разборки второго яруса отвала

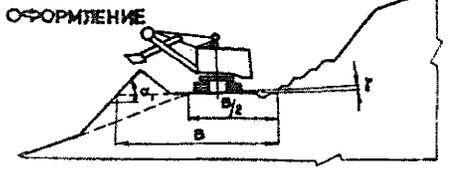


Технология нарезки въездной полутраншеи на выположенном откосе

Нарезка



Оформление



Технология нанесения потенциально-плодородного слоя



Схема №3

Схема № 4. Схема понижения отвала экскаватором с вывозкой породы автотранспортом

Рекомендуется для выполнения работ по технической рекультивации многолучевых конических и хребтовых отвалов шахт и обогатительных фабрик высотой до 50 м, сложенных породами не выше 3 категории крепости по экскавации. Область применения - негорящие и перегоревшие недействующие отвалы.

Горящие породные отвалы предварительно тушатся согласно "Инструкции по профилактике, тушению и разборке породных отвалов" (ПБ § 518). Разогретые участки породы, вскрываемые в процессе ведения работ, охлаждаются либо в валах охлаждения, отсыпаемых экскаватором, либо дождеванием воды. Порода с $t = 80^{\circ}C$ может грузиться в автосамосвалы.

Спекшиеся массы породы дробятся с помощью буро-взрывных работ, а отдельные негабариты - с помощью навесного оборудования бульдозера (экскаватора).

Рекультивируемый отвал может быть использован в целях, указанных в описании к схеме № 3.

Порядок выполнения работ по понижению отвала и устройству въезда аналогичен описанному в схеме № 3. Отличием является то, что в схеме № 4 порода не сталкивается бульдозером под откос, а грузится в автосамосвалы и вывозится.

Рекомендуемыми средствами механизации выполнения работ являются экскаватор ЭКГ-4,6Б, Э-2503; автосамосвал КрАЗ-256 и бульдозер Д-694, ДЗ-27.

Все работы выполняются последовательно.

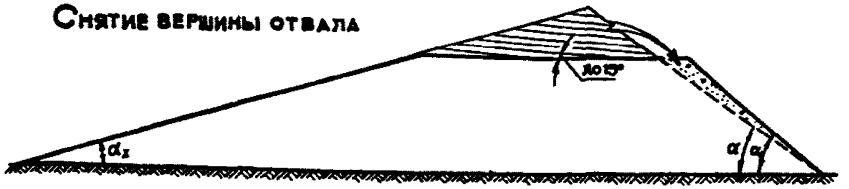
Условия применения:

Тип отвала	конический, хребтовый
Высота отвала	до 50 м
Состояние отвала	негорящие и перегоревшие недействующие отвалы.

Средства механизации:

Экскаватор ЭКГ-4,6Б, Э-2503
Автосамосвал КрАЗ-256Б
Бульдозер Д-694, ДЗ-27

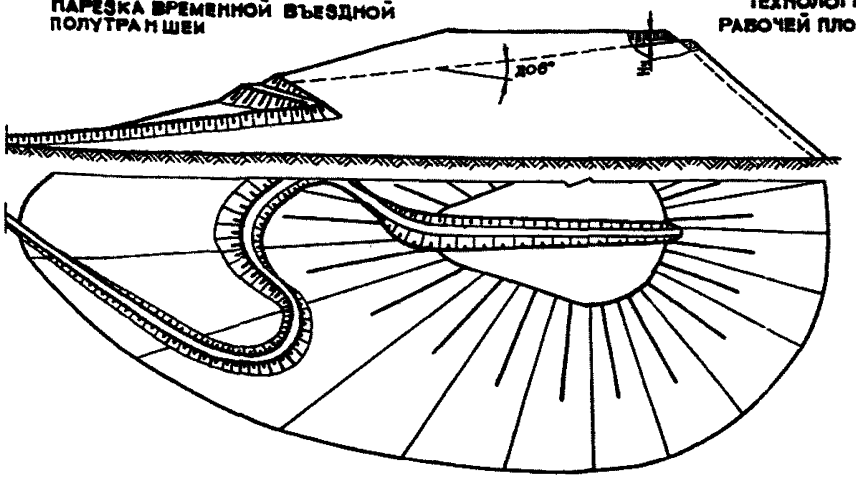
Снятие вершины отвала



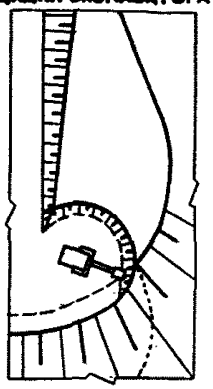
Технология разборки первого яруса

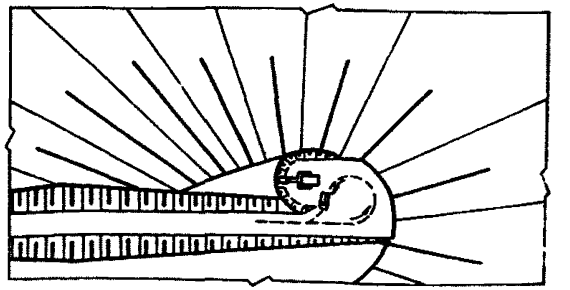


Нарезка временной въездной полутраншеи

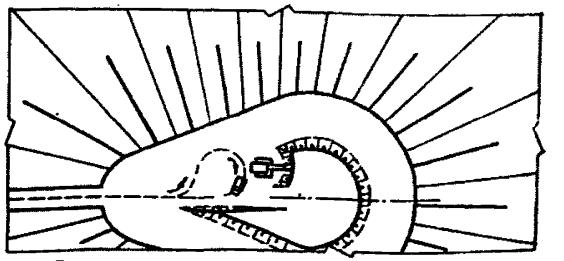


Технология устройства рабочей площадки экскаватора





Технология разборки второго яруса



Технология нарезки полутраншеи
(цифрами показано последовательность прохода бульдозеров)



Технология нанесения потенциально-плодородного слоя



Схема №14

Схема понижения отвала экскаватором с вывозкой породы автотранспортом

Схема № 5. Схема понижения отвала драглайном и бульдозером

Рекомендуется для выполнения работ по технической рекультивации конических и хребтовых отвалов шахт и обогатительных фабрик высотой до 100 м, сложенных породами не выше 3 категории по экскавации и IУ категории по размываемости.

Состояние отвалов - недействующие, негорящие и перегоревшие.

Горящие породные отвалы предварительно тушатся.

Рекультивируемые отвалы в зависимости от конечной высоты могут быть использованы под лесопосадки или озеленение многолетними травами для ликвидации отрицательного воздействия на окружающую природу.

Порядок выполнения работ по понижению отвала и устройству спирального въезда:

- по хвостовой части отвала от источника водоснабжения к вершине отвала прокладывается водоподводящий став. Не доводя до вершины на 8-10 м по высоте прокладку става заканчивают, сооружают помост и устанавливают гидромонитор, который подсоединяется к ставу с помощью гибкого высоконапорного рукава.

Размыв породы вершины ведется вертикальными слоями шириной до 2,0 м. Подошве забоя придается уклон от гидромонитора. С помощью гидромонитора отвал понижается на высоту до 10 м и образования площадки для установки драглайна. В дальнейшем гидромонитор может использоваться без охлаждения разогретых пород, вскрываемых в процессе понижения:

- путём нарезки временного въезда по хвостовой части с уклоном не более 12^{0} к образованной площадке поднимается драглайн;

- порода первого яруса экскавируется под откос без дополнительной переэкскавации, порода второго и третьего ярусов-за две и четыре переэкскавации соответственно. Переэкскавация породы более 3-4 раз нерациональна, поэтому это обстоятельство следует учитывать при выборе типа драглайна для конкретного отвала;

- при достижении в процессе понижения заданной высоты производится выполаживание откосов отвала с помощью бульдозера сверху вниз;

- на выположенном откосе, начиная от образованной площадки, сверху вниз с помощью того же бульдозера нарезается под углом не более 6^{0} спиральный въезд либо горизонтальная терраса с въездом на неё и с неё на образованную площадку;

- в зависимости от физико-химических свойств пород на переформированный отвал завозят и вносят мелиоранты, а также наносятся пригодные для биологической рекультивации породы.

Работы завершаются устройством ограждающих валов на образованной площадке отвала, спиральном въезде и водосборных и водоотводящих канав вокруг рекультивированного отвала.

Рекомендуемые средства механизации: экскаватор-драглайн Э-2505 со стрелой длиной 25 м, бульдозер ДЗ-25 или ДЗ-27 и гидромонитор типа ГМДЦ.

Все работы выполняются последовательно.

Условия применения

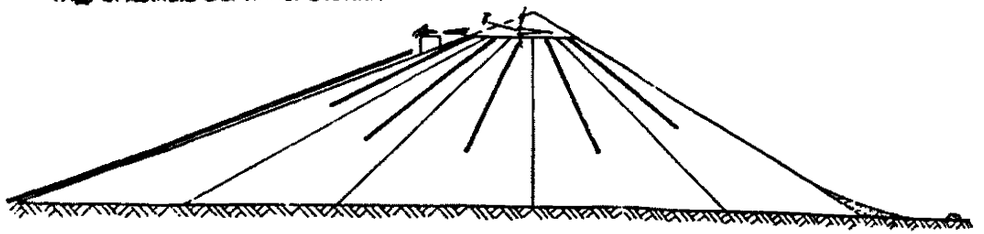
Тип отвала . . . . . конический

Высота отвала, м . . . . . до 100

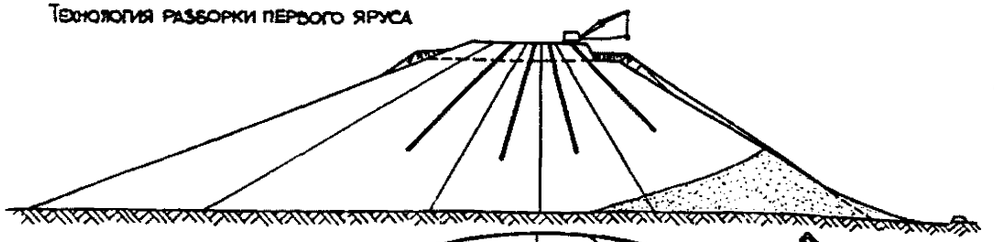
Область применения – недействующие, негорящие и перегоревшие отвалы

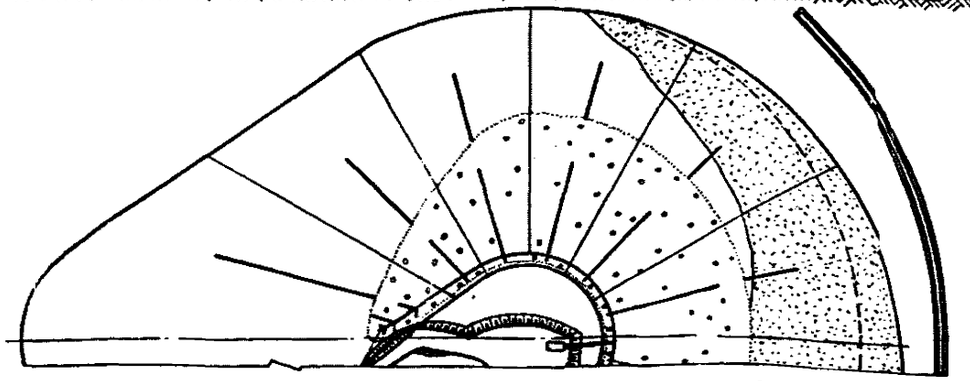
Прочие условия – наличие воды и условий для размыва. Категория пород по размываемости – до IV

Гидроразмыв вершины отвала



Технология разборки первого яруса





Нарезка въездной полутраншеи на выположенном откосе бульдозером (цифрами-последовательность проходов бульдозера)



Параметры въездной полутраншеи



Средства механизации

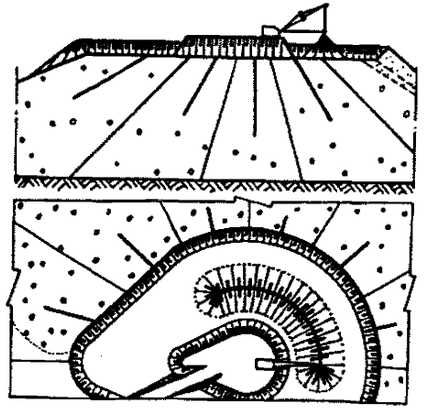
Драглайн Э-2505

Гидромонитор . . . . . ГМДЦ, ГИ-1

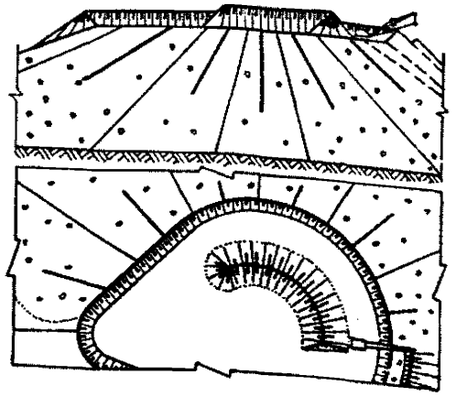
Бульдозер ДЗ-25, ДЗ-27

Технология разборки второго яруса

1-ый этап

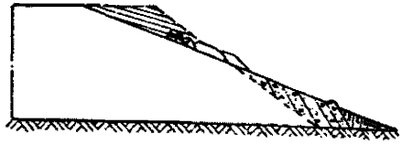


2-ой этап



Технология планировки верхней площадки и выполаживания откоса





Технология нанесения потенциально-плодородного слоя

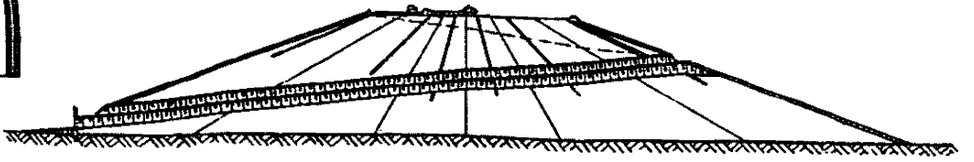


Схема №5

Схема № 6. Схема понижения отвала гидроразмывом

Рекомендуется для выполнения работ по технической рекультивации конических и хребтовых отвалов шахт и обогатительных фабрик высотой до 100 м сложенных рыхлыми породами. Состояние отвалов - неперегоревшие и негорящие недействующие отвалы.

Дополнительными условиями для применения являются:

- наличие достаточного количества воды для гидромониторов;

- удобство расположения отвала с точки зрения улавливания и аккомуляции стоков, осветление и нейтрализация их (при токсичных породах);

- не превышающие III категорию по размываемости породы отвала.

Рекультивируемые отвалы рекомендуется использовать под лесопосадки или озеленение многолетними травами.

Порядок выполнения работ по понижению отвала и устройству спирального въезда следующий:

- от источника водоснабжения до отвала, а затем по хвостовой части его прокладывается водоподводящий став. Не доводя до вершины на 8-10 м прокладка заканчивается, на уровне подошвы будущего забоя сооружается помост для гидромонитора и производится подсоединение его к ставу с помощью высоконапорного гибкого рукава;

- начиная с боковых сторон вершины полосами шириной до 2,0 м производят размыв породы, уклон подошвы забоя - до $4,5^{0}$ (от гидромонитора), размываемые полосы необходимо по мере размыва чередовать по обеим сторонам вершины отвала;

- для начала работ по размыву первого яруса отвала (высота яруса берется в зависимости от типа гидромонитора) помост с установленным на нем гидромонитором опускается по хвостовой части отвала на высоту последнего. Высота яруса не должна превышать 15 м. Разработка породы производится также полосами шириной до 2,0 м. Уклон подошвы забоя до $4,5^{0}$ в сторону боковых склонов отвала. Расстояние гидромонитора до забоя не должно быть меньше высоты забоя (яруса).

Аналогично размываются последующие ярусы отвала до заданной биологическим этапом отметки:

- выполаживание откосов производится также гидромонитором путём параллельного перемещения последнего бровке, образованной на отвале площадки;

- окончательная планировка площадки на отвале, откосов и нарезка спирального въезда производится бульдозером. Технология нарезки въезда приведена на схеме.

Завершающим этапом работ является завоз на отвал и откосы мелиорантов и пригодных для рекультивации пород, разбрасывание и планировка их соответственно и устройство ограждающего вала как на самой площадке пониженного отвала, так и на спиральном въезде.

Для размыва пород отвалов рекомендуются гидромониторы ГМДЦ-2 или ГМДЦ-3; для планировочных работ и нарезки въезда - бульдозеры ДЗ-27 или ДЗ-18.

Условия применения

Тип отвала ..... конический, хребтовый
Высота отвала, м ..... до 100
Состояние отвала ..... неперегоревшие, негорящие и недействующие отвалы
Прочие условия ..... наличие воды, категория по размываемости-с I по III

Средства механизации

Гидромонитор ГМДЦ-2, ГМДЦ-3
Бульдозер Д3-27, Д3-18

Схема размыва вершины отвала

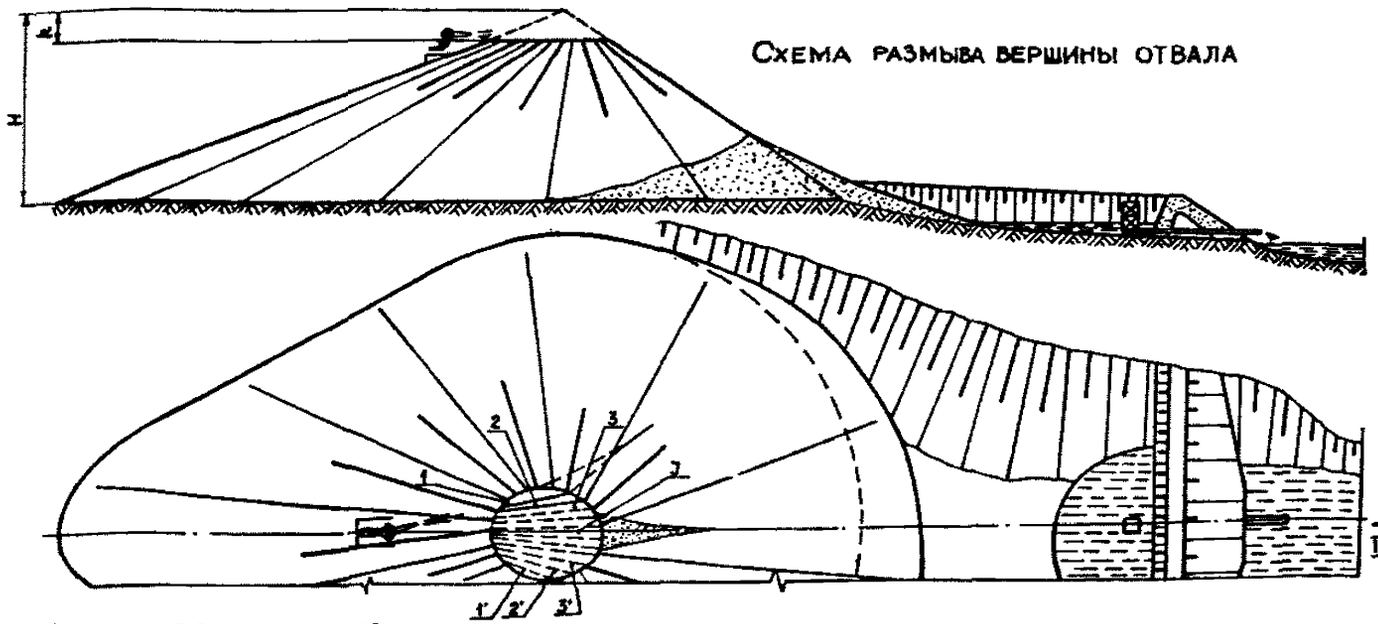
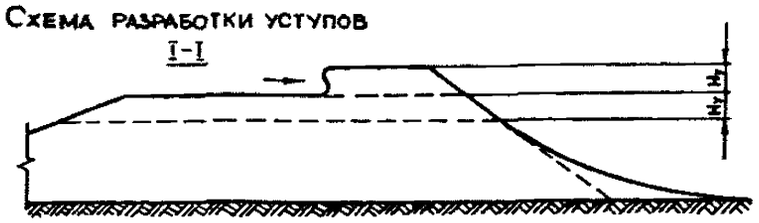
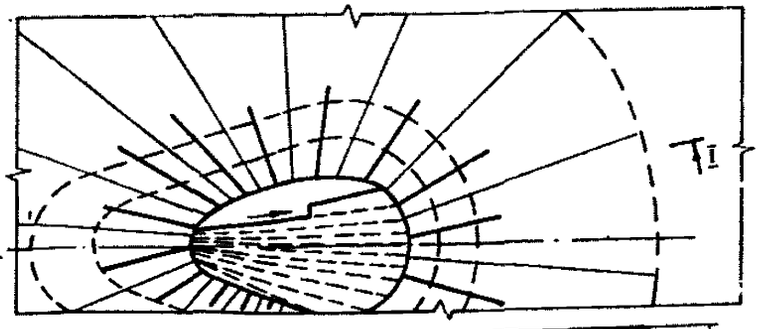
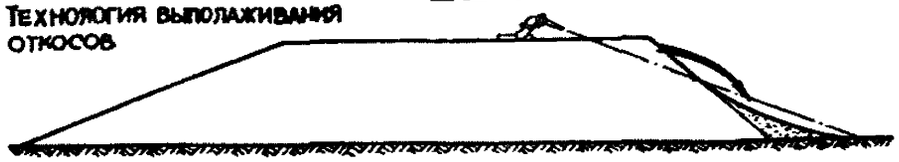


Схема разработки уступов I-I

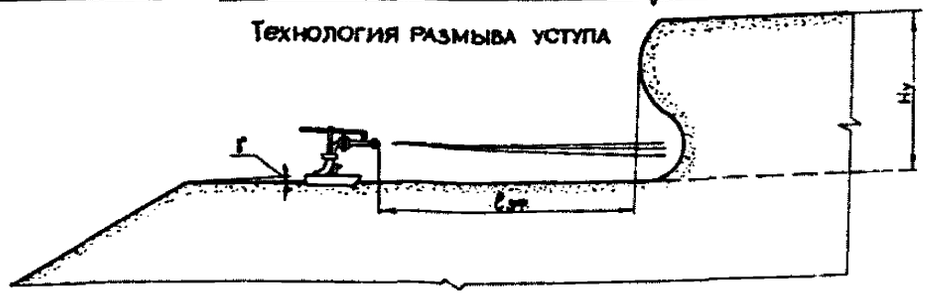




Технология выполаживания откосов



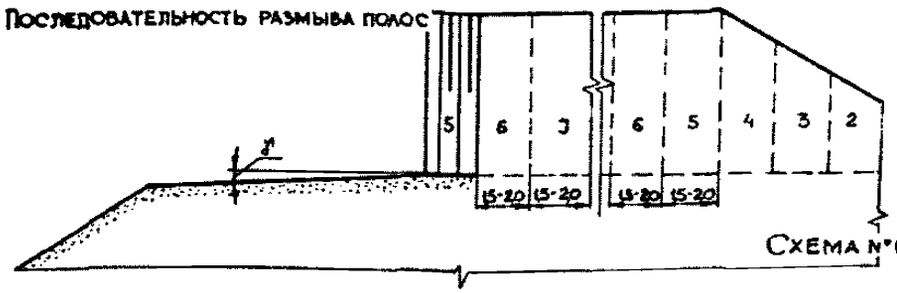
Технология размыва уступа



Общий вид рекультивированного отвала



Последовательность размыва полос



Технология нарезки въездной полутраншеи

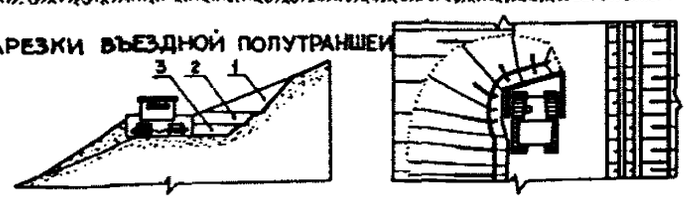


Схема №6

Схема понижения отвала гидроспособом

Схема № 7. Схема понижения отвала погрузчиком с вывозкой породы автотранспортом

Рекомендуется для выполнения работ по технической рекультивации конических и хребтовых отвалов шахт и обогатительных фабрик высотой до 50 м сложенных рыхлыми породами первой и второй категории по экскавации. Состояние породных отвалов - неперегоревшие недействующие отвалы.

Рекультивируемые отвалы рекомендуется использовать под озеленение или лесопосадки для ликвидации отрицательного воздействия на природу.

Порядок выполнения работ по понижению отвала и нарезке въездной полутраншеи следующий:

- по хвостовой части терриконика или используя неровности, выположенные места и т.д. к вершине отвала поднимается бульдозер. При углах подъёма превышающих 25°, согласно правилам безопасности, необходимо принимать меры предосторожности (предохранительный канат и лебедку);

- порода вершины отвала на высоту 8-10 м послойно сталкивается под откос в направлении лобовой части;

- путем врезки в образованную площадку нарезается траншея. Начало траншеи - у кромки площадки, обращенной к лобовой части отвала. Глубина врезки у начала траншеи - не более высоты черпания погрузчика. Уклон траншеи - 6°. При выходе на хвостовую часть отвала траншея переходит в насыпь, а затем в полутраншею;

- по подготовленной полутраншее к спланированной вершине поднимается погрузчик и путём переэкскавации и сталкивания породы под откос готовит для себя и транспортных средств рабочую площадку;

- после подготовки рабочей площадки начинается процесс погрузки породы в автосамосвалы и вывозка её за пределы отвала. Аналогично, с образования рабочей площадки, начинается разборка очередного яруса, погрузка и вывозка породы;

- при достижении проектной отметки понижение заканчивается и начинаются работы по планировке верхней площадки и выполаживанию откосов до заданного угла;

– на подготовленную таким образом поверхность разбрасываются мелиоранты (при токсичных породах) и наносится пригодная для биологической рекультивации порода.

Рекомендуемые средства механизации: бульдозер ДЗ-27 или Д-694А, погрузчик ТО-5 или ТО-18, автосамосвалы КрАЗ-256Б или КаМАЗ-55II.

Все работы выполняются последовательно.

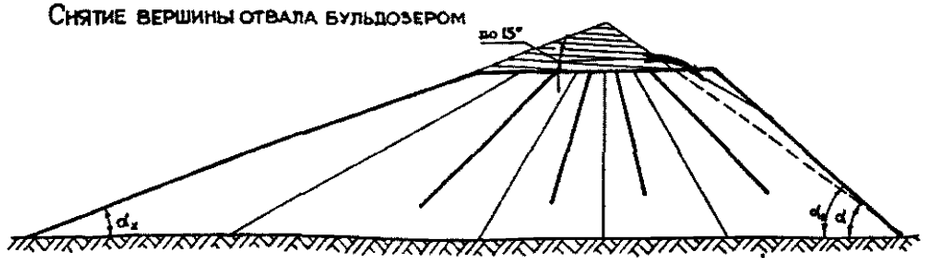
Условия применения

Тип отвала	конический, хребтовый
Высота отвала, м	до 50
Состояние отвала	неперегоревшие недействующие отвалы
Прочие условия	категория пород по экскавации-I и II

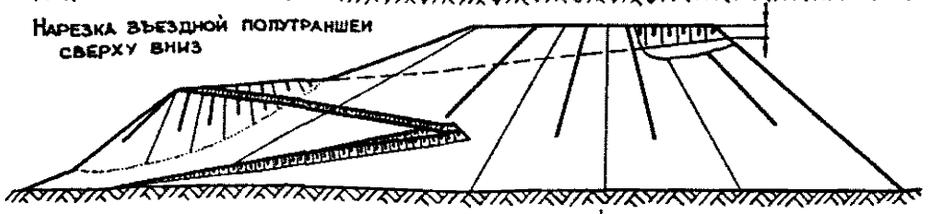
Средства механизации

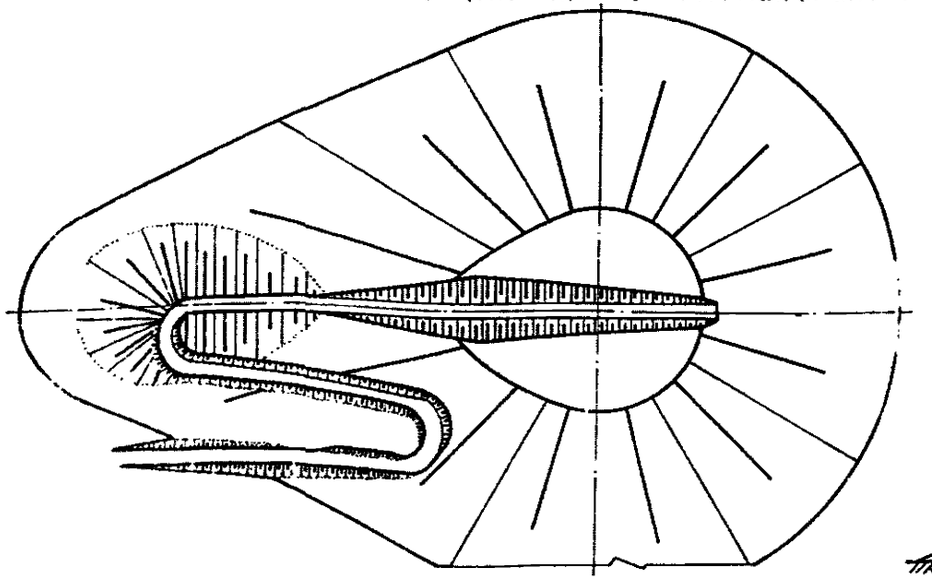
Погрузчик	ТО-5, ТО-18
Автосамосвал	КрАЗ-256Б, КамАЗ-5511
Бульдозер	Д-694, ДЗ-27

Снятие вершины отвала бульдозером



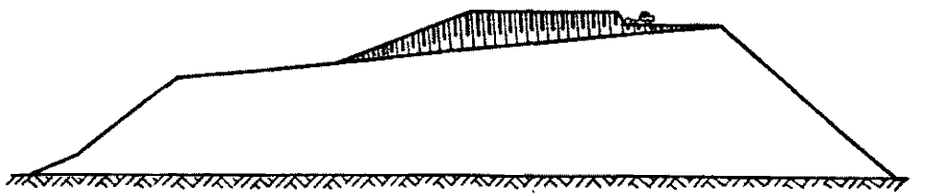
Нарезка въездной полутраншеи сверху вниз

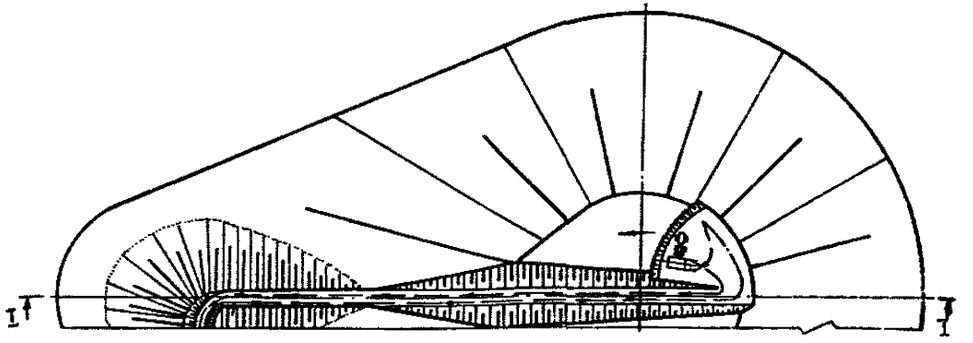




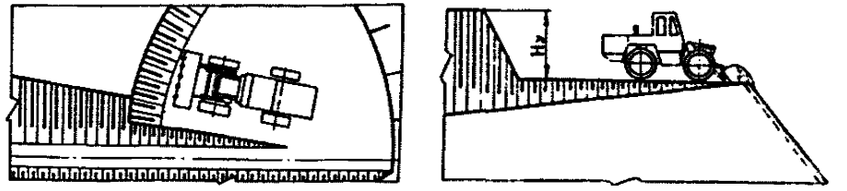
Технология разборки первого уступа

I-I





Технология устройства рабочей площадки



Технология нанесения потенциально-плодородного слоя



Схема №7

Схема понижения отвала погрузчиком с вывозкой породы автотранспортом.

Схема № 8. Схема понижения отвала скрепером и бульдозером

Рекомендуется для выполнения работ по технической рекультивации многолучевых конических и хребтовых отвалов шахт и обогатительных фабрик высотой до 50 м, сложенных рыхлыми породами I и П категории по экскавации. Состояние отвалов - негорящие и частично перегоревшие недействующие отвалы.

Рекультивируемые отвалы могут быть использованы:

- под лесопосадки или озеленение многолетними травами для ликвидации негативных воздействий на окружающую среду;
- для декоративно-ландшафтного оформления территории.

Порядок выполнения работ по понижению и нарезке спирального въезда следующий:

- бульдозером в направлении лобовой части (на хребтовых - боковые) послойно сталкивается порода вершины высотой до 8-I0 м, т.е. до образования площадки, достаточной для заполнения ковша скрепера при ходе его в одном направлении без разворота. Срезка вершины может производиться наклонными (до I5°) слоями с целью облегчения работы скрепера;
- сверху вниз бульдозером нарезается на период понижения въезд одновременно являющийся и съездом для автоскреперов. Согласно ПБ угол наклона данного въезда не должен превышать I5°;
- непосредственно процесс понижения заключается во въезде автоскрепера по въезду на образованную площадку, опускании режущего ножа и движении параллельно кромке площадки. Бульдозер при этом используется в качестве толкача. Технология и очередность проходов автоскрепера приведены на схеме. В целях безопасности работ по периметру верхней площадки при производстве работ оставляется предохранительный вал, который по мере снятия слоев породы автоскрепером растёт. При достижении его 0,7-I,0 м вал бульдозером сталкивается под откос и производится наращивание его вновь;
- выполаживание откосов производится бульдозером;
- на выположенном откосе сверху вниз с помощью бульдозера нарезается спиральный въезд под углом не более 6°.

Поперечный угол въезда - до 3^{0}. По внешней кромке въезда отсыпается предохранительный вал высотой до 0,7 м.

Завершаются работы по рекультивации на отвале внесением (при необходимости) мелиорантов и пригодных для биологической рекультивации пород как на спланированную площадку, так и на откосы. Для сбора и отвода сточных вод с отвала проводятся водосборная и водоотводящая канавы.

Рекомендуемые автоскреперы для понижения отвалов - Д-357П, ДЗ-111П; бульдозер-толкач ДЗ-18 или ДЗ-27, канавокопатель Д-716.

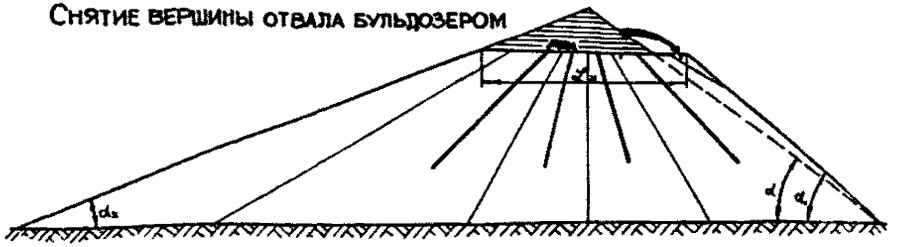
Условия применения

Тип отвала	конический, хребтовый, плоский
Высота отвала, м	до 50
Состояние отвала	негорящие и частично перегоревшие недействующие отвалы
Прочие условия	Категория пород по экскавации - I и II

Средства механизации

Скрепер	Д-357П, ДЗ-11П
Бульдозер	ДЗ-18, ДЗ-27.

Снятие вершины отвала бульдозером



Технология понижения отвала

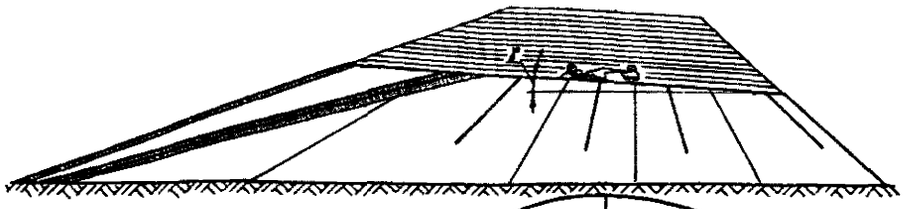
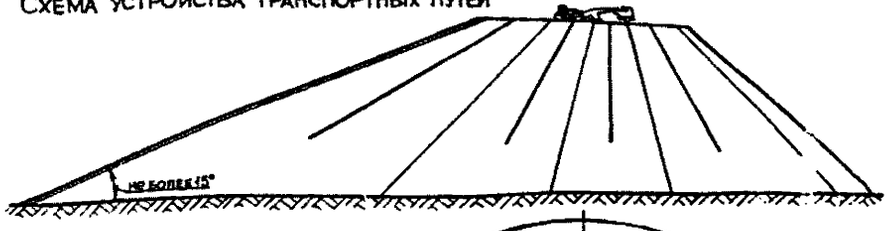
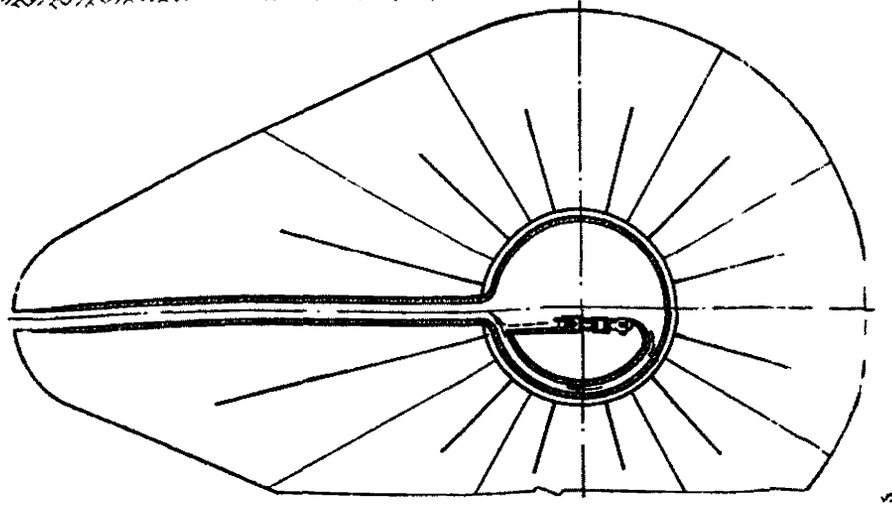
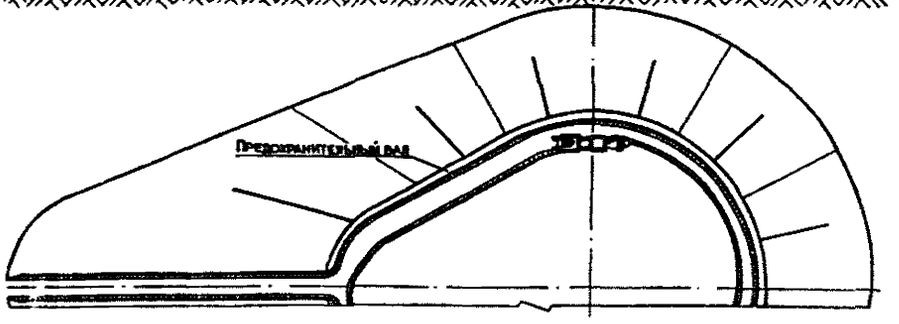


Схема устройства транспортных путей

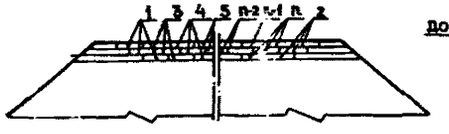






Технология послойного понижения и выполаживания откосов

1. Очередность проходов скрепера



Снятие предохранительного вала с одновременным выполаживанием откосов



Технология нанесения потенциально-плодородного слоя

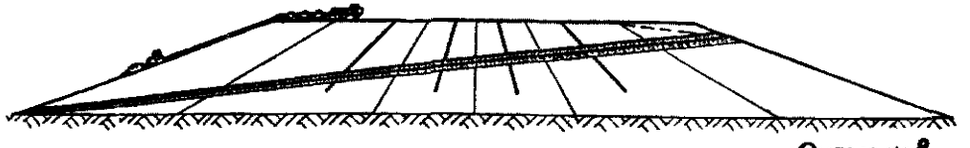


Схема №8.

Схема № 9. Схема выполаживания откосов отвала драглайном

Рекомендуется для выполнения работ по технической рекультивации откосов плоских или пониженных конических и хребтовых отвалов высотой до 20 м, сложенных рыхлыми породами с I по Ш категорию экскавации. Условия для применения практически не ограничены.

Порода горящих откосов перед переэкскавацией охлаждается водой и окончательно тушится после выполаживания путём перекрытия слоем суглинка и укатки его.

Рекультивируемые отвалы с выположенными откосами могут быть использованы:

- под сады, виноградники, пашню или под кормовые угодья;
- под лесопосадки и озеленение многолетними травами;
- парки, скверы, спортивные площадки и лагеря;
- под строительство промышленных и гражданских объектов.

Порядок выполнения работ по технической рекультивации:

- переэкскавация породы верхней половины невыположенного откоса в его основание при боковом проходе драглайна;

- параллельно работам по переэкскавации с отстаиванием по фронту 40-50 м бульдозером производится окончательная планировка откоса с одновременным завозом автотранспортом и складированием у верхней его кромки пригодных для биологической рекультивации пород;
- пригодные для биологической рекультивации породы на откос наносятся с помощью бульдозера. Мощность слоя определяется последующим этапом рекультивации;
- рекультивация поверхности самого отвала производится после рекультивации откосов путём внесения мелиорантов или отсыпки экрана (при токсичных породах отвала) и нанесения пригодных для биологической рекультивации пород. Количество мелиорантов определяется расчётом (приложение 3).

Завершающим этапом работ является проведение водосборных и водоотводящих канав вокруг отвала.

Рекомендуемые основные средства механизации: для переэкскавации пород - драглайн Э-2505 со стрелой длиной 25 м, для планировочных работ - бульдозер ДЗ-25 или ДЗ-34.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Тип отвала	ОТКОСЫ ПЛОСКИХ ПОГРЕБЕННЫХ КОНИЧЕСКИХ И ХРЕБТОВЫХ ОТВАЛОВ
Высота отвала, м	до 20
Условия применения	НЕ ОГРАНИЧЕНЫ

СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ:

Драглайн	Э-2505
Бульдозер	ДЗ-34 , ДЗ-25

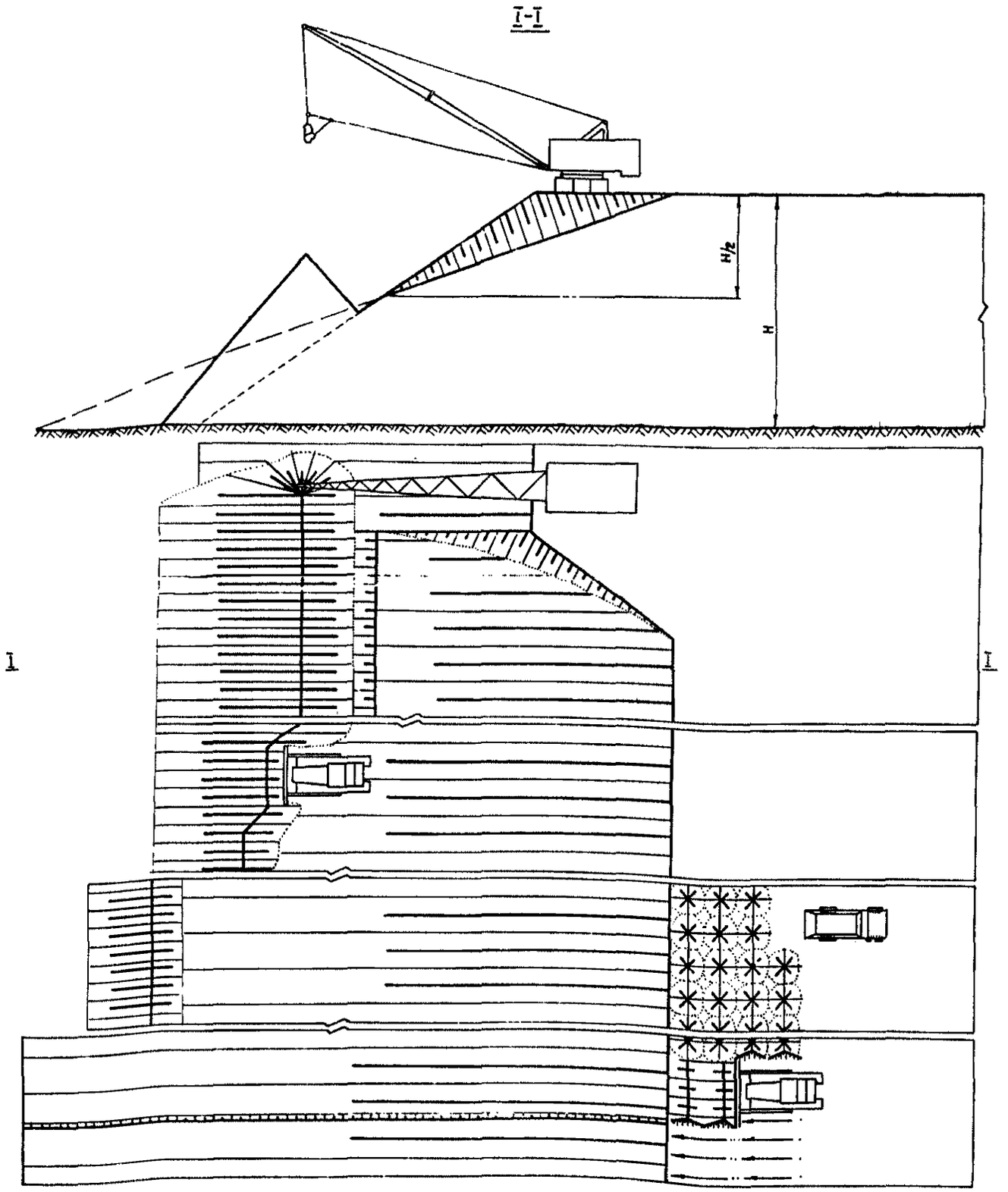


Схема №9

Схема № 10. Схема выполаживания откосов плоского отвала с нарезкой террасы драглайном

Рекомендуется для выполнения работ по технической рекультивации откосов групповых и центральных плоских отвалов шахт и обогатительных фабрик высотой до 30 м, сложенных рыхлыми породами I - III категории по экскавации. Дополнительными условиями для применения схемы являются достаточная мощность потенциально-плодородного слоя (ППС) у подножья отвала и возможность его разубоживания породой отвала.

Назначение рекультивируемых откосов плоских отвалов: лесопосадки и озеленение многолетними травами для ликвидации негативного воздействия на окружающую среду.

Порядок выполнения работ следующий:

- драглайн путём переэкскавации породы с откоса отвала отсыпает для себя въезд и рабочую площадку на середине откоса;

- снимая почвенный и подпочвенный (ППС) слои у подножья отвала укладывает их на откосы въездной полутраншеи.

Выемка почвенного и подпочвенного слоя производится на возможную по технической характеристике драглайна глубину и радиус черпания;

- в образовавшуюся траншею укладывается порода, снимаемая с верхней кромки откоса.

В дальнейшем работы по снятию почвенного слоя и выемке ППС с укладкой их на отсыпанную породу выположенной нижней половины откоса должны опережать засыпку траншеи;

- покрытие верхней половины откоса пригодными для рекультивации породами производится также за счёт выемки ППС из траншеи либо (при малой мощности) путем завозки и складирования у кромки выположенного откоса. Нанесение ППС в этом случае производится с помощью бульдозера.

Работы по нанесению и планировке пригодных для рекультивации грунтов как на верхнем откосе так и на нижнем должны вестись с отставанием от работ по выполаживанию на 40-50 м.

Завершающим этапом по рекультивации откоса является проходка водоотводящих канав по террасе и у подножья отвала.

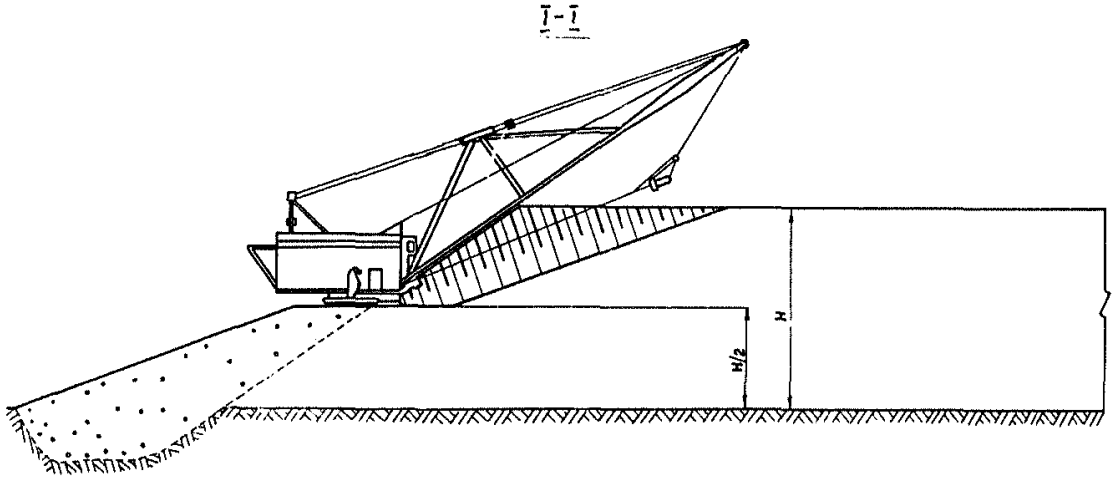
Рекомендуемые основные средства механизации - драглайн ЭШ-6/45 или ЭШ-4/45 и бульдозер ДЗ-18 или ДЗ-25.

Область применения:

Тип отвала	откосы плоских отвалов
Высота отвала,м	до 30
Условия применения	достаточная мощность ППС и возможность его разубоживания

Средства механизации

Драглайн	Э-6/45м; Э-4/45
Бульдозер	ДЗ-18 , ДЗ-25



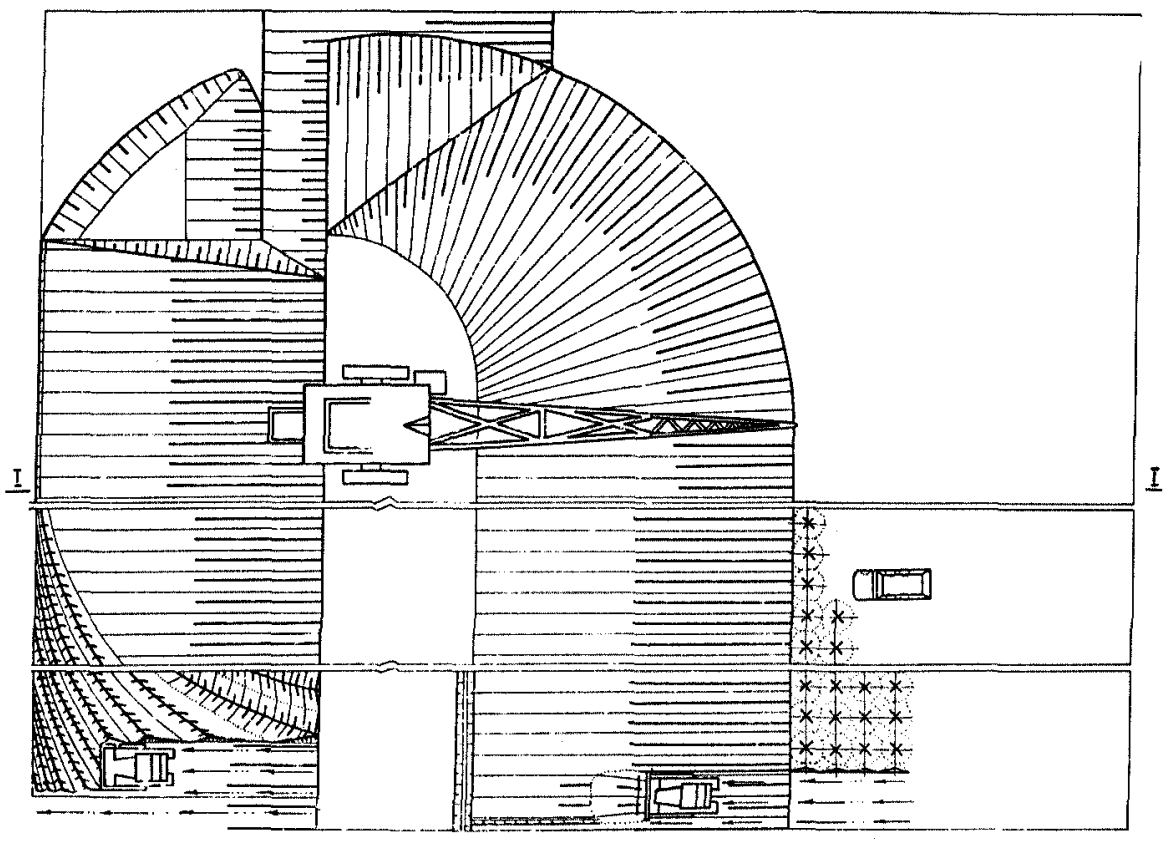


Схема №10

Приложение 2

М Е Т О Д И К А
определения основных свойств пород и их смесей

Почвенные и почвенно-грунтовые обследования нарушаемых и нарушенных земель производятся в соответствии с "Указаниями", разработанными объединением "Росземпроект" ж) или аналогичными ему в союзных республиках. Одним из основных документов, закладываемых в проекты биологической рекультивации, является почвенно-грунтовая крупномасштабная карта, на которой отображается пространственное расположение контуров, представленных породами и элювиями, имеющими различное потенциальное плодородие, указывается их механический состав, степень щебнистости и каменистости, насыщенности углистыми компонентами.

К почвенно-грунтовой карте прилагаются масштабные картограммы, показывающие обеспеченность пород элементами-органогенами (N , P , K , Ca , S), распределение кислотности, отмечаются участки особо опасные в эрозионном отношении.

В приложении к почвенно-грунтовой карте дается описание основных физических, химических и агрохимических свойств пород, распространение которых отмечено на карте. Для этой цели отбираются пробы всех встреченных пород на глубину 1,5-2,0 м через 10 см.

Отбор проб, характеризующих состав и свойство горных пород, проводится при разведочном бурении или при доразведке. На действующих разрезах пробы отбираются с борта вскрышной толщи на 3-х типичных для данного разреза профилях. Выделенные по профилям породы характеризуются по следующим признакам: возраст породы, глубина залегания, мощность данного горизонта, цвет и механический состав, количество и характер включений, характер обводненности. Одновременно с

ж) Временные указания по почвенному и почвенно-грунтовому обследованиям при проектировании рекультивации земель, снятия, сохранения и использования плодородного слоя почв. М., 1975.

описанием из каждого горизонта, включая верхний почвенный слой и почвообразующую породу, берут образцы для лабораторных исследований. Каждый образец должен иметь точную привязку к геологическим координатам (к разрезам и скважинам геологической сетки). Образцы отбираются в мешочки по 0,5-0,7 кг и отправляются в инженерно-геологические и агрохимические лаборатории для аналитической обработки.

Для изучения свойств вскрышных и вмещающих пород по их пригодности для биологической рекультивации рекомендуется проводить:

- определение pH (водной и солевой);
- механический состав по Качинскому.

В соответствии с показателями активной кислотности в породах проводятся следующие виды анализов.

I. В породах с pH ниже 4,5:

а) качественная проба на сульфиды;

б) потенциальная кислотность - обменная кислотность по Дайкухара; подвижный алюминий по Соколову; гидролитическая кислотность по Каппену;

в) марганец персульфатным методом;

г) в сульфидсодержащих породах (при большом их процентном содержании и опасности внесения таких пород в верхние слои отвалов) проводятся определения общей серы по Эшко, емкости поглощения по Аскинази; по Бобко - кальция и магния в десятипроцентной вытяжке соляной кислоты.

Методика расчёта доз извести дана в приложении 3.

2. В почвах и породах с pH 4,5-5,5:

а) определение показателей, перечисленных в п. I; а, б, в;

б) обеспеченность пород и почв основными питательными веществами: азотом, фосфором, калием. Общий азот определяется по Къельдалю; фосфор по Кирсанову и Чирикову (для бескарбонатных пород); определения калия на пламенном фотометре: по методу Масловой (для некарбонатных пород), Пейве (для кислых пород). Гидролизуемый азот - по Тюрину и Колоновой;

в) определение емкости поглощения карбонатных почв и пород методом Бобко и Аскинази в модификации Граберова и Уваровой;

г) содержание гумуса по Тюрину.

3. В почвах и породах с pH 5,5-8,3:

а) качественная проба на сульфиды;

б) определения, перечисленные в пункте 2 б, в, г.

Для карбонатных пород определение подвижного фосфора ведется по Мачигину, калия - по Протасову.

4. В почвах и породах с pH выше 8,3:

а) поглощенный натрий методом Антипова-Коротаева и Мамаевой с последующим определением на пламенном фотометре;

б) емкость поглощения по методу Мелиха в гипсоносных и по Айдиняну, Иванову и Соловьеву - карбонатных образцах.

5. Во всех почвах и породах с pH выше 3,5 и ниже 7,5 при содержании водорастворимых солей больше 0,5%, а также, если качественные испытания засоленности показывают высокое содержание в почвах или породах анионов Cl^{--} и SO_4^{--}, проводится полный анализ водной вытяжки. По результатам анализа проводят вычисление количества токсичных и нетоксичных солей, связывая ионы в гипотетические соли. Сравнивают содержание анионов водорастворимых солей с величинами порогов их токсичности. ж)

При полевом обследовании нарушенных земель и характеристике пород в отвалах проводят следующие виды работ.

6. Качественные реакции экспресс-методом. Апробирование проводится в поле при обследовании земель, образцы отбираются буром или щупом. Характер необходимых качественных реакций для смесей пород устанавливается на основе предварительных химических анализов чистых горных пород при составлении их классификации.

Если в отвале залегают сульфидсодержащие горные породы, необходимо в качестве индикатора использовать водный раствор роданистого калия или аммония, по яркокрасной окраске которого легко обнаружить присутствие железа.

ж) Пороги токсичности анионов CO_3^{--} - 0,03 мг-экв, HCO_3 (Mg и Na_3) - 0,8 мг-экв, SO_4 (Mg и Na) - 1,7 мг-экв, на 100 г. породы.

Для замера pH грунтов используют индикаторную бумагу типа " Rupkan " или полевой потенциометр ППМ-0I. Навеску грунта помещают в небольшую колбочку, заливают двухкратным количеством дистиллированной воды или воды с известным pH (6,5-7,0), энергично встряхивают и проводят измерение стеклянным электродом потенциометра или индикаторной бумагой.

7. Изучение водно-физических свойств отвальных пород и определение диапазона активной влаги (ДАВ). Для этого рекомендуется следующее:

а) определение наименьшей (полевой) влагоемкости в слое мощностью I м с одновременным послойным измерением объёмного веса пород. Образец после определения не выбрасывается, а оставляется для лабораторных анализов;

б) на территориях с ожидающимся дефицитом влаги желательно проводить периодические 5-6 сроков (ранней весной, в середине лета и осени) наблюдения за режимом полевой влажности в метровом слое в течение 2-3 лет. Проводятся следующие определения:

а) максимальная гигроскопичность;

б) влажность завядания;

в) расчёт диапазона активной влаги;

г) расчёт запасов продуктивной влаги.

Приложение 3

МЕТОДИКА
определений необходимых доз извести при мелиорации сульфидсодержащих пород

I. Определение общей серы по методу А.С.Ручик ж)

Навеску породы 0,2-0,5 г смешивают в фарфоровом тигле с I0 кратным количеством смеси, состоящей из 4 частей окиси цинка и I части карбоната натрия, насыпают сверху слой (3-4 мм) той же смеси и спекают в муфельной печи при 700-800° в течение 50-60 минут. По охлаждении спекшуюся массу отделяют от тигля, помещают в стакан, тигель обмывают малым объёмом горячей воды. Если водная вытяжка окрашена в зеленый цвет вследствие присутствия соединений марганца, то прибавляют I-2 капли H_2O_2 и нагревают жидкость до обесцвечивания. Жидкость фильтруют, осадок промывают на фильтре горячей водой. Фильтр и промывные воды нейтрализуют соляной кислотой уд.веса I,I9 по метиловому оранжевому, прибавляют 3 мг HCℓ (уд.вес I,I9), доводят объём жидкости водой до 300 мл, нагревают до кипения и осаждают сульфат ион горячим I0% раствором $BaCℓ_2$. Дальнейшее определение сульфат иона проводится весовым методом по общепринятой методике.

2. Определение емкости поглощения (Т) по методу Мелиха жж)

I0 г растертой и просеянной через сито с отверстиями I мм породы вносят в колбу Эрленмейера. Из измерительной колбы, тарированной на выливание и содержащей I00 мл обменного раствора № I, отбирают пипеткой (предварительно прополосканной обменным раствором) 25 мл этого раствора и добавляют к породе. Закрыв колбу пробкой, сильно встряхивают два раза с промежутком в I час и оставляют на ночь.

ж) Данное и остальные определения допускается проводить и другими методами в зависимости от конкретных условий.

жж) Методическое руководство по изучению почвенной структуры. Л., Колос, I969.

На следующее утро породу смывают 15-20 мл дистиллированной воды в приготовленную заранее фильтрационную трубку, а затем прикрывают небольшим количеством кварцевого песка[ж]. После этого приливают остальные 75 мл вытесняющего раствора пятью порциями, затем промывают дважды по 15 мл 2Н раствором хлорида бария (раствор № 2), а дальше по 15 мл дистиллированной воды до тех пор, пока не наполнится подставленная под фильтрационную трубку измерительная колба емкостью 250 мл. Отдельные промывки следует проводить не чаще, чем раз в полчаса. Скорость пропускания должна при этом составлять 1-2 капли в секунду. К глинистым породам можно добавлять кварцевый песок с целью сокращения продолжительности фильтрации. Находящуюся в фильтрационной трубке породу, насыщенную Ba, промывают десятью порциями 0,2Н раствора хлорида магния (раствор № 3) общим количеством 250 мл. При этом происходит реакция вытеснения обменного бария ионом магния.

Фильтрат собирают в стакан емкостью 400 мл и подогревают на проволочной сетке до слабого кипения. Прибавляют по каплям 50 мл горячей 10%-ной серной кислоты (при постоянном помешивании). Происходит осаждение ионов Ba^{++} в виде $BaSO_4$ (белый осадок). После уплотнения осадка на водяной бане сливают осветленную над ним жидкость при помощи стеклянной палочки через плотный фильтр (9 см).

Декантируют несколько раз горячей дистиллированной водой, а затем осадок переносят на фильтр и промывают до тех пор горячей дистиллированной водой, пока в фильтрате не исчезнут сульфатные ионы (испытание с $BaCl_2$). В предварительно прокаленном фарфоровом тигле (вес равен d) фильтр с осадками сушат, а затем прокаливают в течение двух часов при температуре 600°C. После охлаждения в эксикаторе тигель взвешивают (вес равен "c"). В вес осадка (c - d) вносят поправку на окклюзию магния (f) и на холостой опыт (g). Полученное количество $BaSO_4$ пересчитывают на величину (T).

ж) Фильтрационную трубку длиной 12 см и диаметром 3 см с выпускной трубкой диаметром 3 мм наполняют, начиная снизу, следующим образом: стеклянная вата, кварцевый песок, порода, кварцевый песок

Для определения величины окклюзии в совершенно аналогичных условиях смесь 250 мл 0,2Н раствора $MgCl_2$ и I мг-экв $BaCl_2$ осаждают, фильтруют, прокаливают и взвешивают. Находят процент отклонения (f) навески от теоретической величины (116,7 мг $BaSO_4$). Полученное в результате вычета поправок на окклюзию и холостой опыт количество Ва O_4 является эквивалентным количеству катионов, замещенных в ходе первого промывания. При вычислении величины Т следует её относить в соответствии с определением к 100 г почвы:

$$T = \frac{\text{мг } BaSO_4}{\text{эквивалентный вес } BaSO_4} \times 10$$

(мг-экв на 100 г породы)

Для анализа необходимы реактивы:

Р а с т в о р № I. При приготовлении раствора для вытеснения употребляют исключительно прокипяченную дистиллированную воду. Растворяют 90 мл триэтаноламина (уд.вес I,126) в 1000 мл дистиллированной воды и доводят до pH 8,I, добавляя 1Н соляной кислоты (около 300 мл). Этот раствор доводят до объёма 2 л раствора, содержащего 100 г $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Предохраняют от CO_2 .

Р а с т в о р № 2. Раствор 2н хлорида бария растворяют 25 г $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ в I л прокипяченной дистиллированной воды.

Р а с т в о р № 3. Раствор 0,2Н хлорида Mg растворяют 20,3 г $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ в I л дистиллированной воды.

3. Определение Ca, Mg в 10% солянокислой вытяжке

10% солянокислая вытяжка породы проводится по методике Гедройца.ж) В аликвотной части вытяжки с помощью уротропинового метода осаждают полуторные окислы, в фильтрате от полуторных окислов комплексометрическим методом определяют CaO и MgO.

ж) Гедройц К.К. Избранные сочинения, т.П, Химический анализ почв. Сельхозгиз, М., 1955

Методика расчёта доз извести. ж) Наиболее теоретически правильным методом расчёта доз извести, необходимых для химической мелиорации сульфидсодержащих пород разной степени окисленности и разного минералогического состава, является метод кислотно-щелочного баланса К.Илльнера. Метод учитывает наличие в породах неорганических соединений серы, составляющих основу общего содержания этого элемента в породе, емкость поглощения породы, а также содержание в ней оснований кальция и магния.

Потребность в извести (CaO) в мг-экв. рассчитывается по формуле $A = S + 50\% T$ (при pH = 5) $- (CaO + MgO)$, где

A - потребность в CaO в мг-экв на 100 г породы;

S - общее содержание серы в мг-экв на 100 г породы;

T - емкость поглощения породы в мг-экв на 100 г породы;

(CaO + MgO) - основания кальция и магния в 10% солянокислой вытяжке породы в мг-экв на 100 г породы.

ж) К.Илльнер и Д.Лоренц. Домсдорфский способ горнотехнической рекультивации внешних и внутренних отвалов буроугольных разработок. Гумбольдтский университет в Берлине. 1965, перевод В.И.Н.Т.И.С.Х.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

I. Современное состояние породных отвалов шахт и обогатительных фабрик в отрасли 5

2. Требования биологического этапа к технической рекультивации 8

2.I. Общие требования 9

2.2. Требования сельскохозяйственного направления рекультивации II

2.3. Требования рекреационного и санитарно-гигиенического направлений рекультивации I2

3. Методологический подход к выбору и разработке технологических схем технической рекультивации . I4

4. Технология и организация работ по технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик 25

4.I. Технологические операции технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик 25

4.2. Элементы схем технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик . . 27

4.3. Устройство подъездных дорог 45

4.4. Нарезка въездной полутраншеи 45

4.5. Снятие вершины отвала 49

4.6. Понижение и переформирование отвалов . . 53

4.7. Выполаживание откосов 56

4.8. Нарезка террас 58

4.9. Разборка отвалов 60

5. Расчёт объёмов пород, перемещаемых при технической рекультивации отвалов шахт и обогатительных фабрик 66

6. Оборудование и средства механизации для технической рекультивации 7I

6.I. Расчет производительности основного технологического оборудования 84

6.I.I. Расчет производительности экскаватора. 85

6.I.2. Расчет производительность бульдозера. 95

6.I.3. Расчет производительности скрепера. . I00

6.I.4. Расчет производительности гидромонитора. I0I

6.I.5. Расчет параметров буровзрывных работ. I08

6.2. Методика выбора комплекса (системы) машин и механизмов для технической рекультивации . . II2

7. Техника безопасности и промышленная санитария при ведении рекультивационных работ II5

Список литературы. I2I

Приложение I.

Технологические схемы технической рекультивации отвалов шахт и ОФ I25

Схема № I. I26

Схема № 2. . . . . I29

Схема № 3. . . . . I3I

Схема № 4. . . . . I34

Схема № 5. . . . . I36

Схема № 6. . . . . I39

Схема № 7. . . . . I42

Схема № 8. . . . . I45

Схема № 9. . . . . I48

Схема № I0 . . . . . I5I

Приложение 2.

Методика определения основных пород и их смесей . I54

Приложение 3.

Методика определений необходимых доз извести при мелиорации сульфидсодержащих пород. I58

Технологические схемы рекультивации террикоников и плоских породных отвалов шахт и обогатительных фабрик

Ответственный за выпуск
кандидат технических наук В.Т.Топчий

Редактор Л.Г.Бурмистрова

Технический редактор Л.Б.Старцева

ЛБ 72368. Подписано к печати 20.08.81
Заказ 0214-81, Тираж 500 Бумага 60х84/16 п.л.10,0
г.Пермь ВЦ Статуправления

gost.e-ecolog.ru