

УДК 622.271:622.693.25:631.61:631.171

Ю.И. Кутепов, Н.А. Кутепова, В.П. Жариков

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГИДРООТВАЛОВ КУЗБАССА

Обоснованы рекомендации по рациональному ведению рекультивационных и горных работ для создания комплексных горнотехнических сооружений, например, отвалов и гидроотвалов в горных выработках, отвалов на гидроотвалах, а также отвалов, отсыпанных на гидроотвалах, намытых в горных выработках.

Ключевые слова: уголь, добыча, рекультивационное оборудование, месторождение, гидроотвал.

Открытая добыча угля в Кузбассе сопровождается изъятием земель из сфер лесного и сельскохозяйственного производства, их нарушением при создании открытых горных выработок-разрезов и формировании отвалов вскрышных пород. Отвально-разрезные комплексы среди нарушенных площадей составляют 80 %, простираются на многие километры, занимают площади от десятков до тысяч гектаров и представляют собой основные объекты рекультивации. Одной из важнейших научно-технических задач при этом является обоснование рекомендаций по рациональному ведению рекультивационных и горных работ для создания комплексных горнотехнических сооружений, например, отвалов и гидроотвалов в горных выработках, отвалов на гидроотвалах, а также отвалов, отсыпанных на гидроотвалах, намытых в горных выработках. Подобные комбинации позволяют не только разместить на изъятых для нужд горного производства территориях дополнительные объемы вскрышных пород, но и выполнить их горнотехническую рекультивацию. Это особенно важно при решении про-

блемы рекультивации гидроотвалов вскрышных пород, которые длительное время из-за низкой несущей способности намывных отложений не доступны для производства специальных работ с применением сельскохозяйственного и рекультивационного оборудования. Одним из путей ее решения является отсыпка на поверхности намывного массива слоя из достаточно прочных пород в виде «сухого» отвала, поверхность которого обеспечит доступ оборудования для выполнения рекультивации.

Гидромеханизация при открытой разработке угольных месторождений в Кузбассе начала применяться в 1951 году на разрезе «Бачатский» с первоначальным объемом гидровскрыши 31 тыс. м³. За все время ее было удалено более 1 миллиарда м³ вскрышных пород, которые разместились в специальные отвальные сооружения — гидроотвалы. Общее их количество — 50 объектов. Большая часть сооружений сформирована в оврагах и балках строительством ограждающих дамб из привозного материала, два намыты на косогоре и имеют трехстороннее обвалование, два — на равнине при обваловании с

четырёх сторон, четыре — в старых горных выработках. Высота гидроотвалов колеблется от 4 до 73 м, их площадь — от 6 до 765 га. Самые крупные сооружения: «Моховский» (765 га), «Черниговский №1» (640 га), «Сагарлыкский» (600 га), «Кедровский №5» (545 га), «Черновой Уроп» (460 га). Емкость гидроотвалов изменяется в широких пределах — от 0,6 до 100 млн м³. По емкости наибольшими сооружениями являются: «Сагарлыкский» (100 млн м³), «Бековский» (80 млн м³), «Черниговский» №1 (60 млн м³) и №2 (52 млн м³) и «Прямой Ускал» (57,5 млн м³). Количество дамб гидроотвалов разнообразно от 1 до 15. Наибольшее количество дамб 15 имеет гидроотвал «Бековский».

При рассмотрении инженерно-геологических условий гидроотвалов Кузбасса использовалась схема техногенеза намывных пород [1], разработанная Ю.И. и Н.А. Кутеповыми. Она отражает последовательность формирования строения, состава, состояния и свойств пород, определяющая природные и техногенные факторы, их роль и взаимосвязь на различных этапах. Схема включает три этапа, сутью которых является формирование:

1) исходного состава материала, поступающего в гидроотвал;

2) состава и строения пород в массиве гидроотвала;

3) состояния и свойств намывных пород.

В Кузбассе гидромеханизацией удаляется верхняя часть разреза, сложенная отложениями неоген-четвертичного возраста. Она разделяется на свиты: меретскую (dpN_1-N_2mr), моховскую ($dpN_2^1-N_2^3mh$), сагарлыкскую (laN_2sg), сергеевскую (dpN_2-Q_1sr), кедровскую ($laQ_{1-II}kd$), бачатскую ($dzQ_{II}^3-Q_{III}^3bc$), краснобродскую ($aQ_{III}kr$) и еловскую ($dzQ_{III}^4-Q_{IV}^4el$). По происхождению отложения перечисленных свит в большин-

стве своем относятся к делювиально-пролювиальному и субаквальному генезису; только лессовидные породы еловской серии имеют эоловый генезис. По составу неоген-четвертичные отложения представлены в основном пылеватым суглинкам; среди отложений субаквального генезиса встречаются пылеватые глины и супеси. Анализируя физико-механические свойства неоген-четвертичных пород Кузбасса, отметим следующее:

- влажность пород изменяется в широких пределах от 7,9 до 30,8 %;

- наибольшие колебания характерны для пород бачатской свиты; субаквальные отложения в целом имеют средние значения влажности больше, чем субаэральные; наименьшие значения характерны для пород меретской свиты;

- коэффициент пористости с глубиной уменьшается, а размокаемость пород увеличивается с возрастанием коэффициента пористости;

3) по степени водонасыщения породы еловской свиты относятся к маловлажным; краснобродской, кедровской, сергеевской — к влажным; бачатской — от маловлажных до насыщенных; сагарлыкской, моховской и меретской — к насыщенным влагой, т.е. со стратиграфической глубиной практически все поры заполняются водой, а влажность увеличивается;

4) по коэффициенту уплотнения, определяющему состояние пород, отложения еловской свиты характеризуются как неуплотненные; краснобродской, бачатской, сергеевской и сагарлыкской — пластичные, а меретские и моховские — пластичные, переходящие в переуплотненные;

- сцепление пород закономерно увеличивается в направлении сверху вниз;

- хорошо размокают породы еловской (1—2 мин), бачатской (1—10 мин), кедровской (3-6 мин),

сергеевской (до 8 мин) свит; плохо размокают сагарлыкские, моховские и меретские отложения. Поэтому первые могут быть успешно удалены средствами гидромеханизации, а остальные — с использованием сухойрольных механизмов.

На этапе техногенеза намывных отложений, связанном с формированием их состава, строения в сооружении (этап II), основное значение имеет технология гидроотвалообразования, определяющая процесс фракционирования — раскладку исходного материала по крупности на карте намыва и, конечном итоге, характер изменчивости состояния и свойств намывных пород, строение массива, размеры и положение пляжной, переходной и прудковой зон. Изучение состава пород в намывных сооружениях Кузбасса позволило выявить тенденцию в распределении фракций по длине откоса намыва, проявляющуюся в закономерной смене по мере удаления от фронта намыва грубодисперсных разностей (песков, супесей) на мелкодисперсные (суглинки и глины).

После осадения намывного материала в гидроотвале наступает этап, сутью которого является формирование состояния и свойств пород в гидроотвале (этап III). Определяющим фактором на этом этапе является гравитационное уплотнение, контролирующееся в водонасыщенных породных массивах поровым давлением. Характер развития порового давления в гидроотвалах зависит от размеров намывного массива, интенсивности и технологии его формирования, дренажных условий на границах массива, компрессионно-фильтрационных свойств пород.

Изучение порового давления в строящихся и эксплуатируемых гидроотвалах позволило установить закономерности его распределения в формирующихся намывных массивах. Так, в условиях намыва гидроотвала «Беков-

ский», высота которого в 2003 г. достигла 73 метров, в намывном массиве, приуроченном к откосной зоне гидроотвала, зарегистрировано на глубине 58 метров поровое давление 0,73 МПа, т.е. избыточное поровое равняется 0,15 МПа. В глинистой (прудковой) зоне гидроотвала «Акташский» на глубине 30 метров зарегистрировано избыточное поровое давление 0,125 МПа. Два примера измерения порового давления в намывных породах приведены для иллюстрации тезиса о незавершенности процесса фильтрационной консолидации в некоторых частях формируемых намывных массивов.

При строительстве и эксплуатации гидроотвалов создаются намывные массивы определенной формы, которая существенно влияет на состояние и свойства пород. Форма намывных массивов определяется, с одной стороны, рельефом местности, на которой намывается гидроотвал, а с другой — геоморфологическим обликом сооружения. Рельеф поверхности основания может быть равнинным, косогорным, овражно-балочным, котловинным и котлованным. В связи с этим, дамбы обвалования отсыпаются либо с четырех-, трех-, одной стороны, либо не строятся вообще. Геоморфологический облик гидроотвала зависит от конструкции сооружения и технологии его формирования. Существуют две основные конструкции гидроотвала: одноярусная и многоярусная.

Таким образом, при строительстве и эксплуатации гидроотвалов образуются техногенные массивы сложной формы и строения, определяемые особенностью формируемого сооружения, технологией и процессом фракционирования. Обычно в гидроотвалах Кузбасса выделяются зоны песчано-супесчаных, суглинистых и глинистых пород, каждая из которых может быть разделена по консистен-

ции на подзоны текучих, мягкопластичных, тугопластичных, а иногда и полутвердых пород. Породы выделенных зон и подзон характеризуются различными физико-механическими свойствами [2, 3]. Неприятным моментом в строении гидроотвалов является наличие в верхней части разреза достаточно мощной подзоны (до 30 м) текучих пород, характеризующейся низкой несущей способностью. Отсыпка отвалов в таких условиях будет сопровождаться практически при любых технологических условиях оползневыми процессами подпошвенного типа [4, 5].

Территории земли, нарушенные юридическими лицами и гражданами при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведении всех видов строительных, геологоразведочных, мелиоративных, проектно-изыскательских и иных работ, связанных с нарушением поверхности почвы, а также складированием, захоронением промышленных, бытовых и других отходов, загрязнением участков поверхности земли, должны на определенных этапах быть подвергнуты рекультивации. Она осуществляется с целью восстановления их для сельскохозяйственных, лесохозяйственных, водохозяйственных, строительных, рекреационных, санитарных и санитарно — оздоровительных целей. Рекультивация земель для сельскохозяйственных, лесохозяйственных и других целей, требующих восстановления плодородия почв, осуществляется последовательно в два этапа: технический и биологический.

Технический этап предусматривает планировку, формирование откосов, снятие и нанесение плодородного слоя почвы, устройство гидротехнических и мелиоративных сооружений, захоронение токсичных вскрышных пород, а также проведение других

работ, создающих необходимые условия для дальнейшего использования рекультивированных земель по целевому назначению или для проведения мероприятий по восстановлению плодородия почв (биологический этап). Биологический этап включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрохимических, агрофизических, биохимических и других свойств почв.

Рекультивация гидроотвалов в силу специфических условий формирования намывных массивов является достаточно сложной инженерной задачей и требует разработки определенных подходов. Следует отметить при этом, что намывные породы практически не токсичны, плодородны, имеют хорошие агрохимические и агрофизические свойства, но характеризуются не совсем удовлетворительными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями. Опыт экологического изучения гидроотвала на реке Черновой Уроп показывает необходимость проведения мелиоративных работ для выполнения рекультивации поверхности под лесные насаждения. Однако реализация таких мероприятий весьма трудоемка, требуют больших энергетических и экономических затрат. Поэтому наиболее целесообразным в условиях конкретных разрезов Кузбасса будет применять технологическое мероприятие по нанесению на поверхность гидроотвала слоя пород, характеризующихся хорошими плодородием и агрохимическими свойствами, обеспечивающих нормальные условия произрастания древесно-кустарниковой растительности по гидрогеологическим и инженерно-геологическим факторам.

В качестве материала для формирования такого слоя могут использо-

ваться вскрышные породы, размещаемые обычно в отвалы «сухих» пород. В этом случае нанесение рекультивационного слоя есть процесс отвалообразования, подчиняющийся определенным принципам и условиям.

Возможны два варианта развития отвальных работ на гидроотвале: 1) отвал отсыпается в виде слоя пород минимальной мощности; 2) отвал отсыпается при максимально возможных параметрах по геомеханическим, технологическим и экологическим условиям. Первый вариант обычно используется при дефиците вскрышных пород на предприятии и большой дальности транспортировки материала до гидроотвала, а второй — при, так называемых, «благоприятных» обстоятельствах размещения вскрышных пород в отвалы (отсутствие площадей под отвалы, близкая дальность транспортировки до отвала и т.д.).

Одним из базовых вопросов, предшествующих выбору и разработке технологии ведения на гидроотвале отвальных работ, является вопрос изучения инженерно-геологических условий отвалообразования. Под ними понимаются размеры и форма намывных и насыпных техногенных массивов, строение, состав, состояние и свойства пород отвалов, гидроотвалов и естественных оснований, а также гидрогеомеханические процессы и геодинамические явления, сопровождающие горные работы.

Обоснование параметров и технологии отвальных работ на гидроотвалах необходимо осуществляется на гидрогеомеханической модели объекта, обоснованной по результатам изучения инженерно-геологических условий отвалообразования. Данная модель позволяет произвести прогнозирование развития гидрогеомеханических процессов (напрямую — деформированного состояния пород) и геодинамических явлений при определенных пара-

метрах отвалообразования, обосновать критерии для организации мониторинга безопасности.

На этапе непосредственного формирования отвала на гидроотвале исследования должны ориентироваться на наблюдения за устойчивостью внешних откосов отвалов и отвальных ярусов, выполняемые в рамках маркшейдерского, гидрогеомеханического и технологического мониторингов.

В основу технологических схем отсыпки отвалов «сухой» вскрыши на гидроотвалах положены следующие основные принципы, полученные из анализа инженерно-геологических условий отвалообразования:

1) при формировании первого отвального яруса допускается нарушение устойчивости откосов, т.е. отсыпка можно вести в режиме постоянного деформирования откосов отвала;

2) оползшие отвальные массы и выдавленные из-под отвала намывные породы не должны перемещаться за пределы границ гидроотвала;

3) при обосновании рекомендаций по параметрам отвалообразования на гидроотвале следует учитывать обстоятельства развития процессов консолидации в различных зонах гидроотвалов, приводящих к созданию неоднородного по отметкам рельефа, к тому же изменяющегося во времени с различной скоростью.

При разработке и обосновании технологических схем выбирается порядок и последовательность размещения отвальных масс в сооружения. Следует считать наиболее предпочтительной отсыпку первого яруса отвала в направлении от периферии к центру, при этом вначале отвал формируют на наиболее прочном естественном основании с последующим переносом отвальных работ на намывные отложения. Такая последовательность развития отвала позволяет

отжать намывные породы от границ гидроотвала к его центру, обеспечивая создание упорных призм без наличия зон ослабления.

Другим основным моментом при обосновании технологии отсыпки отвалов является выбор технологического оборудования. При отвалообразовании с помощью железнодорожного транспорта и экскаватора — мехлопаты, характеризующегося недостаточной мобильностью, не допускается размещение механизмов в призме возможного оползания. Использование драглайна, имеющего значительные линейные параметры, обеспечивает выполнение данного требования по безопасности ведения отвальных работ. Использование для отвалообразования автомобилей и бульдозеров позволяет временно находиться ему в призме возможного оползания. Важным параметром данной технологической схемы является высота первого отвального яруса, выбор которой в конкретных условиях сооружения требует учета следующих моментов:

1) в краевых частях гидроотвала необходимо обеспечить полное выдавливание намывных пород из-под отвала;

2) на динамику оползневых процессов и явлений на отвалах не должен влиять вес технологического оборудования;

3) скорость деформирования откосов должна быть минимальной при плавном характере протекания процесса.

Первое положение не является обязательным при рекультивации гидроотвалов с минимальными параметрами насыпи отвала.

Анализируя выполненные на гидроотвалах Кузбасса наблюдения за деформациями откосов, можно рекомендовать высоту первого яруса от 5 до 50 метров. Отвалообразование следует вести на последовательно сменяемых блоках шириной 60-100 м, на которые разбивается отвальный фронт. Работа

на каждом из них производится до определенного критического состояния, после чего переносится на следующий блок и т.д. Последовательное перемещение блоков по периметру гидроотвала обеспечивает необходимый фронт работ и запас времени для затухания деформаций.

Технология отвалообразования на территориях гидроотвалов включает: порядок развития отвальных работ на намывной поверхности; параметры нового сооружения (отвал + гидроотвал), первого и последующих ярусов; последовательность работ в пределах отвальной заходки; выбор оборудования при формировании отвалов. Она обосновывается на основании выполнения прогнозных расчетов консолидации и устойчивости с учетом инженерно-геологических условий намывного и насыпного техногенных массивов.

Вскрышные породы Кузбасса представлены скальными и полускальными угленосными отложениями тарбоганской (J1-3), кольчугинской (P2), балахонской (C1 – C2-3bl) серий, а также мягкими связанными отложениями неоген-четвертичного возраста. Основную долю пород вскрыши разрезов Кузбасса составляют песчаники (31-80 %) и алевролиты (14-57 %). На некоторых разрезах в достаточном количестве присутствуют аргиллиты (до 17 %) и четвертичные суглинки и глины (до 21 %), а иногда — горельники (2-5 %) и уголь.

Скальные и полускальные породы кольчугинской и балахонской серий в естественных условиях характеризуются относительно высокими значениями плотности ($2.4-2.6 \text{ т/м}^3$) и углов внутреннего трения ($33-45^\circ$). Другие инженерно-геологические свойства изменяются в достаточно широких пределах. Так, показатели временно-го сопротивления сжатию горных пород варьируют от единиц до 116 МПа, растяжению — от 0.12 до 26 МПа;

сцепления — от 0,1 до 28 МПа; влажности — от 0,59 до 14 %, пористости — от 3 до 23 %. В пределах данной группы пород наблюдается закономерное изменение свойств в зависимости от гранулометрического и минерального состава, стадии катагенетических изменений и состава цемента. Катагенетические изменения горных пород проявляются в замещении полевых шпатов карбонатами, глинистого цемента карбонатным, в растворении обломочных зерен и переотложении продуктов растворения. Состав цемента в зависимости от стадии катагенеза изменяется от глинистого к глинисто — карбонатному и далее к карбонатному и карбонатно — сидеритовому.

Согласно общей схеме техногенеза [1] формирование строения, состава, состояния и свойств отвальных пород определяется исходным составом вскрышных пород и технологией горного производства. На всех его этапах, включающих вскрышные и отвальные работы, транспортировку пород под влиянием природных и технологических процессов происходит формирование техногенных отвальных пород. В условиях Кузбасса наиболее часто встречаются «сухие» породные отвалы, сложенные дресвяно-щебенистым, реже дресвяно-щебенисто-глыбовым материалом, в которых промежутки, а иногда и более значительные участки насыпных массивов, заполнены более мелкодисперсным материалом покровных отложений. Инженерно-геологические условия насыпных техногенных массивов определяются процентным соотношением материалов, поступающих в отвал, их составом, временем существования и интенсивностью процесса биохимического выветривания.

Процесс биохимического выветривания вскрышных пород осадочного происхождения идет медленно, тем не

менее, при морфологическом анализе шлифов, приготовленным из пород отвалов, отсыпанных сравнительно недавно (несколько лет), отмечено появление каолинизации и серицитизации полевых шпатов; гидратации, обесцвечивания и аморфизации слюд (биотита); образование натечных форм глинистых минералов. Однако изменения эти не столь значительны, чтобы говорить о серьезных гранулометрических и минеральных преобразованиях состава отвальных пород, поэтому они в сооружениях продолжают находиться в виде каменисто-щебенистого материала с суглинистым заполнителем.

По механическим свойствам отвальные породы Кузбасса [6] характеризуются значениями углов внутреннего трения от 10 до 32°, зависящими от соотношения обломочного материала и суглинистого наполнителя зависят от процентного их соотношения. Так, при содержании суглинков в смесях менее 30 % угол внутреннего трения равен углу обломочного материала (26—32°), а при превышении значения 70 %-суглинка нарушенного сложения (10—21°); в диапазоне изменений содержания суглинков от 30 до 70 % наблюдается закономерное уменьшение углов внутреннего трения в приведенных выше пределах. Сцепление практически всех отвальных пород характеризуется значениями 0,005—0,015 МПа.

Изучение агрохимических свойств пород вскрыши показало, что все породы не содержат водорастворимых солей в концентрациях токсичных для растений и характеризуются слабощелочной и нейтральной реакцией среды (рН=7,2-7,8). Емкость поглощенных оснований составляет 18,3-28,6 мг-экв/100 г породы, что при наличии карбонатов кальция указывает на низкую емкость исследуемого субстрата. Изменение данного показателя в указанных пределах определяется количеством глинистой фрак-

ции и органического вещества. Наличие последнего связано в большей степени с включениями во вскрышных породах частиц угля разной степени окисленности. Известно, что присутствие угля в породах повышает процент органического вещества в них и увеличивает потенциальное плодородие техногенного элювия, мобилизуясь современной растительностью не сразу, а постепенно и медленно. Другие химические свойства техногенного элювия приведены в таблице в сравнении со свойствами естественных почв, характерных для данного района. Следует отметить, неплохие показатели плодородия — содержание гумуса и подвижных форм основных элементов питания. Это позволяет сделать вывод о том, что вскрышные породы в отвалах пригодны для выращивания многолетних трав и произрастания деревьев. Они располагают средним количеством питательных веществ, чему способствует наличие в них включений угля, активно используемого корневыми системами растений. Поэтому вскрышные породы в отвалах являются потенциально плодородными, пригодными для биологической рекультивации. Обычно биологическая рекультивация на отвалах разрезов Кузбасса осуществляется методом самозарастания. В связи с ужесточением требований охраны окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов биологическая рекультивация отвалов производится специализированными организациями, которые используют для этих целей посадку облепихи, а в последние годы сосны и пихты.

В заключение статьи сделаем основные выводы по рекультивации гидроотвалов Кузбасса способом нанесения на их поверхность слоя отвала «сухой» вскрыши:

1. За пятьдесят восемь лет применения гидромеханизации удалено более 1 миллиарда м³ пород с размеще-

нием их в 50 гидроотвалов различной высоты (5—73 м), площади (7—765 га) и емкости (0,6—100 млн м³).

2. При намыве гидроотвалов в результате процессов техногенеза формируются намывные массивы с зонами песчано-супесчаных, суглинистых и глинистых пород; в пределах каждой из выделенных зон толща разделяется на подзоны от текучих до полутвердых пород; верхняя часть разрезов массивов представлена текучими осадками с низкой несущей способностью, что делает их недоступными в течение длительного срока для специального оборудования, а при отсыпке отвалов здесь всегда возникают оползневые деформации с захватом основания.

3. Рекультивацию гидроотвала можно осуществлять нанесением на его поверхность слоя пород сухих отвалов максимальной или минимальной мощности; при обосновании высоты отвала на гидроотвале необходимо изучить инженерно-геологические условия отвалообразования и разработать на их основе гидрогеомеханическую модель нового сооружения отвал+гидроотвал; это позволило обосновать параметры и технологические схемы отвалообразования.

4. Обосновано применение технологических схем, позволяющих производить отсыпку отвалов в режиме контролируемых деформаций; схема экскаваторного отвалообразования предполагает выполнения формирования отвального яруса при нахождении отвального механизма вне призмы возможного оползания, тогда как использованием автомобилей и бульдозеров на отвале допускает их кратковременное нахождение в зоне деформирования отвала;

5. Инженерно-геологические условия насыпных техногенных массивов определяются процентным соотноше-

Агрохимические свойства техногенных пород и почв

Глубина отбора образца, см	Гумус (по Тюрингу), %	Азот общий (по Кьельдалю), %	Сумма поглощенных оснований, мг-экв на 100 г	Гидролитическая кислотность, мг-экв на 100 г	pH	P ₂ O ₅ мг на 100г почвы	K ₂ O мг на 100 г почвы
Чернозем выщелоченный							
0—30	7,9	0,54	48,0	3,6	6,0	11	18
30—45	6,0	0,30	40,2	3,7	6,0	10	14,5
Техногенные вскрышные породы							
0—20	4,0	0,25	25,6	2,3	7,0	10	15
20—45	2,9	0,20	22,1	2,2	7,6	9	12

нием материалов, поступающих в отвал, их составом, временем существования и интенсивностью процесса биохимического выветривания.

6. Изучение агрохимических свойств пород вскрыши показало, что все породы не содержат водорастворимых солей в концентрациях токсичных для растений, их плодородие определяется количе-

ством глинистой фракции и органического вещества; наличие последнего связано в большей степени с включениями во вскрышных породах частиц угля разной степени окисленности; вскрышные породы в отвалах пригодны для выращивания многолетних трав и произрастания деревьев: облепихи, сосны и пихты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутепов Ю.И., Кутепова Н.А. Техногенез намывных пород // Геоэкология. 2003. — № 5. — С. 405—413.
2. Кутепов Ю.И., Кутепова Н.А. Закономерности формирования техногенных пород при отвалообразовании // С. Научн. тр. ВНИМИ «Исследование сдвижения горны пород и гидрогеомеханических процессов в массивах сложной структуры при разработке месторождений. — СПб, 1992.
3. Рекомендации по инженерно-геологическому обоснованию параметров отвалов сухих пород, отсыпаемых на гидроотвалах. — Л.: Издательство ВНИМИ, 1985. — 82 с.
4. Кутепов Ю.И., Кутепова Н.А. Основные закономерности деформирования «сухих» отвалов при их размещении на гидро-
- отвалах. Тр.ВНИМИ, Сб. «Совершенствование методов расчета сдвижения и деформаций горных пород, сооружений, бортов разрезов при разработке угольных пластов в сложных горно-геологических условиях». — Л., 1985.
5. Указания по методам гидрогеомеханического обоснования оптимальных параметров гидроотвалов и отвалов на слабых основаниях. Часть I, II. — Л.: Издательство ВНИМИ, 1989, 1990.
6. Кутепов Ю.И. Научно-методические основы инженерно-геологического обеспечения отвалообразования при разработке угольных месторождений. Дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. — М.: Издательство МГУ, 1999. **ГЛАЗ**

Коротко об авторах

Кутепов Ю.И. — профессор, доктор технических наук, СПГИ (ТУ), Санкт-Петербург.
Кутепова Н.А., кандидат геолого-минералогических наук, СПГИ (ТУ), rectorat@spmi.ru
Жариков В.П., кандидат технических наук, ОАО УК «Кузбассразрезуголь», г. Кемерово.