

Министерство образованию и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»

Кафедра открытых горных работ

И. Б. Катанов

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Учебное пособие

Рекомендовано учебно-методической комиссией
специальности 130403 «Открытые горные работы»

Кемерово 2012

Рецензенты

- проф. кафедры открытых горных работ В. А. Ермолаев
- председатель учебно-методической комиссии специальности 130403 «Открытые горные работы», проф. В.Ф. Колесников

Аннотация

Решение природоохранных задач в инженерной деятельности специалистов по открытым горным работам возможно только на основе не только знаний технологии открытых горных работ, но и вопросов охраны окружающей среды. Такой комплексный подход позволяет освоить методику расчета основных параметров, характеризующих рациональное использование подземных и поверхностных вод, земли, недр в пределах земельного отвода горного предприятия.

В учебном пособии изложен учебный материал и методические подходы при решении конкретных расчетов, а также предусмотрено закрепление теоретических знаний по контрольным вопросам.

Катанов Игорь Борисович : «Рациональное использование и охрана природных ресурсов» учебное пособие [Электронный ресурс] / И. Б. Катанов. – Кемерово: КузГТУ, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); зв.; цв.; 12 см. – Систем. требования: Pentium IV; ОЗУ 8 Мб; Windows 2007; (CD-ROM-дисковод); мышь. – Загл. с экрана.

© КузГТУ

© Катанов И. Б.

Содержание

		стр.
1	Основные определения ФЗ «Об охране окружающей среды» № 7 ФЗ от 10.01. 2002	2
2	Охрана и рациональное использование водных ресурсов	13
3	Гидрогеологические условия разработки угольных месторождений	19
4	Качество и состав природных вод	23
5	Критерий оценки чистоты воды	30
6	Экономическая оценка экологического ущерба водным ресурсом	35
7	Охрана земельных ресурсов при открытых горных работах Нарушение земной поверхности	44
8	Рекультивация нарушенных земель	51
9	Основы рационального комплексного использования недр и их охрана	87

1. Основные определения ФЗ «Об охране окружающей среды» № 7 ФЗ от 10.01.2002

Почти никто из вас не задумывался над тем, что раз Земля имеет определенные размеры, то все на ней так же обладает конечной величиной. Так и природные ресурсы не беспредельны. Природные ресурсы возобновляются. Весь вопрос в том, за какое время это происходит?

Когда же в топках сгорают дрова и каменный уголь, то надо вспомнить, что для образования пласта угля в благоприятных условиях требуется десятки миллионов лет. Лес в зависимости от породы деревьев, восстанавливается за 60-100 лет. Разница весьма существенная, поэтому в сознании людей постепенно зреет мысль об истощимости природных ресурсов.

Слишком долго считали, что возможности природы к самовосстановлению и «залечиванию» ран, нанесенных ей действиями человека, также беспредельны. Только тогда, когда на земле стало увеличиваться число территорий, в природе которых произошли необратимые изменения, стало ясно, насколько человечество ошибалось.

Во второй половине прошлого столетия в условиях бурного развития науки и техники люди продолжали действовать на основе устаревшей психологии мышления, и это привело к резкому обострению между промышленным производством и природной средой.

Стали множиться старые и разрастаться новые проблемы, охватившие весь мир. К ним относятся «кислые» атмосферные осадки, опустынивание, эрозия, засоление земель, обмеление рек и т.д. Особенно сильные изменения происходят в районах концентрации разных отраслей промышленности. Даже сельское хозяйство, которое все больше переводится на промышленную основу, стало заметно влиять на природную среду.

До недавнего времени деятельность человека была направлена на создание материальных благ, а компенсация отрицательных последствий для природы осуществлялось самой природой.

В настоящее время все большее значение приобретает та сторона производственной деятельности, которая направлена на предотвращение и ликвидацию негативного воздействия человеческого общества на окружающую среду.

Что же представляет собой окружающая среда и природные ресурсы?

Окружающая среда – совокупность компонентов природной среды, природных, а природно-антропогенных объектов, а так же антропогенных объектов.

Природные ресурсы – компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеет потребительскую ценность.

Компоненты природной среды – земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, растительный и животный мир и иные организмы, а так же озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, в совокупности, обеспечивающие благоприятные условия существования жизни на Земле.

Под использованием природных ресурсов подразумевается – эксплуатация природных ресурсов, вовлечение их в хозяйственный оборот, и в т.ч. все виды воздействия на них в процессе хозяйственной и иной деятельности.

Основными видами воздействия на природные ресурсы является загрязнение окружающей среды, изменение ее качества, которое характеризуется физическими, химическими, бактериологическими и иными показателями или их совокупностью.

Результатом воздействия на окружающую среду является вред (ущерб), т.е. негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов.

Поэтому рациональное природопользование предусматривает хозяйственную деятельность с использованием технологий, позволяющих негативно воздействовать на окружающую среду в пределах установленных нормативов.

Природные ресурсы разделены по принципу неисчерпаемости на две основные группы: неисчерпаемые и исчерпаемые.

К **неисчерпаемым** природным ресурсам относятся:

1. Водные, связанные единым кругооборотом.
2. Атмосферный воздух и космические ресурсы (солнечная радиация, энергия морских приливов и т.п.).

Эти ресурсы обладают большой способностью обновляться. Однако могут и существенно ухудшаться под воздействием антропогенных факторов.

Исчерпаемые ресурсы в свою очередь подразделяются на возобновляемые и невозобновляемые.

В группу **исчерпаемых – возобновляемых** ресурсов входят: флора, фауна, почва, а так же некоторые виды минеральных ресурсов (например, соли, осаждающиеся в озерах). Однако при нерациональном использовании эти ресурсы могут перейти в группу исчерпаемых невозобновляемых.

К **исчерпаемым – невозобновляемым** относятся минеральные ресурсы недр (т.е. уголь, нефть, газ, руда и т.д.).

Формы и интенсивность потребления природных ресурсов меняются в соответствии с развитием производственных сил общества и уровнем научно-технического прогресса.

Все это имеет свое объяснение. За время существования на Земле отношение к природе и ее ресурсам у человечества менялось в зависимости от развития цивилизации. Но за это же время, как у отдельного человека, так и в целом у общества, выработались определенный стереотип мышления и психология поведения, когда дело касалось использования для своих нужд природных ресурсов.

Таким образом, на современном этапе развития производства одновременно должны решаться две неразрывно связанные между собой проблемы – рациональное использование всех без исключения ресурсов и охрана природной среды. Решение этих двух проблем требует разработки новых подходов в теоретическом и практическом плане.

Основная задача этой дисциплины разработка и практическое осуществление технически возможных, экономически целесообразных и экологически необходимых мероприятий, обеспечивающие рациональное использование и охрану природных ресурсов.

2. Охрана и рациональное использование водных ресурсов

1. Поверхностные и подземные воды как природные ресурсы

Природная вода формируется под влиянием естественных процессов при отсутствии антропогенного воздействия и подразделяется на поверхностную и подземную.

Атмосферные осадки в виде дождей или растаявшего снега стекают по дневной поверхности суши, образуя **поверхностные** воды, которые скапливаются в виде водных объектов, в т.ч.:

Водотоков (рек); Водоемов (озер, водохранилищ); Морей; 4.Ледников (материковых и горных).

Основная масса воды гидросферы сосредоточена в мировом океане (1370 млн. км³ или 94%). На долю льда, снега приходится 1,65 % или 24 млн. км³ и в поверхностных водах, т.е. озерах, реках, болотах сосредоточено всего около 0,04% или 0,5 млн.км³.

Часть поверхностных вод инфильтруется в грунт и переходит в подземные воды.

К **подземным** водам относятся воды, которые накапливаются и перемещаются в порах, трещинах или пустотах горных пород земной коры.

Различают три вида подземных вод:

1. Верховодку, располагающуюся в самой верхней части земной коры на небольших глубинах.

2. Грунтовые воды, залегающие на относительно небольших глубинах в первом от земной поверхности водоупорном горизонте, состоящем из водонепроницаемых пород (безнапорные воды);

3. Артезианские воды, залегающие на большой глубине в водоносных горизонтах, перекрытых сверху и снизу водоупорными слоями (как правило, это напорные воды).

Подземные воды – воды литосферы составляют около 4,1 % общего объема гидросферы, это около 61,4 млн.км³.

Водные ресурсы включают в основном пригодные для использования воды. Ресурсы пресных вод составляют около 2% от объема гидросферы.

На долю доступных для использования пресных вод приходится всего лишь 0,3 %.

Водные ресурсы представлены вековыми запасами и возобновляемыми ресурсами.

Вековые запасы пресных вод суши – это воды находящиеся единовременно в озерах, реках, ледниках, водоносных горизонтах горных пород.

К возобновляемым водным ресурсам относятся те, которые ежегодно возобновляются в процессе круговорота воды.

Оценка возобновляемых водных ресурсов обычно осуществляется по среднегодовому стоку, который составляет около 36% общего объема выпавших осадков на поверхности суши.

Объем воды, стекающей с 1 км³ поверхности за 1 с называется модулем стока.

В связи с загрязнением многих поверхностных вод роль подземных вод резко возрастает. Так в системах питьевого водоснабжения многих европейских стран более 75% составляют подземные воды.

2. Водный баланс

Водные ресурсы используются в народнохозяйственной деятельности по двум направлениям.

В одном из них вода не изымается из водоемов и не расходуется, а лишь используется для выполнения определенных функций.

Во втором направлении вода забирается из водных объектов, причем часть ее теряется безвозвратно на производство продукции.

В современных условиях строгую границу между направлениями использования воды провести трудно, поэтому комплексное использование воды называют – водопользованием.

Для решения хозяйственных, природоохранных и социальных задач водопользования составляется и анализируется

водный баланс, который охватывает соотношения между атмосферными осадками, поверхностными и подземными стоками.

Водохозяйственный балансовый анализ проводится на трех уровнях:

- по отдельным водопользователям;
- по отдельным водохозяйственным районам;
- в целом по стране.

Анализ водохозяйственного баланса выявляет требования к количеству и срокам использования воды.

Водохозяйственные балансы составляются отдельно по поверхностным и подземным водам.

Баланс **подземных** вод должен удовлетворять условию

$$Q_e - Q_3 > 0, \text{ м}^3$$

где Q_e – естественные ресурсы подземных вод (прогноз), м^3 ;
 Q_3 – суммарный запас подземных вод (разведанные и подсчитанные), м^3 .

Водохозяйственный баланс **поверхностных** вод рассчитывается из условия

$$B = C - \Delta C - \psi - C_T \pm \Delta V, \text{ м}^3$$

где C – объем стока с рассматриваемой территории, м^3 ; ΔC – объем стока, формирующийся на рассматриваемом участке, м^3 ; ψ – потребление воды на этом участке, м^3 ; C_T – требуемый транзитный сток, обеспечивающий судоходство, рыбное хозяйство и разбавление сточных вод в интересах санитарии; ΔV – наполнение (–) или обезвоживание (+) водохранилища, обеспечивающего запасы воды м^3 .

При $B < 0$ отмечается дефицит ресурсов воды, который можно устранить путем регулирования стока или его перераспределением и сокращением подачи воды менее ответственным потребителям.

Водообеспеченность населения и народного хозяйства характеризуется коэффициентом использования водных ресурсов $K_{\text{и.в.р.}}$

$$K_{\text{и.в.р.}} = \frac{(Q_3 - Q_c) \cdot 100}{Q}, \%$$

где Q_3, Q_c – расходы воды, забираемой и сбрасываемой в водные объекты; Q – водный ресурс при соответствующей расчетной обеспеченности.

Расчетная обеспеченность Q водного ресурса принимается в зависимости от требований бесперебойной подачи воды потребителям: для 1-ой категории потребителей надежность подачи составляет – 95%; для 2-ой категории потребителей надежность подачи – 90%;

для 3-ой категории потребителей надежность подачи – 85%.

По международным стандартам коэффициент использования водных ресурсов характеризует следующие положения с водоснабжением:

1. Если используется менее 10 % суммарного стока (т.е. $K_{и.в.р.} < 10$ %), то потребности в воде удовлетворяются без затруднений.
2. При $K_{и.в.р.} \leq 20\%$, то необходимы ограничения водопользования.
3. Если $K_{и.в.р.} > 20\%$, то водоснабжения не достаточно.

3. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Обводненность угольных месторождений

Обводненность карьерных полей, главным образом, на верхних горизонтах связывается с тремя основными факторами: геоморфологическими особенностями местности, литологическим составом пород и климатическими условиями.

Гидрогеологические исследования месторождений Кузбасса показали, что по условиям залегания и гидродинамическому состоянию выделяются два типа вод:

- грунтовые воды четвертичных отложений;
- подземные воды коренных пород.

Грунтовые воды, в свою очередь, встречаются трех видов, не имеющих, однако, регионального распространения.

Верховодка приурочена к лессовидным суглинкам и к толще серых и зеленовато-серых суглинков, развитых в долинах логов и на их склонах. Глубина залегания этих вод в зависимости от рельефа дневной поверхности колеблется от 2 до 7 м. Источником питания этого водоносного горизонта являются атмосферные осадки. В засушливые годы верховодка почти полностью исчезает.

В толще серых и зеленовато-серых суглинков с прослоями песков и супеси сосредоточен второй водоносный горизонт. В логах и долинах он образует заболоченность вследствие близкого залегания уровня.

Аллювиально-делювиальные воды залегают в щебнистом материале, которые обычно скапливаются на поверхности коренных пород. Эти воды дренируются глубокими логами. Значение этих вод в обводнении горных выработок незначительно, однако, залегая в основании откосов, сложенных суглинками они способствуют их оползанию. Рыхлые отложения вследствие незначительного коэффициента фильтрации и слабой водоотдачи лессовидных суглинков имеют незначительную водоносность и не оказывают существенного влияния на притоки вод в горные выработки.

Основную роль в обводнении четвертичных отложений играют аллювиальные воды, приуроченные к гравийно-галечниковым породам с мелко- и среднезернистым песчаным, частично пылеватым заполнителем с включением валунов. Гравий и галька хорошо окатаны, преобладающий размер гальки 40-60 мм. Заполнитель характеризуется хорошей отсортированностью, преобладанием в составе крупных фракций. Мощность галечникового горизонта колеблется от 2,5 м и до 6,0 м. Высокая обводненность галечников обусловлена их взаимосвязью с напорными подземными водами коренных пород и поверхностными водами рек. По химическому составу воды галечников относятся к гидрокарбонатно-кальциево-магниевому типу, слабо минерализованы, сухой остаток составляет 111 мг/л, воды мягкие, общая жесткость равна 1,2 мг·экв/л.

Подземные воды коренных пород приурочены к отложениям Кемеровской, Усятской и Кузнецкой свит, представленных песчаниками, алевролитами, аргиллитами и конгломератами. В литологическом разрезе преобладающее значение имеют песчаники.

Гидрогеологические наблюдения и количественные опробования водоносного горизонта показывают, что коренные породы в целом обводнены по всей толще. Степень обводненности коренных пород зависит от литологического состава пород, трещиноватости и гипсометрического положения относительно рельефа местности. Наиболее обводненными являются песчаники в зоне физического выветривания до глубины 80 -120 м и в зоне технических нарушений.

Подземные воды коренных пород напорные и относятся к гидрокарбонатно-кальциево-магниевому типу, пресные, сухой остаток составляет 212-387 мг/л, общая жесткость изменяется от 1,13 до 3,68 мг·эquiv/л.

При разработке угольного месторождения открытым способом, вскрываются водоносные горизонты, в результате чего по всему периметру через борта карьера происходит фильтрация воды в выработанное пространство.

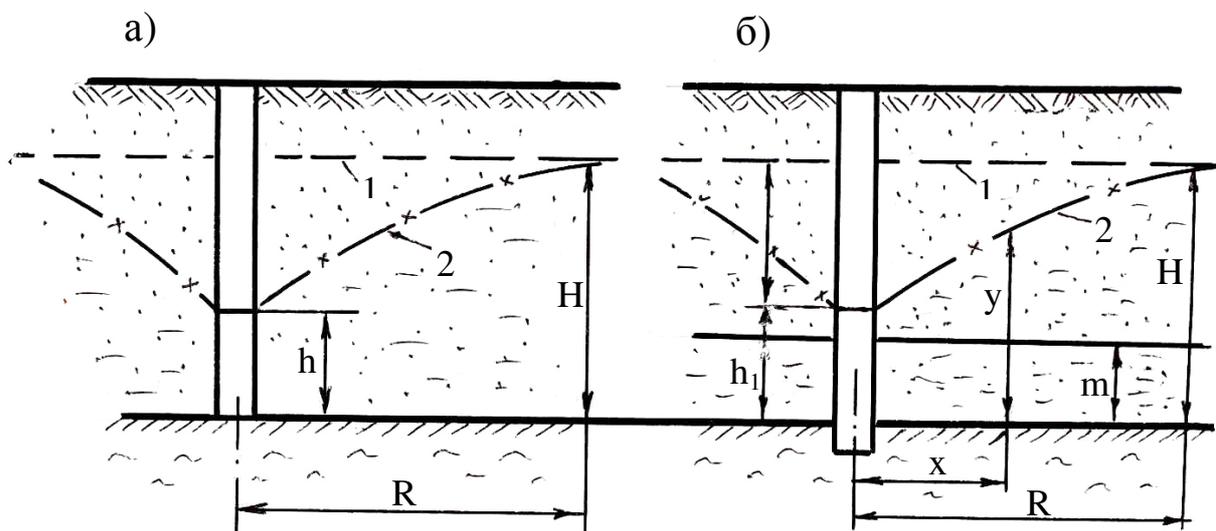
Обводненность вскрышных пород и угольных пластов осложняет ведение горных работ, поскольку создает угрозу внезапного прорыва воды в горные выработки, создает опасность оползней и обвалов бортов карьера.

Одним из отрицательных проявлений обводненности горного массива является осложнение во взрывной подготовке вскрышных пород и экскавации. Поэтому при проектировании параметров буровзрывных работ, выборе типа взрывчатого вещества, технологии ведения взрывных работ необходимо учитывать обводненность массива.

Изучение обводненности пород угольных разрезов Кузбасса позволило установить, что в осенний период за счет инфильтрации атмосферных осадков обводненность пород несколько возрастает, достигая на отдельных участках разрезов центрального Кузбасса 63 %. Это объясняется, во-первых, отсутствием на большей части карьерных полей наносных отложений, в результате чего все атмосферные осадки по трещинам попадают в коренные породы; во-вторых, крутым залеганием пластов, препятствующим фильтрации подземных вод вкrest простирания толщ; в-третьих, недостаточной сетью дренажных нагорных канав, а также подпиткой подземных вод из искусственных водоемов, созданных для водоснабжения.

В зависимости от расположения водоносных горизонтов в толще массива их различают на напорные и безнапорные. Если в водоносном горизонте пробурена скважина до водоупора и после откачки из нее воды, уровень воды от начального значения H понизится до h и стабилизируется, то такой водоносный пласт является безнапорным (рис.3.1,а). Если динамический уровень воды в скважине при установившемся притоке соответствует h_1 , при напоре H на

границе депрессионной воронки радиусом R , а мощность водоносного пласта и его коэффициент фильтрации постоянны и равны соответственно m и K , то какой водоносный пласт считается напорным (рис.3.1,б).



*Рис. 3.1. Схема развития депрессионной воронки:
а – в безнапорном; б – в напорном водоносном горизонте;
1 – уровень грунтовых вод; 2 – кривая депрессии*

Опыт эксплуатации угольных разрезов Кузбасса показывает, что с увеличением глубины разработки увеличиваются притоки подземных вод в выработанное пространство. На каждый метр углубки горных выработок обводненность пород увеличивается в среднем на 0,9 %, а высота столба воды в скважинах при этом возрастает в среднем на 0,08 м.

Движение подземных вод характеризуется скоростью фильтрации, которая составляет в среднем по Кузбассу 0,4-0,7 м/сут., увеличиваясь в отдельных случаях на порядок. При этом по высоте столба воды происходит затухание скорости фильтрации с глубиной, что в целом объясняется минимальным раскрытием трещин в породах в нижней части

уступа. Однако в ряде случаев картина фильтрации осложняется в результате изменения трещиноватости массива под действием предыдущих взрывов. Вокруг карьера формируется депрессионная воронка (рис.3.2).

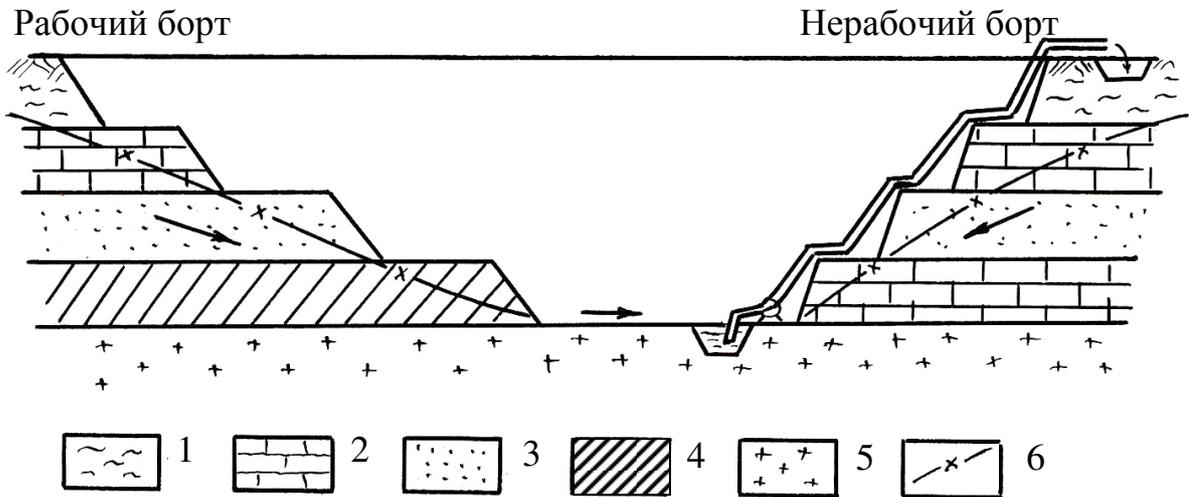


Рис. 3.2. Схема развития депрессионной воронки в условиях открытых горных работ:

1 – глина; 2 – известняк; 3 – песчаник; 4 – полезное ископаемое; 5 – водоупорный горизонт; 6 – кривая депрессии.

Многолетний период наблюдений показывает, что вскрышные породы разрезов северного Кузбасса обводнены в среднем на 30 %, центрального Кузбасса на 35-40% и южного Кузбасса на 28-30%

Оценка обводненности угольных месторождений

Количественная оценка обводненности пород обычно проводится по объему обводненных пород и степени их обводненности.

Для оценки обводненности месторождения, разрабатываемого открытым способом, определяется наличие водоносных горизонтов, приток в карьер воды, обводняющей горные выработки, ее гидрогеологические параметры, в т.ч. мощность, напор, коэффициент фильтрации, размеры зоны депрессии с учетом развития горных работ.

Обводненность пород в условиях разреза оценивается по уровню воды в массиве, который устанавливается по высоте столба воды во взрывных скважинах (рис. 3.3). Общая тенденция изменения уровня подземных вод показывает, что наибольший прирост высоты столба воды (H_B) наблюдается между первым и вторым рядами скважин (3), т.е. от 3 до 9 метров, считая от верхней брови уступа, а на расстоянии более 15 м высота столба воды практически не изменяется.

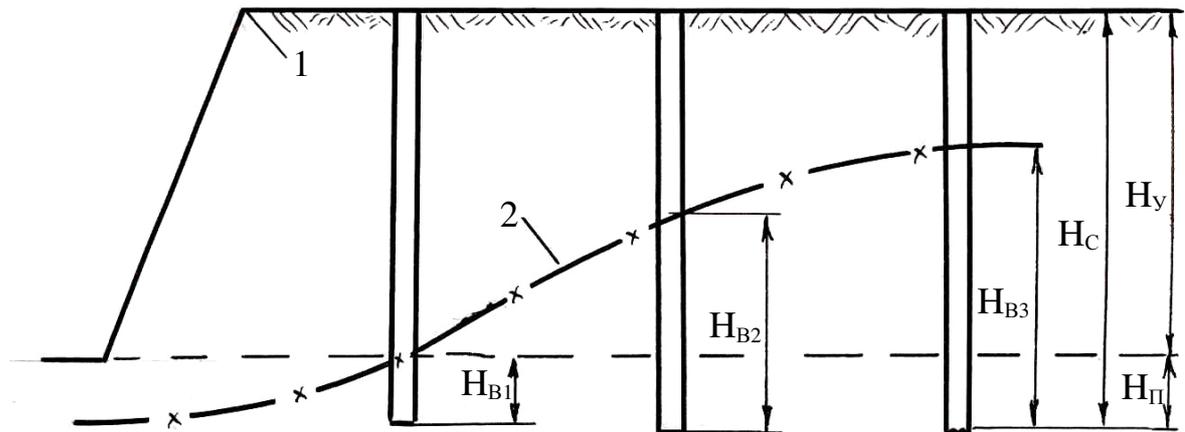


Рис. 3.3. Средний уровень воды во взрывных скважинах:
 1 – верхняя бровка уступа; 2 – уровень подземных вод; H_n – перебур; H_1, H_2, H_3 – уровень столбы воды в скважинах; H_c – высота скважины; H_y – высота уступа.

Степень обводненности пород по высоте столба воды распределяется в соответствии с табл.3.2.

Таблица 3.2

	Высота столба воды в скважинах, м					
	0,5-2	2-3	3-5	5-7	7-10	10-15
Объем обводненных пород, %	15	17	24	23	17	4

Определение водопритока в скважины

Для определения водопритока в скважины обычно пользуются методом откачек с последующим замером восстанавливаемого уровня воды в скважинах. Значение водопритока рассчитывается для каждого интервала времени по формуле

$$Q_i = \frac{(H_i - H_{i+1}) \pi r^2}{\tau_{i+1}}, \text{ дм}^3/\text{мин}$$

где H_i – глубина уровня воды после откачки, дм; H_{i+1} – глубина восстановившегося уровня воды в скважине в i момент времени, дм; τ_{i+1} – время восстановления уровня воды в скважине в i момент времени, мин; r – радиус скважины, дм.

В результате проведенных измерений и расчетов можно выделить три группы обводненных скважин. Первая группа слабо обводненных скважин, которых примерно 23 % от общего количества, с высотой столба воды в пределах перебура и водопритока до 25 дм³/ч. Вторую группу (около 56 %) составляют скважины со средней степенью обводненности со столбом воды от 3 до 7 м и водопритока до 700 дм³/ч. Остальные 21 % скважин образуют группу сильнообводненных с водопритока более 700 дм³/ч и высотой столба воды более 7 м.

Приток воды в выработки угольных разрезов

Для ориентировочных расчетов общий водоприток в карьер определяется как сумма водопритоков из каждого водоносного горизонта в отдельности и атмосферных осадков, выпадающих в пределах чаши карьера

Приток поверхностных вод в карьеры

Основными источниками обводнения карьеров с поверхности являются поверхностный сток (дождевые и талые

воды), а также открытые водоемы (пруды и озера) и водопритоки (реки, ручьи, каналы), располагающиеся в пределах карьерных полей.

Воды поверхностного стока, особенно в периоды ливней и интенсивных снеготаяний, размывают откосы, затапливают добычные горизонты и заиливают их песчано-глинистым материалом.

Защита карьеров от воды поверхностного стока производится в пределах полосы шириной около 0,5-1 км вокруг карьера при помощи системы нагорных канав и дамб. Ширина этой полосы определяется геоморфологией района, количеством выпадающих осадков, фильтрационными свойствами покровных отложений и степенью гидравлической связи поверхностных и подземных вод. При этом предусматривается надежная защита откосов карьера (особенно оползневых его участков), а также устьев стволов дренажных шахт, штолен, шурфов, скважин и других выработок от размыва и проникновения вод поверхностного стока.

Схемы расположения водозащитных сооружений (канав и дамб) зависят от рельефа местности и конфигурации карьеров и **подразделяются** на линейные и контурные, **а по сроку службы** – на **постоянные**, сооружаемые за проектной границей карьера (на нерабочих бортах), и **временные**, возводимые по мере подвигания фронта горных работ (на рабочих бортах).

Приток воды в карьеры за счет атмосферных осадков определяется интенсивностью и продолжительностью выпадения осадков, коэффициентом поверхностного стока и размером водосборной площади (в границах нагорных канав и дамб).

Обычно определяется нормальный приток дождевых и талых вод в карьеры.

Нормальный приток дождевых вод

$$W_{\partial} = 1000H_{\partial}\alpha F_{\partial}, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где H_0 – среднесуточное количество осадков, мм; α – коэффициент поверхностного стока (для площади, занятой бортами и дном карьера в скальных и глинистых породах $\alpha=0,8\div 0,9$); F_0 – водосборная площадь карьера (определяется в границах нагорных канав и дамб), км².

Приток талых вод в карьер

$$W_\tau = \frac{\alpha\beta h_c F_0}{t_c}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где β – коэффициент, учитывающий степень удаления снега из карьера при ведении горных работ (обычно принимается $\beta=0,5$); h_c – годовое количество твердых осадков при 50 % обеспеченности, м (берется по данным местных метеостанций); t_c – продолжительность интенсивного снеготаяния в период паводка, ч.

Приток подземных вод в карьер

Для определения притока воды в карьеры применяются методы гидрогеологических аналогий, водного баланса, аналитические и экспериментальные моделирования.

Метод гидрогеологических аналогий применяется для приближенных расчетов в районе освоенных месторождений и основывается на фактических величинах понижения уровня подземных вод, коэффициентов фильтрации, мощностей и напоров водоносных горизонтов и коэффициентов водообильности, полученных на действующих карьерах в аналогичных условиях. Наиболее эффективно применение его в тех случаях, когда при разведке не могут быть получены надежные расчетные данные, например в массивах закарстованных и трещиноватых пород. Этот метод дает хорошие результаты при сходстве двух объектов не по абсолютным значениям фильтрационных параметров, а при сходстве граничных условий и закономерностей изменения этих параметров по площади и глубине [6].

Метод водного баланса учитывает все источники пополнения и истощения запасов подъемных вод на проектируемой территории и применяется для определения общего притока воды и карьеры в районах с фиксированными областями питания и

разгрузки подземных вод. Самостоятельное значение этот метод имеет для месторождений с простыми гидрогеологическими условиями. В остальных случаях он применяется в сочетании с другими методами.

Аналитический метод применяется при относительно простых гидрогеологических условиях и прежде всего при относительно небольшой изменчивости гидрогеологических параметров. При этом природные условия приводятся к типовым расчетным схемам, для которых имеются аналитические решения. По форме области фильтрации в плане выделяются следующие типы водоносных горизонтов: неограниченный пласт, полуограниченный пласт, пласт-полоса, пласт-квадрант, пласт-круг и т. п. [6].

Приток воды в совершенный невытянутый карьер (при отношении длины к ширине менее 10), удаленный от контура обеспеченного питания и пройденный в однородном по проницаемости **безнапорном** водоносном горизонте, приближенно может быть определен по методу «большого колодца»

$$Q = \frac{1,36k(h^2 - h_0^2)}{\lg R_o - \lg r_o}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

где h – мощность водоносного горизонта, м; h_0 – мощность подземного потока (высота высачивания) у откоса карьера, м; R_o – приведенный радиус депрессии, считая от центра карьера, м, $R_o = r_o + R$; r_o – приведенный радиус карьера, м; R – радиус депрессии, считая от контура карьера, м.

Величина приведенного радиуса r_o определяется
– при неправильной, но близкой к круговой форме карьера

$$r_o = (F / \pi)^{0,5}, \text{ м}$$

-при прямоугольной форме карьера по формуле Н. К. Гириного

$$r_o = \eta_2 \frac{L + B}{4}, \text{ м},$$

где F – площадь карьера, м²; L – длина карьера, м; B – ширина карьера, м; η_2 – коэффициент, зависящий от отношения B/L ; находится:

B/L	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6 и более
η_2	1,05	1,08	1,12	1,14	1,16	1,17	1,18

Приток воды в невытянутый совершенный карьер из напорного водоносного горизонта [6]

$$Q = \frac{1,36k(2H - m)m}{\lg R_o - \lg r_o}, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где H – напор от подошвы водоносного горизонта, м; m – мощность водоносного горизонта, м.

Определение коэффициента фильтрации подземных вод

Коэффициент фильтрации характеризует одновременно среду и жидкость, проходящую через единицу площади поперечного сечения среды при напорном градиенте, равном единице и определяется по линейному закону Дарси

$$k = \frac{V_\phi}{i}, \text{ м/сут}$$

где V_ϕ – скорость фильтрации подземных вод, м/сут; i – гидравлический уклон, доли единиц.

$$i = (H_1 - H_2)/L,$$

где H_1, H_2 – уровень воды в скважинах и расстояние (L) между ними, м.

Скорость фильтрации подземных вод можно определить при протекании подземных вод через скважину с проницаемыми стенками, пробуренную в водоносном горизонте [8]

$$V_\phi = 0,5 \cdot V_n, \text{ м/сут}$$

где V_n – скорость движения подземных вод, м/сут.

Для измерения скорости движения подземных вод используется геофизический метод резистивиметрии, основанный на изменении концентрации электролита в воде скважины. Пояснение использования метода показано на рис. 3.4.

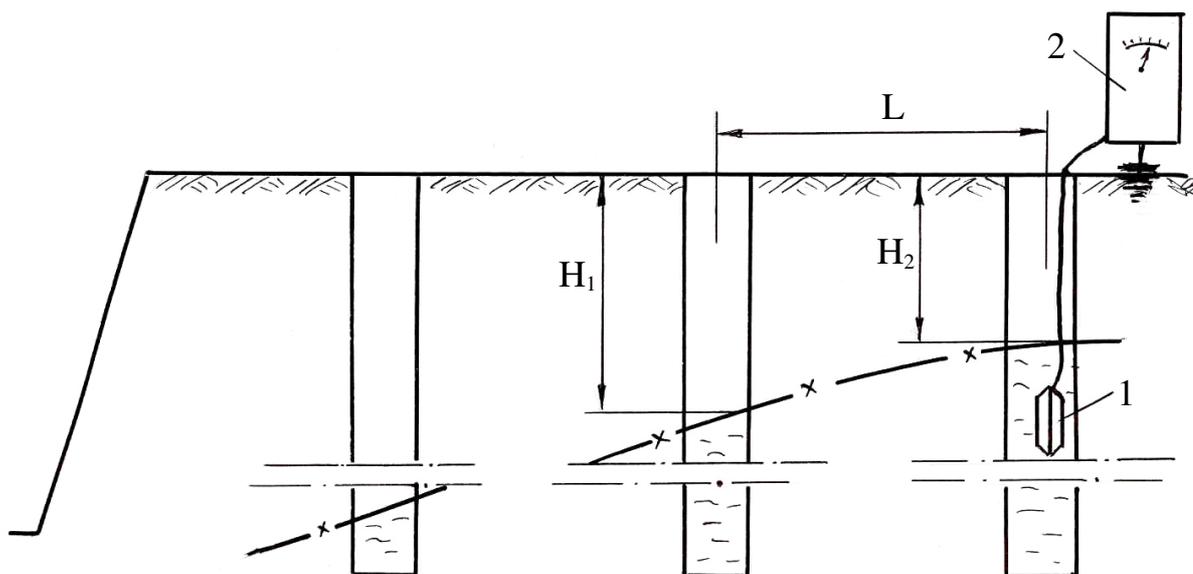


Рис. 3.4. Схема измерения сопротивления электролита в скважине

В воде, находящейся во взрывной скважине 3-го ряда на взрывном блоке растворяют поваренную соль, опускают в воду резистивиметр 1, соединенный с блоком 2 измерения электрического сопротивления воды в скважине на разной высоте от зеркала воды.

Затем по специальным графикам определяют концентрацию соли в воде. Измерения проводят через фиксированные промежутки времени.

Скорость движения подземных вод определяется по формуле [8]

$$V_n = \frac{1,81 \cdot d}{t} \lg \left(\frac{C_1 - C_o}{C_2 - C_o} \right), \text{ м/сут}$$

где d – диаметр скважины, м; C_o – естественная минерализация воды в скважине, г/л; C_1 – концентрация электролита сразу после засоления, г/л; C_2 – концентрация электролита в момент измерения; t – время от момента измерения C_1 до C_2 , сут.

В полевых условиях довольно точные результаты определения коэффициента фильтрации можно получить методом откачек из отдельных скважин или куста (рис. 4.2.)

– для безнапорных вод

$$k = \frac{0,73Q(\lg x_2 - \lg x_1)}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)},$$

- для напорных вод

$$k = \frac{0,366 \cdot Q \cdot (\lg x_2 - \lg x_1)}{m(S_1 - S_2)}.$$

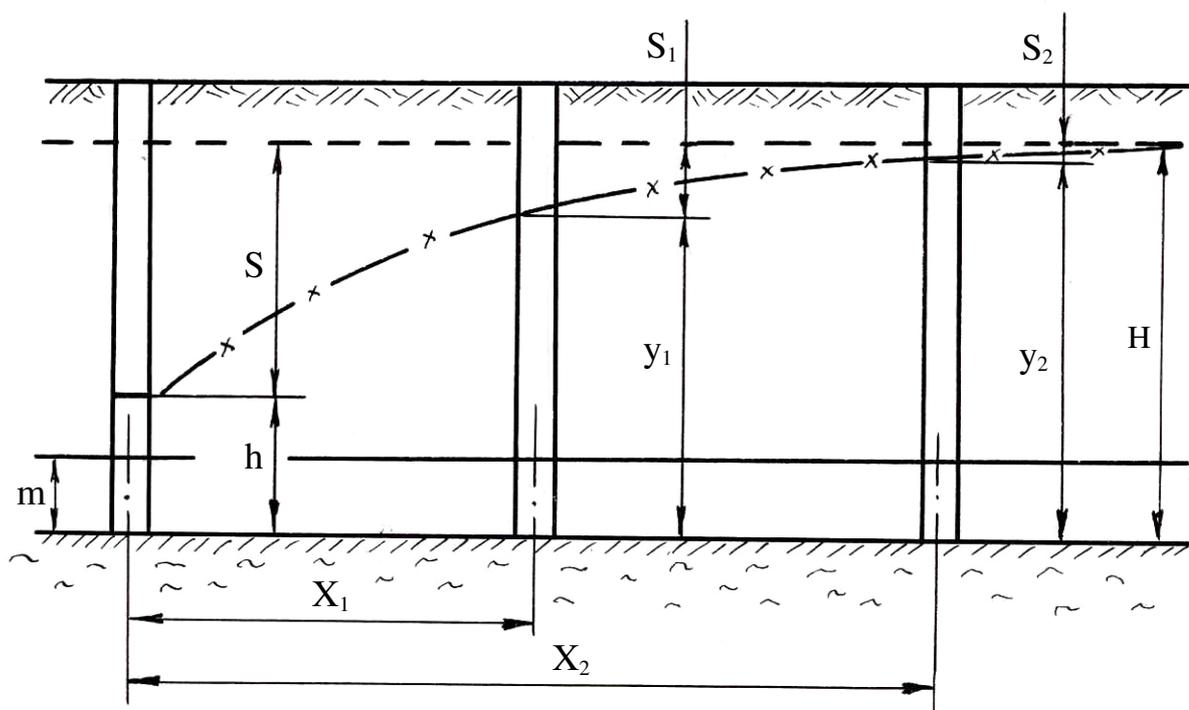


Рис. 3.5. Схема к определению коэффициента фильтрации методом откачек

Для более точных результатов необходимо сделать измерения при 2-3 откачках с различными понижениями S и вывести среднее значение k . При каждом понижении необходимо достигать установившегося движения подземных вод к центральной скважине.

Для откачки можно использовать погружные насосы или машину МО-1, основанную на использовании сжатого воздуха и пенообразующего вещества.

Методы предотвращения притока воды в горные выработки

Горное производство с одной стороны является источником загрязнения поверхностных и подземных вод.

С другой стороны, одним из условий ритмичной работы горного и транспортного оборудования, а также ведение буровзрывных работ является устранение негативных явления, связанных с обводненностью месторождения.

Поэтому защита карьеров от попадания воды в горные выработки должна осуществляться в зависимости от конкретных условий, в том числе открытым водоотливом, осушением или водопонижением, а также устройством противофильтрационных завес.

В идеальном варианте разумное сочетание методов защиты должно обеспечить осушение всех водоносных горизонтов, залегающих над полезным ископаемым, и удаление поверхностных вод и водотоков с карьерного поля.

В реальных условиях часть поверхностных и подземных вод скапливается в водосборниках горных выработок, вызывая необходимость сооружения водоотливных систем.

Защита от подземных вод в основном осуществляется за счет их перехвата на пути движения к карьере. По способу сооружения дренажные системы разделяются на поверхностные, подземные и комбинированные.

Поверхностные дренажные системы

Поверхностные дренажные системы сооружаются с поверхности земли или с поверхности уступов карьеров. Основными элементами этих систем являются: водопонижающие скважины; водопоглощающие скважины; горизонтальные скважины; иглофильтровые установки; дренажные щели.

Водопонижающие скважины применяются как в безнапорных водонасосных горизонтах при мощности их не менее 10 м и коэффициенте фильтрации более 1-3 м/сут, так и в напорных при меньших мощностях водоносных горизонтов и коэффициентах фильтрации. Они могут сооружаться не

только на водоносные горизонты, перекрывающие залежь полезного ископаемого, но и на подстилающий горизонт, когда породы в последнем обладают более высокими фильтрационными свойствами, чем дренируемый горизонт, и имеют с ним гидравлическую связь. При наклонном залегании водоносных пластов водопонижающие скважины более эффективны, чем при горизонтальном залегании.

Водопонижающие скважины широко используются на карьерах для постоянного (за технической границей карьера) и временного (на рабочих бортах, уступах и дне карьера) дренажа. Как правило, водопонижающие скважины рассчитываются на длительный срок службы. Располагаются они в пониженных местах гипсометрии дренируемого горизонта, на участках повышенной трещиноватости и закарстованности. Глубина заложения скважин достигает 300 м и более.

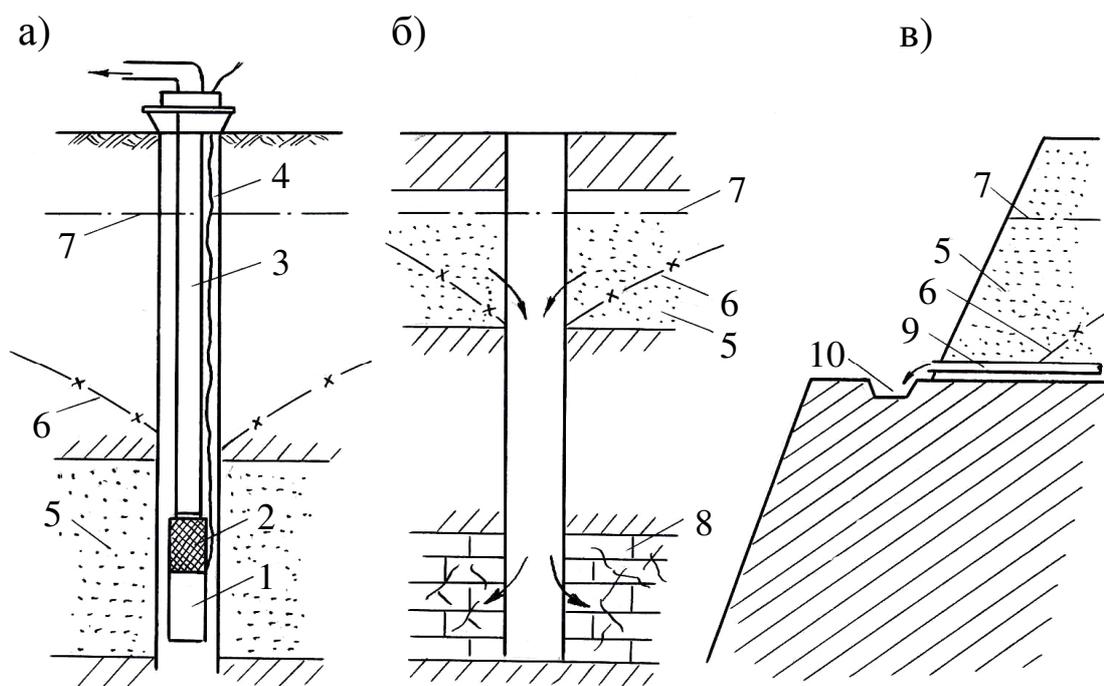
Технология сооружения водопонижающих скважин сводится к следующему: бурению скважин, установке обсадных труб и фильтров, прокачке скважин и установке погружных насосов, прокладке водоотводных труб, подключению насосов к системе автоматического управления (рис. 3.6., а).

Водопоглощающие (инфильтрационные) скважины (рис. 3.6. б) применяются для перепуска воды из верхних водоносных горизонтов в нижние в случаях, когда водопроницаемость поглощающего водоносного горизонта больше, чем дренируемого горизонта, а также когда уровень поглощающего горизонта ниже толщи разрабатываемого полезного ископаемого и поглощающий горизонт не используется для питьевого водоснабжения. Поглощающий горизонт должен обладать высокой естественной дренирующей способностью. Разность уровней в дренируемом и в поглощающем горизонтах может быть создана путем снижения уровня воды в последнем водопонижающими скважинами.

В этом семействе дренажных сооружений выделяют собственно поглощающие и инфильтрационные скважины. Поглощающей называется закрепленная скважина, служащая для отвода поверхностных вод в какой-либо подземный

водоносный пласт. Инфильтрационная обеспечивает связь нескольких водоносных пластов.

Наиболее благоприятные условия для широкого использования водопоглощающих скважин создаются при наличии под обводненными слабопроницаемыми породами закарстованных известняков.



*Рис. 3.6. Типы дренажных устройств:
 а – водопонижающая скважина; б – поглощающая скважина; в – горизонтальная дренажная скважина; 1 – насос; 2 – фильтр; 3 – водоподъемные трубы; 4 – электрический кабель; 5 – водоносной горизонт; 6,7 – динамический и статический уровень воды; 8 – поглощающий водоносный горизонт; 9 – горизонтальная скважина; 10 – дренажная канава.*

При сооружении водопоглощающих скважин применяются те же способы бурения, станки и фильтры, что и для водопонижающих. Конструкция водопоглощающей скважины определяется в зависимости должна исключать возможность поглощения воды водоносными горизонтами, расположенными между дренируемым и поглощающим горизонтами.

Горизонтальные дренажные скважины. Применяются как самостоятельные устройства для создания дренажных систем в сочетании с открытым водоотливом или как вспомогательные устройства для перехвата "проскока" подземных вод.

Горизонтальные скважины представляют собой самотечные дрены, которые проходят с основания уступов у подошвы водоносного горизонта перпендикулярно к откосу с уклоном не менее 0,003 % в сторону от него (рис. 3.6., в). Область применения горизонтальных скважин весьма широка, но наиболее целесообразно их использовать для дренажа относительно маломощных водоносных горизонтов.

Длина горизонтальных скважин на нерабочих бортах определяется из условия перехвата основной части фильтрационного потока за расчетной линией сползания или обрушения уступа. На рабочих бортах длина их принимается в зависимости от конкретных гидрогеологических условий и требуемой эффективности дренажа, но не менее двухкратной ширины экскаваторной заходки.

Экспериментальными исследованиями установлено, что уровни подземных вод снижаются в основном в пределах 0,5-0,75 длины скважин от борта карьера. Основная часть притока воды к скважинам (70-90 %) приходится на их забойную часть, составляющую 1/3 длины скважины. Наибольший эффект достигается при заложении скважин перпендикулярно к фронту откоса. Иногда применяют веерные схемы бурения горизонтальных скважин.

Для бурения в крепких породах (в том числе по угольным пластам), не требующих крепления стенок скважин используются станки СБМ-3у, СБГ-1М, ЗИФ-650, СКБ-4, СКБ-5. Так, например, использование станков СКБ-4 и 5 позволяет бурить скважины диаметром 90 мм длиной от 100 до 300 м.

Положительный опыт применения горизонтальных скважин имеется и в Кузбассе. Они были использованы для осушения бортов разрезов Прокопьевский, Киселевский, Краснобродский. Разрабатываемые этими разрезами углепородные массивы характеризуются наклонным и крутым залеганием слоев литологических разностей, представленных

как водовмещающими породами, так и пластами аргиллитов и алевролитов различной мощности, характеризующихся очень низкой водопроницаемостью. В результате этих факторов борта разрезов находились в водонасыщенном и неустойчивом состоянии.

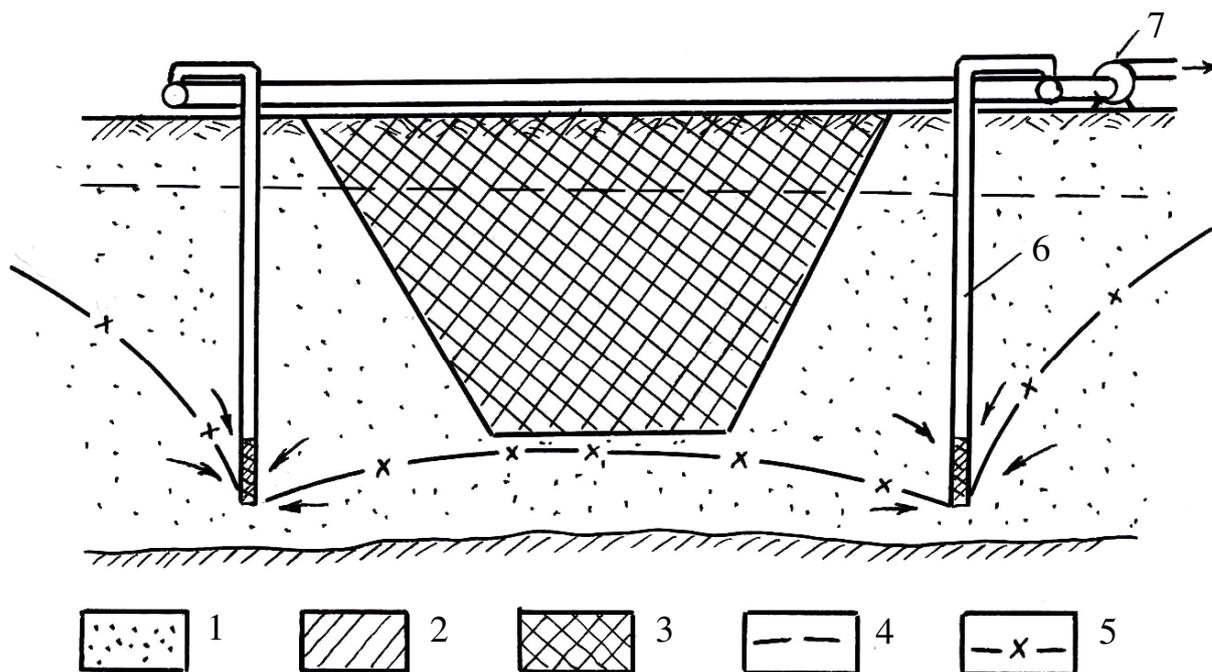
Использование горизонтальных самоизливающихся скважин, обеспечивших связь водоносных горизонтов с выработанным пространством, сопровождалось большими дебитами и позволило за сравнительно небольшой промежуток времени (2-3 мес.) сдренировать значительную часть запасов подземных вод. В результате этого удалось стабилизировать наметившиеся на бортах разрезов оползни.

Иглофильтровые установки (передвижные, легкие, эжекторные) применяются для временного и локального понижения уровня подземных вод в песчаных и песчано-глинистых породах.

Основным достоинством иглофильтров по сравнению с водопонижающими скважинами является более высокая степень осушения (коэффициенты фильтрации 0,1-2 м/сут), особенно в слабопроницаемых породах, т.е. там, где скважины использовать нецелесообразно. Для предотвращения замерзания воды в системе иглофильтры – коллектор откачка воды зимой должна производиться непрерывно.

На практике чаще всего применяют легкие водопонижительные иглофильтровые установки ЛИУ-6Б (производительность 65-140 м³ /ч, напор на выходе 28-36 м, общая длина одного иглофильтра 8,5 м, число иглофильтров на одну установку 25-100 шт., к.п.д. при полной загрузке агрегата – 63 %).

Иглофильтры обычно располагают в виде кольцевой системы (рис. 3.7).



*Рис. 3.7. Общий вид иглофильтрационной установки:
 1 – водоносные пески; 2 – водоупорное ложе; 3 – контур проектируемой траншеи; 4 – уровень грунтовых вод; 5 – понижение уровня воды; 6 – иглофильтр; 7 – насос*

Расстояние между иглофильтрами может изменяться от 0,5 до 10 м. Чаще всего иглофильтры применяются на рабочих площадках уступов в процессе строительства разрезных и выездных траншей. С учетом гидравлических сопротивлений собственно иглофильтров и коллектора понижение уровня подземных вод, вызванное действием всей водопонижительной установки ЛИУ-6Б, не превышает 5 м. Если необходимо большее понижение уровня, применяют двух или трехъярусную систему расположения иглофильтров.

Несмотря на высокий эффект осушения и возможность использования в слабопроницаемых породах, иглофильтры имеют ряд недостатков. К последним следует отнести сравнительно небольшую величину водопонижения (не более 5 м при однорядной системе), громоздкость монтажа установки, трудности для эксплуатации в зимнее время.

При использовании однорядной системы и заданном понижении (более 5 м) целесообразно применять эжекторные

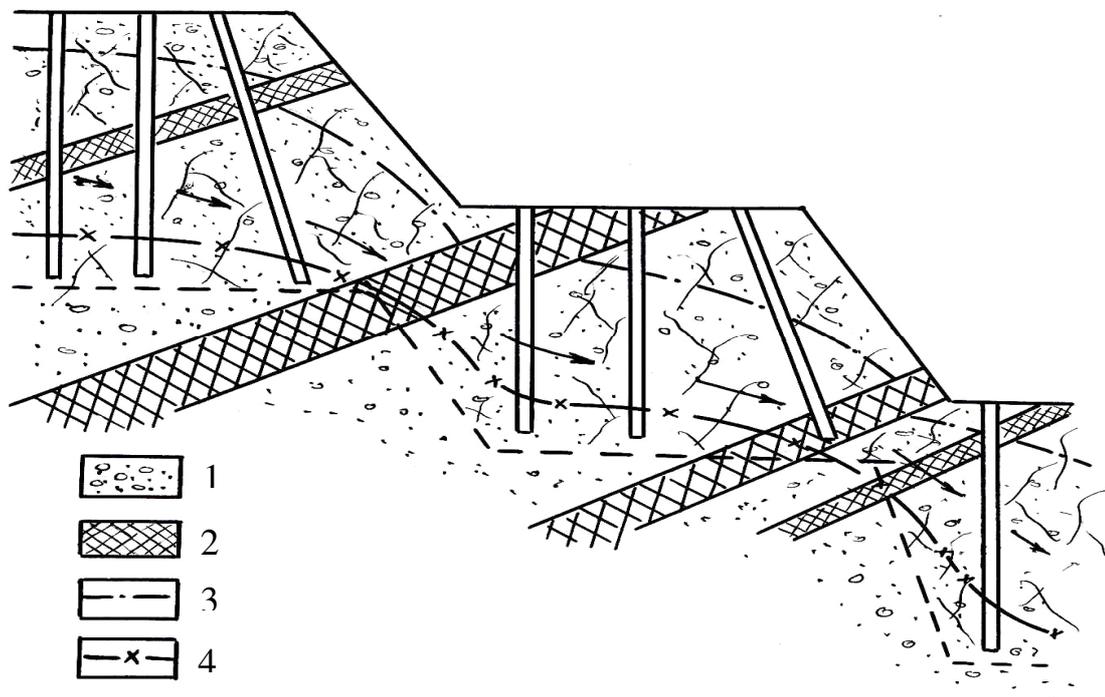
иглофильтры, обеспечивающие понижение уровня подземных вод до 20 м.

Наиболее распространенными типами эжекторных иглофильтровых установок являются УВВ-2, УВВ-3-6КМ и ЭИ-70 (ЭВВУ) производительностью соответственно 43,43 и 150 м³/ч. Установка типа УВВ осушает грунты на глубину 7 м, а установки типа ЭИ и ЭВВУ до 20 м.

Достоинством эжекторных иглофильтров является не только высокая степень осушенности участка и понижение уровня подземных вод на глубину до 20 м при одноярусной установке, но и возможность эффективно осушать породы с низкой водоотдачей и небольшим коэффициентом фильтрации (0,1-2 м/сут), то есть в условиях, при которых водопонижающие скважины работают плохо.

Однако эжекторные иглофильтры имеют недостатки: низкий КПД установки, не превышающий 20 %; сложности при монтаже и невысокая надежность, частое засорение сопла насадки.

Дренажные щели применяются для понижения уровня подземных вод в рабочих и нерабочих бортах карьеров, при разработке слоистых наклонных и крутопадающих породных толщ, в которых водоносные горизонты перемежаются водоупорными слоями. Сооружение дренажной щели заключается в создании в анизотропном массиве вкрест простирания слоев литологических разностей зоны дробления пород, характеризующейся высокой водопроницаемостью. Разрушение пород и создание в массиве сети трещин производится взрыванием предварительно пробуренных на рабочих площадках уступов одного или нескольких рядов взрывных скважин (рис. 3.8). Глубина дренажной щели определяется параметрами применяемого бурового оборудования.



*Рис. 3.8. Схема осушения массива дренажной щелью:
1 – песчаник; 2 – аргиллит; 3 – уровень подземных вод до взрыва; 4 – уровень подземных вод после взрыва.*

Взрывание скважин производится небольшими зарядами ВВ рассредоточенной конструкции при удельном расходе, не превышающем $0,2-0,3 \text{ кг/м}^3$. В результате взрыва в массиве образуется раздробленная зона шириной 2-5 м, фильтрационные свойства которой в 100 и более раз выше, чем таковые для ненарушенных пород.

Через сформированную щель происходит разгрузка водовмещающих слоев, что со временем приводит к понижению уровня подземных вод (УПВ). Высачивающаяся из дренажной щели вода отводится к водосборнику, откуда откачивается водоотливной установкой.

Достоинством дренажных щелей помимо простоты сооружения и высокой эффективности осушения массива является их низкая стоимость. При создании же дренажной щели на рабочем борту карьера затраты на ее формирование

практически отсутствуют, так как они представляют собой затраты на вскрышные работы будущих периодов.

. Подземные дренажные системы

При незначительных коэффициентах фильтрации водоносных отложений, наличии слоистых водоносных толщ, представленных системой водоносных горизонтов, разделенных слабопроницаемыми и водонепроницаемыми пропластками, необходимый эффект осушения может быть достигнут при воздействии дренажных устройств на большую площадь осушаемого массива. Такой эффект обеспечивается подземными дренажными системами.

Использование подземных дренажных систем при ведении открытых горных работ требует дополнительных трудовых и материальных затрат на проведение и поддержание специальной системы подземных выработок, строительство шахтных вертикальных или наклонных стволов и штолен.

Стволы дренажных шахт подразделяются на основные, служащие для доставки материалов, и вентиляционные. Основные стволы дренажных шахт оборудуются одним подъемником, имеют лестничное и трубное отделения.

Вентиляционные стволы диаметром 400-800 мм проходятся буровым способом.

Ходовые стволы должны сооружаться в районе основных насосных станций. По условиям безопасности ведения горных работ они должны быть удалены друг от друга на определенное расстояние. В качестве запасных выходов используются также штольни, непосредственно выходящие в разрез.

Дренирование водоносных горизонтов, залегающих выше и ниже дренажного штрека, осуществляется с помощью сквозных фильтров, с применением восстающих, наклонных и горизонтальных скважин и водопонижающих колодцев, а также водоотводными канавками.

В некоторых случаях подземная дренажная система используется для приема откаченных из карьера вод.

Применение такого дорогостоящего способа осушения, каким является подземная дренажная система, должно планироваться таким образом, чтобы к моменту сдачи разреза в эксплуатацию или в период его эксплуатации была пройдена система дренажных штреков, которая обеспечивает опережающее осушение площади первых лет эксплуатации или полосу очередной годовой заходки.

Основными недостатками данного способа являются:

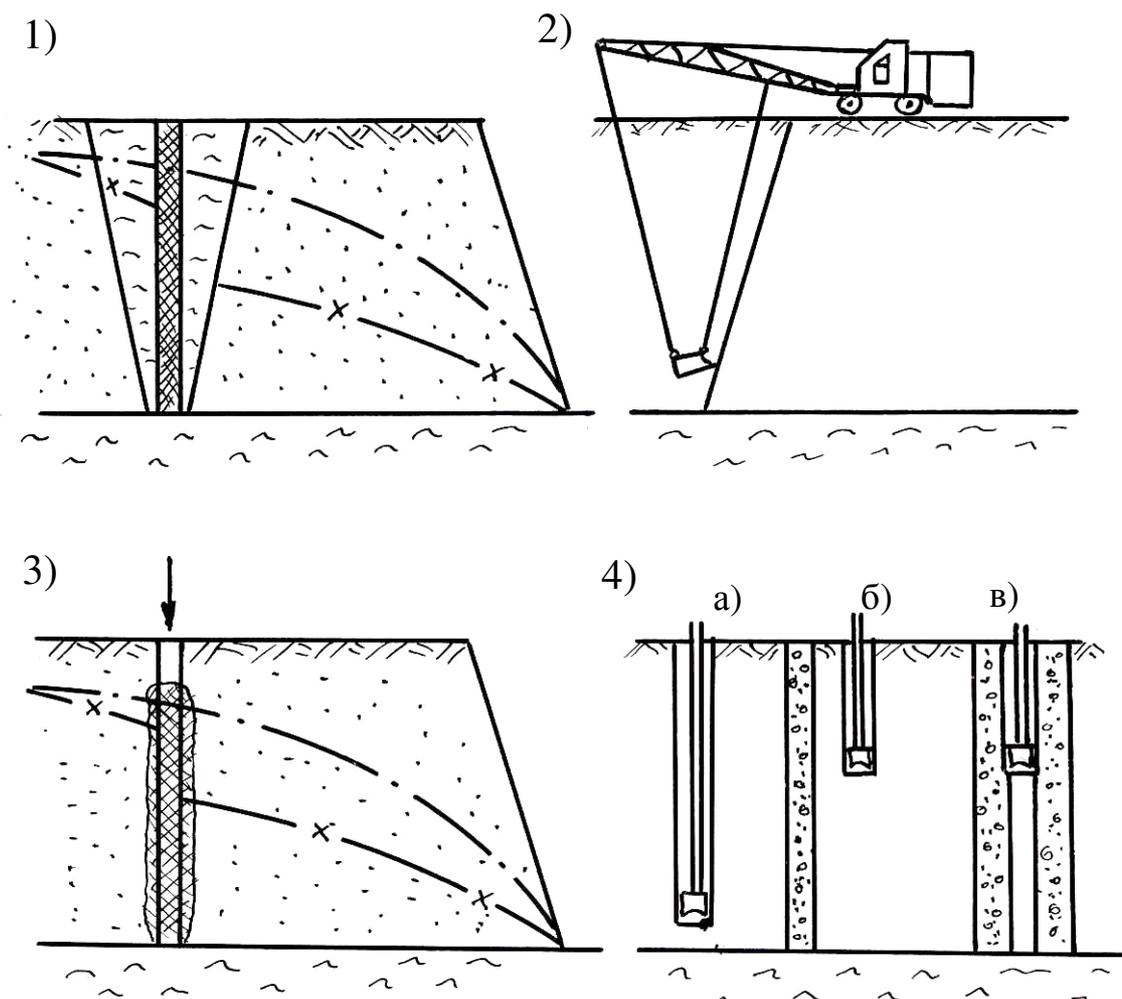
- большая трудоемкость;
- большие затраты времени на сооружение дренажной системы и, как следствие, медленное развитие горных работ;
- необходимость поддержания в течение длительного времени большого количества дренажных штреков;
- постоянный контроль за самовозгоранием угля в штреках, особенно в зоне их выхода в разрез;
- большие капитальные затраты.

Достоинства подземного способа осушения состоят в обеспечении наиболее полного осушения водоносных отложений, непрерывности работы осушительных устройств, увеличении эффективности осушения без существенных дополнительных затрат и необходимого опережения дренажных работ.

. Водонепроницаемые завесы

Одним из способов защиты разрезов от притоков подземных вод являются водонепроницаемые завесы, применение которых будет способствовать сохранению естественного режима подземных вод на территории, прилегающей к месторождению.

Для открытых разработок угля наиболее целесообразными способами сооружения завес являются траншейный, щелевой, инъекционный и с применением энергии взрыва (рис. 3.9).



*Рис. 3.9. Схемы сооружения барражных завес
 1 – траншея; 2 – сооружение траншеи экскаватором; 3 – инъекционная скважина; 4 – сооружение инъекционных скважин (а – бурение первой скважины; б – бетонирование первой и бурение второй скважины; в – бурение замыкающей скважины)*

В качестве водонепроницаемого материала, размещаемого в выработках при траншейном и щелевом способах создания барражных завес используются бентонитовая, иллитовая и монтмориллонитовая глины; глино-цементные растворы; ткани (мешковина, парусина, брезент), пропитанные битумами: рулонные синтетические материалы (полиэтиленовые, поливинилхлоридные) и т.д.

Сооружение инъекционных барражных завес производится путем нагнетания в водоносный слой специальных закрепляющих растворов, которые заполняют поры и полости в породах, снижая их водопроницаемость. Инъекционные завесы сооружаются способами цементации, глинизации, битумизации, силикатизации и смолизации массивов горных пород через предварительно пробуренные по определенной сетке скважины.

Завесы с использованием энергии взрыва находят применение в песчано-глинистых породах (без крупных включений). Взрывание зарядов ВВ в ряду скважин позволяет создать вертикально расположенную зону уплотнения пород мощностью 1,8-3,0 м.

Сооружение водонепроницаемых завес наиболее перспективно в следующих случаях и их сочетаниях:

- мощный водоносный горизонт (или водоносный комплекс из нескольких водоносных горизонтов, разделенных слабопроницаемыми прослойками) подстилается водоупорными породами на глубине, доступной для техники сооружения завес;

- водоемы и водотоки, являющиеся источниками постоянной фильтрации воды в горные выработки, расположены вблизи поля разреза;

- выходы хорошо проницаемых отложений в мульдообразных структурах расположены под обводненными породами или водоемами;

- верхний водоносный горизонт в двухслойном водоносном комплексе обладает значительно большей проводимостью, чем нижний горизонт;

- водоносные и водоупорные породы выдержаны по площади и в вертикальном разрезе, что предопределяет возможность их перекрытия инъекционными завесами;

- динамические запасы подземных вод преобладают над статическими.

Основным препятствием для сооружения завес при разработке углей открытым способом в настоящее время является их значительная стоимость. Исследования показывают, что при снижении стоимости 1 м² завес в 2-3 раза эффективность их использования резко увеличивается.

Снижение стоимости завес может быть достигнуто как путем разработки новых способов их возведения, так и совершенствованием технологических схем их сооружения. Большие надежды возлагаются на поиски более дешевых заполнителей и инъекционных растворов с использованием отходов химической промышленности. Использование завес в настоящее время предопределяется сравнением стоимости завесы с наиболее рациональным способом осушения разреза. При этом не учитываются убытки, вызываемые осушением разреза (истощение запасов подземных вод на окружающей территории и загрязнение вод). Учет перечисленных побочных результатов осушительных работ приведет к необходимости широкого применения водонепроницаемых завес для защиты разрезов от притоков подземных вод.

Открытый водоотлив

При применении открытого водоотлива наиболее полно совмещается дренаж водоносных горизонтов горными выработками с работами по организации стока атмосферных вод, поступающих в разрез (рис. 3.10).

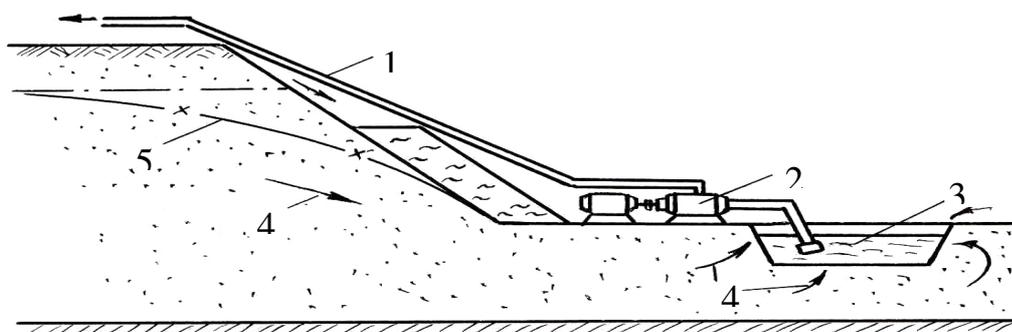


Рис. 3.10. Схема карьерного водоотлива:

1 – трубопровод; 2 – насос; 3 – зумпф; 4 – траектория движения воды; 5 – динамический уровень грунтовых вод

При выборе места положения водоотливных установок учитываются гипсометрия почвы пласта, расположение уступов, внутренних отвалов и поворотных пунктов, схема ведения горных работ. Главная водоотливная установка

должна располагаться в точке с минимальной высотной отметкой и перемещаться как можно реже (например, в месте поворотного пункта траншеи, в районе выездных траншей).

Объем зумпфов водосборника определяется из расчета ожидаемых притоков воды с учетом буферной емкости.

Канавы на разрезах выполняют двойную функцию – дренируют подземные воды и служат для сбора и транспортировки к водосборникам выпадающих атмосферных осадков.

Минимальный естественный уклон дренажных канав должен быть не менее 0,02%.

Канавы закладываются у пикетной бровки уступа, проходятся вдоль откоса и возобновляются по мере отработки каждой экскаваторной заходки. Параметры канав зависят от притока воды, глубина их колеблется от 0,2 до 0,5 м. В устойчивых породах канавы проходятся с вертикальными стенками, в неустойчивых – под углом 34°.

Открытый водоотлив является основным мероприятием по защите разрезов Кузбасса от воды.

Открытому водоотливу присущи следующие недостатки:

- вода, дренируемая из массива, беспрепятственно стекает по уступам к дну выработок, насыщаясь породугольными частицами. Сброс карьерных вод требует их предварительной очистки на специальных сооружениях;

- происходит увлажнение породы и угля, что обуславливает их налипание на рабочие поверхности оборудования и снижает ценность продукции;

- в условиях наклонных пластовых месторождений затруднено дренирование бортов разрезов, что приводит к необходимости использования на взрывных работах дорогостоящих водоустойчивых ВВ.

Контрольные вопросы к главе 2

1. Какие типы вод выделяются в пределах Кузбасса?
2. Какими факторами характеризуются напорные и безнапорные водоносные горизонты?
3. Как изменяется средняя обводненность пород разрезов Кузбасса с глубиной?

4. Назовите основные методы определения притоков в карьеры.

5. Из каких водопритоков складывается общий водоприток в карьер?

6. Какими методами определяется коэффициент фильтрации?

7. Какие мероприятия предусматривают для защиты карьера от попадания в него воды?

8. Назовите основные виды дренажных устройств.

9. В чем сущность дренажной щели, образованной взрывным методом?

4. Качество и состав природных вод

Природная вода по своему составу весьма разнообразна и представляет сложные многокомпонентные системы, основу которых составляет H_2O .

Под качеством природной воды понимают совокупность ее свойств, обусловленных характером содержащихся в воде примесей.

Поверхностные воды характеризуются большим содержанием нерастворимых в воде частиц: песка, глины, илистых веществ, карбонатных соединений, гидроксидов алюминия, марганца, железа, высокомолекулярные органические примеси гумусового происхождения и т.д.

Подземные воды часто насыщены минеральными солями, содержащими Na, Ca, Mg, Fe, Cl, S, C, Si, N, O, H, а так же газами (H_2S , CO_2 , CH_4).

Существует прямая зависимость между глубиной залегания подземных вод и степенью их минерализации.

Качество природной воды определяет возможность ее использования.

Нормы качества воды представляют собой установленные значения различных показателей в зависимости от вида водопользования в т.ч.

- для питьевых нужд и пищевой промышленности;
- для рекреационных целей;
- как технологическая для производства;
- для рыбохозяйственных целей;
- для нужд сельского хозяйства.

Различают три группы показателей качества воды:

1. Органолептические;
2. Физико – химические;
3. Бактериологические.

Органолептические показатели определяются с помощью органов чувств человека и включают: запах, вкус, цветность, прозрачность, мутность, окраску.

Вкус и привкус природных вод может иметь естественное или искусственное происхождение.

Вкус воды может быть – соленый, горький, сладкий, кислый.

Например соленый вкус обычно обусловлен хлоридом натрия; горький – сульфатом магния; кислый – объясняется избытком растворенной углекислоты.

Вкус и привкус оценивается по 6 бальной шкале: 0 – нет; 1 – очень слабый; 2 – слабый; 3 – заметный; 4 – отчетливый; 5 – очень сильный.

Другой органолептический показатель качества воды – запах.

Различают две группы запахов воды:

1. Естественный. К нему относится -землистый, болотный, сероводородный.
2. Искусственный запах. Это запах хлора, камфары, фенола и т.п.

Оценка интенсивности запаха проводится по шкале от 0 до 5. 0–нет запаха; 1 – очень слабый (не замеченный потребителем); 2 – слабый (не привлекающий внимания потребителя, но обнаруживаемый если указать на него); 3 – заметный (запах легко обнаруживается); 4 – отчетливый (легко обращающий на себя внимание, вода неприятна для питья); 5 – очень сильный (вода непригодная для питья).

Классификация запахов

Обозначение	Характеристика	Примерный аналог запаха
А	Ароматический	Огуречный, цветочный
Б	Болотный	Илистый, тинистый
Г	Гнилостный	Сточных вод
Д	Древесный	Мокрой коры, щепы
З	Землистый	Глины, свежеспаханной
П	Плесневелый	земли
Р	Рыбный	Затхлый, застойный
С	Сероводородный	Рыбы
Т	Травянистый	Тухлых яиц
Н	Неопределенный	Сена, скошенной травы Прочие естественные

Цвет – это окраска воды растворенными в ней органическими соединениями и наличие в ней взвешенных веществ определяется сравнением со стандартной шкалой (бурая, серая, коричневая и т.д.).

Прозрачность. Воду, в зависимости от степени прозрачности, условно подразделяют на прозрачную, слабоопалесцирующую, опалесцирующую, слегка мутную, мутную и сильно мутную в зависимости от количества взвешенных веществ. Мерой прозрачности служит высота столба воды (в см), через которую можно различить специальный шрифт.

Физико-химические показатели воды

1. Температура. Температуру измеряют и контролируют термометрами. Для хозяйственных нужд, нужд питьевого назначения и пищевой промышленности вода подается с температурой не более 10 – 15 °С.

2. Окисляемость – т.е. содержание кислорода, необходимого для окисления примесей и количество растворенного кислорода, играющего решающую роль в процессах самоочистки). Окисляемостью (химическим потреблением кислорода – ХПК) называется величина, характеризующая содержание в воде органических и неорганических примесей, окисляемых в определенных условиях сильным химическим окислителем, содержащим кислород.

Биохимическая потребность в кислороде БПК, определяется расходом кислорода на окисление биохимически окисляемых растворенных в воде коллоидных и частично взвешенных примесей.

В поверхностных водах величина БПК колеблется в пределах от 0,5 до 4 мг O₂/л. Чистая вода считается при БПК до 2 мг O₂/л.

3. Количество взвешенных веществ. Взвешенные вещества – это не растворимые в воде частицы различной крупности. Для воды питьевого качества не более 2мг/л.

Содержание взвешенных частиц в воде можно определить если воду профильтровать.

$$X_1 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 1000}{V_1}, \text{ мг/л}$$

где m_1, m_2 – масса фильтра до и после фильтрования, мг; V_1 – объем исследуемой воды, мл.

4. Количество сухого остатка. Сухой остаток – это общая масса растворенных в воде веществ (соли), полученная после выпаривания воды до сухого остатка. Сухой остаток характеризует минерализацию воды.

$$X_2 = \frac{(m_4 - m_3) \cdot 1000}{V_2}, \text{ мг/л}$$

где m_3 – масса сухой чашки, в которую наливается проба мг; m_4 – масса чашки с сухим остатком, мг; V_2 – объем исследуемой воды, мл.

Для воды питьевого качества минерализация не должна превышать 1,5 мг/л.

5. Активная реакция на рН (рН характеризуется концентрацией ионов водорода. Водородный показатель (рН). Концентрация водородных ионов в интервале от 1 до 10⁻¹⁴ мг-экв/л, что соответствует величине РН от 1 до 14.

Величина рН является показателем химической активности, т.е. кислотности или щелочности воды.

Нейтральная вода рН=7, кислотная реакция при рН < 7, щелочная реакция рН > 7.

6. Жесткость воды, т.е. наличие солей Ca²⁺, Mg²⁺ (мягкие до 3 ммоль/кг, жесткие от 3 – 7 ммоль/кг (питьевая), очень жесткая более 10 ммоль/кг;

7. Агрессивность по отношению к металлу (слабоагрессивная 300 – 800 мг/л сульфатов, агрессивная более 800 мг/л);

Бактериологические показатели загрязнения воды

Бактериологические показатели загрязнения воды характеризуют содержание в ней болезнетворных бактерий.

В качестве основных показателей бактериального загрязнения воды могут быть микробное число, которое выражает общее количество бактерий, вырастающих в течение 24 часов в 1 мл исследуемой воды. Общее число микроорганизмов в 1 мл питьевой воды не должно превышать 100.

Коли-индекс, показывающий количество кишечных палочек, находящихся в 1 л воды.

Коли-титр, выражает наименьший объем в мл воды, в котором содержится хотя бы одна кишечная палочка или микробная клетка.

Бактериологическое загрязнение более характерно для сточных вод предприятий и вод хозяйственно-бытового назначения.

Хорошие природные воды по степени бактериальной загрязненности не должны превышать коли-индекса равного 3.

5. Критерий оценки чистоты воды

В качестве критерия оценки чистоты воды используется показатель ПДК, т.е. предельно допустимая концентрация вредных веществ, растворимых в воде.

Под ПДК вредных веществ в воде принимают такую их концентрацию, которая при ежедневном воздействии на организм человека флору и фауну в течение длительного времени не вызывает патологических изменений или заболеваний, обнаруживаемых современными методами, а так же не нарушает биологического оптимума (т.е. не изменяет цвет, вкус, не вызывает неприятный запах и т.д.).

При поступлении в водоем нескольких веществ с одинаковыми лимитирующими показателями вредности,

сумма отношений этих концентраций каждого из этих веществ (C_1, C_2, \dots, C_n) к соответствующим ПДК не должна превышать 1.

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1$$

ПДК вредных веществ в водных объектах устанавливаются в зависимости от их назначения использования в мг/л.

Например некоторые ПДК, для водных объектов, находящихся в районе влияния горных предприятий.

ПДК некоторых веществ в воде

Ингредиент	Для питьевого и культурно-бытового водопользования	Для рыбохозяйственных целей
Аммиак	2,0	0,1
Ацетон	0,05	
Масло соляровое (нефтепродукты)	0,1	0,05
Свинец	0,1	0,1
Фенол	0,001	0,001
Нитраты в пересчете на NO_3	45	
Тринитротолуол (тротил)	0,5 ≤ 2	
Взвешенные вещества, мг/л	$\leq 1000 - 1500$ 6,5–8,5	
Сухой остаток, мг/л	≤ 2	
Водородный показатель рН		
Запах, балл		

Очистка и обеззараживание сточных вод горных предприятий

Очистка сточных вод – это процесс удаления из них веществ, наличие которых сверх нормативных требований, не допускает отведение этих вод в водоемы.

Методы очистки сточных вод горных предприятий делят на две группы:

1. Деструктивные – это методы, при которых вещества, загрязняющие сточную воду, разрушают окислением или восстановлением (т.е. химическим и физико-химическим путем).
2. Регенерационные – это методы позволяющие:
 - вернуть отработанные жидкие отходы в технологический цикл;
 - использовать в другом производстве;
 - извлечь из них ценные вещества.

Тот или иной метод очистки можно выбрать только на основе изучения состава и свойств сточных вод горнопромышленного комплекса, обоснования целесообразности их регенерации или утилизации.

Разнообразие состава и свойств сточных вод горнодобывающих предприятий предполагает применение следующих основных способов очистки:

1. Механический
2. Физико-химический
3. Химический
4. Биологический
5. Термический

Механическая очистка сточных карьерных вод

Механическая очистка используется для удаления из сточных вод нерастворимых взвешенных частиц, которые под действием гравитационных сил и в зависимости от плотности выпадают в осадок или всплывают на поверхность.

По мере накопления осадок или взвесь удаляется.

К механической очистке относятся:

1. Процеживание
2. Отсеивание
3. Фильтрование
4. Использование центрифуг и гидроциклонов.

Процеживание осуществляется с помощью решеток и сит различных конструкций, на которых улавливаются относительно крупные загрязнения. Отстаивание – технологический процесс разделения жидкой

грубодисперсной системы (суспензии, эмульсии) на составляющие ее фазы под действием силы тяжести.

Эффективность отстаивания возрастает с увеличением разницы в плотностях разделяемых фаз и крупности частиц дисперсной фазы. Для повышения эффективности оседания используют коагулянты (сернокислый алюминий, сернокислое железо и флокулянты (полиакриломид), т.е. вещества способствующие образованию крупных агрегатных частиц.

Отстойники позволяют снизить износ насосного оборудования и трубопроводов, а так же уменьшить загрязнение поверхностных водотоков.

Различают отстойники предварительной грубой очистки сточных вод (у насосных станций карьерного водоотлива) и окончательной очистки – пруды осветлители.

Для удаления осадка вдоль рабочих коридоров отстойника укладываются перфорированные трубы, из которых осадок выдавливается давлением воды и утилизируется.

Время прохождения частиц вдоль отстойника должно быть больше времени опускания частицы на дно отстойника. Поток воды ламинарный со скоростью 0,01 м/с, т.е. при $H=1,5-1,0$ м $L=(8-12)H$. Эффективность очистки отстаиванием 60 %.

Очищенные отстаиванием карьерные воды используются на производственные нужды предприятия в т.ч. на тушение пожаров в отвалах, борьбы с пылью, мокрого обогащения и т.п.

Фильтрация. При очистке сточных вод используют быструю и медленную фильтрацию. Медленная фильтрация состоит из трех этапов.

На первом этапе с помощью грубых фильтров удаляются крупные частицы. Скорость фильтрации на первом этапе 1 м/ч.

На втором этапе префильтрами (песчаный фильтр) удаляются все примеси кроме коллоидов.

Скорость фильтрации на втором этапе 0,5 м/ч.

На третьей стадии при скорости фильтрации 0,2 м/ч коллоиды коагулируют с помощью бактерий и удаляют.

Быстрая фильтрация происходит при скорости 20 м/ч. При такой фильтрации коагулянты подают в сточную воду до ее входа в фильтр.

В зависимости от технических, технологических или экологических требований вода подвергается дальнейшему фильтрованию или очистке в гравитационном или центробежном поле для разделения твердой и жидкой фаз.

В качестве таких аппаратов используются гидроциклоны и центрифуги, в которых вода, поданная под давлением 0,05...0,3 МПа, вращательно движется в цилиндрической части вместе с примесями. Частицы отжимаются к стенкам и по винтовой спирали поступают к сливу, а осветленная вода движется вверх по оси гидроциклона. Эффективность таких аппаратов 70–100%.

Производительность гидроциклона Q , м³/с определяется

$$Q = Dd_{\text{вх}} \sqrt{2g\Delta H}$$

где ΔH – перепад давления между входом и сливом воды; d – диаметр входного патрубка; g – ускорение свободного падения.

Физико-химическая очистка сточных вод

Физико-химическая очистка сточных вод горного предприятия основана на изменении физического состояния загрязнений, что и облегчает их удаление.

Для этого используют методы коагуляции, флокуляции, сорбции, экстракции, ионного обмена, диализа, осмоса, дистилляции, кристаллизации, магнитной обработки, электрокоагуляции и др.

Коагуляция основана на принципе слипания мелкодисперсных частиц под воздействием коагулянтов, в результате чего образуются агломераты из частиц, и увеличивается скорость их осаждения.

В качестве коагулянтов применяют соли алюминия, железа, магния, известь и др.

Для ускорения процесса коагулирования добавляются флокулянты – синтетические высокомолекулярные вещества (полиакриламид, полиэтиленамин и др.).

Флотация – основана на процессе прилипания загрязняющих веществ к поверхности раздела двух фаз, чаще всего воздуха и воды.

Для усиления процесса флотации в сточные воды вводят ПАВ и пенообразователи и используют подачу сжатого воздуха и мешалки.

Образуются комплексы в виде грязной пены, которую удаляют с поверхности воды.

Сорбция – процесс поглощения вредных веществ из сточных вод твердым телом или жидкостью – сорбентом, в качестве которого могут быть использованы: зола, торф, коксовая мелочь, активированный уголь.

Если адсорбирующее вещество и загрязняющее не представляют собой ценности, то после полного насыщения адсорбента его уничтожают.

Если они представляют определенную ценность, то адсорбент подвергают регенерации.

Химическая очистка сточных вод

Химическая очистка заключается в использовании реагентов, которые вступая в реакцию с загрязняющими веществами, образуют новые вещества, легче удаляемые из воды.

К химической очистке относится метод нейтрализации и окислительный.

Нейтрализация – химическая реакция между веществами с кислотными и щелочными свойствами.

Для нейтрализации кислых вод применяют известняк, мрамор, доломит и др.

Щелочные сточные воды нейтрализуют кислыми отходами или кислотой.

При окислительном методе токсичные примеси обеззараживают хлором, хлорной известью, озоном, кислородом и др.

Термическая очистка

Этот метод используется для очистки высокоминерализованных сточных вод.

Термический метод опреснения с помощью высоких температур называется дистилляцией (выпаривание) и с получением сухого остатка для сжигания, захоронения, с помощью низких температур – кристаллизация (замораживание) при этом чистая вода замерзает, а рассол нет, и его удаляют (сливают).

Биохимическая очистка

Метод состоит в окислении органических примесей с помощью микроорганизмов, способных в процессе своей жизнедеятельности разлагать их на минеральные составляющие.

Обычно это завершающий метод очистки воды в естественных условиях в биологических прудах. При этом концентрация сбрасываемых с водой химических веществ не должна быть той, которая может уничтожить бактерии.

Практические варианты очистки карьерных и шахтных вод в Кузбассе

Чаще всего карьерные и шахтные сточные воды загрязнены взвешенными веществами (угольными, гнилистыми частицами), нефтепродуктами и незначительным количеством других загрязнителей.

Наиболее применима в этой ситуации схема очистки воды отстаивание-фильтрование (рис.).

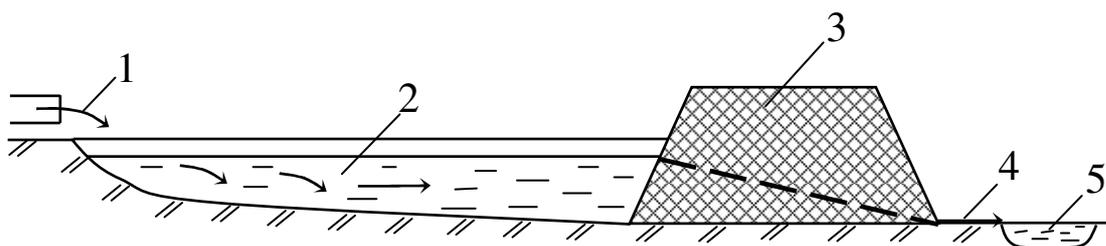


Рис. 5.1 Схема очистки карьерных вод отстаиванием и фильтрованием

1-водоотлив; 2-пруд отстойник; 3- фильтрующий массив; 4- сброс очищенной воды; 5- водоем (река)

Из водосборника карьерного водоотлива вода сбрасывается в пруд-отстойник, который образуется перед фильтрующим массивом, сложенным из вскрышных пород.

К материалу, через который проходит фильтрация, предъявляются санитарные требования.

Материал не должен повышать уровень минерализации, а так же загрязнять воду другими примесями и обеспечивать устойчивость фильтрующего массива в течение всего срока его эксплуатации.

Вскрышные породы разрезов Кузбасса (известняки, песчаники, алевролиты, аргиллиты) по своим физико-механическим и химическим свойствам полностью удовлетворяют этим требованиям.

Гранулометрический состав вскрыши при отсыпке образует массив с пустотами, по которым происходит фильтрация. Постепенно пустоты кальматируются, куски породы и угля сорбируют загрязняющими частицы, уровень фильтрации начинает увеличиваться до некоторой критической отметки, после чего необходимо вводить в действие другой фильтрующий массив.

Расчеты позволяют определить необходимо параметры фильтрующих массивов. Снижение концентрации взвешенных с 1000 мг/л до 10 мг/л необходима длина массива около 250 м.

При недостатке материалов необходимых для формирования фильтрующего массива, можно отсыпать не весь массив из песчаника, а только необходимый для фильтрации слой.

$$h_{\phi i} = \frac{TQ(C_n - C_k)}{1000 \cdot L_i b K_{исп} \rho}$$

где T – срок эксплуатации фильтрующего массива, лет; количество очищаемой воды, м³/ч; Q – начальная и конечная концентрация взвешенных веществ, мг/л; C_n, C_k – длина фильтрующего массива, м; L_i – ширина фильтрующего потока, м; $K_{исп}$ – коэффициент использования фильтрующего слоя; b – плотность осадка, кг/м³.

Такой расчет был сделан для шахты им. Кирова в Ленинск-Кузнецком.

Для доочистки сточных вод Толмачевских очистных сооружений $Q=250 \text{ м}^3/\text{г}$ с $C_n=60-80 \text{ мг/л}$ до $C_k=6-8 \text{ мг/л}$ необходима длина фильтрующего слоя около 70 м с высотой фильтрующего слоя $h_{fn} = 3,5 \text{ м}$ и $h_{fk} = 0,7 \text{ м}$.

6. Экономическая оценка экологического ущерба водным ресурсом

Экологический ущерб от загрязнения вод представляет собой оценку в денежной форме возможных (расчетных) отрицательных последствий водным ресурсам, которые в рассматриваемый период времени удалось избежать (предотвратить) в результате проведения комплекса организационно-экономических, контрольно-аналитических и технико-технологических мероприятий по охране водной среды и водного фонда.

Расчетная формула имеет вид:

$$Y_{вод} = \gamma \sigma_k (M_{1вод} - M_{2вод}), \text{ тыс. руб./год}$$

где $Y_{вод}$ – экономическая оценка величины предотвращенного ущерба водным ресурсом; γ – показатель удельного ущерба (цены загрязнения) водным ресурсам, наносимого единицей (ед. = условной тонне) приведенной массы загрязняющих веществ (в Кемеровской области $\gamma = 8219,2$), руб./усл.т; σ_k – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам рек

Бассейн, реки	Административная территория	Коэффициент экологической ситуации, σ_k
р. Томь	Междуреченск, Мыски, Киселевск, Прокопьевск	1,29
	Новокузнецк, Кемерово	1,22
	Юрга	1,02
р. Иня	Белово, Ленинск-Кузнецкий, Топки	1,29
	Промышленный	1,22

$M_{1год}, M_{2год}$ – приведенные массы сброса загрязняющих веществ в водные объекты на начало $M_{1год}$ и конец $M_{2год}$ расчетного периода, тыс. усл. т.

Приведенная масса загрязняющих веществ (М) представляет собой условную величину, позволяющую в сопоставленном виде отразить вредность или эколого-экономическую опасность всей суммы разнообразных загрязнений, поступающих в водную среду от источников сброса (промышленных предприятий – поверхностный сток, коммунально-бытовой сброс, водоотлив и т.д.).

$$M_{1год} (M_{2год}) = \sum_{i=1}^n m_i K_{эивод}$$

где m_i – масса фактического сброса i -го загрязняющего вещества, т/год; $K_{эивод}$ – коэффициент относительной эколого-экономической опасности для i -го загрязняющего вещества

№ п/п	Код	Загрязняющее вещество	$K_{эивод}$
1	61	Кальций	0,05
10		Взвешенные	0,15
33	35	вещества	11,0
40		Свинец	20,0
64	46	Нефтепродукты	550,0
69	34	Фенолы	15000
		Ртуть	

Масса фактического сброса (m) определяется на основе данных статистической отчетности (форма 2 – ТП водхоз), данных аналитических лабораторий, аттестованных на право проведения соответствующих анализов, материалов контрольных служб территориальных природоохранных органов.

Рекультивация горных выработок под водоем рыбохозяйственного значения

В основу оценки естественной рыбопродуктивности водоемов, образуемых в выработанном пространстве карьера, положены следующие показатели:

1. Водородный показатель рН (благоприятный рН=6,5–8,5);
2. Температура воды ($t = 20-25^{\circ}\text{C}$);
3. Средняя глубина водоема;
4. Площадь зеркала воды (наиболее рациональная площадь 50 Га);
5. Растительность, прилегающая к водоему части водосбора;
6. Возможность регулирования уровня позволяет поддерживать оптимальную глубину;
7. Грунт водоема (имеет значение для развития кормовой базы рыб).

Кроме того, содержание токсичных и вредных веществ в водоеме должно быть ниже ПДК.

Общее количество баллов оценивается баллом продуктивности B_p как произведение отдельных показателей.

$$B_p = B_{pH} B_t B_h B_\sigma B_y B_\delta$$

где B_{pH} – балл за содержание в воде рН; B_t – балл за температуру; B_h – балл за глубину; B_σ – балл береговой растительности; B_y – балл за регулирование уровня; B_δ – балл за качество дна.

Естественная продуктивность Π_e водоема определяется по формуле

$$\Pi_e = \Pi_p B_p$$

где Π_p – максимальная естественная продуктивность прудов для данной климатической зоны.

7. Охрана земельных ресурсов при открытых горных работах

1. Нарушение земной поверхности

В соответствии с существующим законодательством участок земли, на котором располагается предприятие по разработке месторождения, оформляется лицензией.

В результате антропогенного воздействия на поверхность земли, и в частности, при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, происходит ее нарушение.

Таким образом, **нарушенными** называются земли, утратившие свою ценность или являющиеся источником отрицательного воздействия на природную среду. При нарушении земной поверхности

почвенный слой претерпевает физическое, химическое и механическое воздействие.

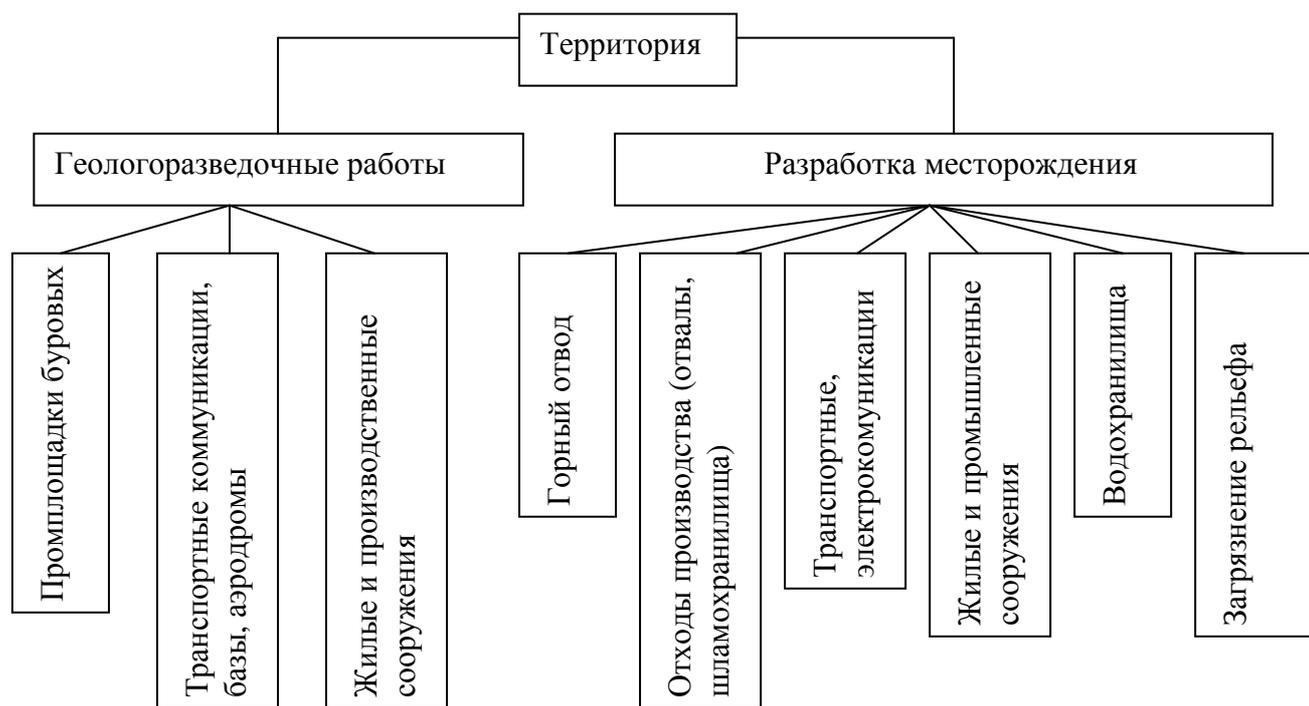


Рис. 7.1. Схема нарушения территорий при разведке и разработке месторождений

Физическое нарушение структуры почв связано с изменением режима почвенных и подземных вод, ландшафта и деформациями поверхности.

Химическое нарушение обусловлено их загрязнением технологическими отходами и выбросами вредных примесей в атмосферу и гидросферу.

Механическое нарушение происходит в результате засорения твердыми частицами с отвалов, шламохранилищ.

В результате на загрязненных и нарушенных землях, прилегающих к горному предприятию, происходит снижение урожайности.

Таким образом, под охраной и рациональным использованием земельных ресурсов при строительстве и эксплуатации горно-промышленного предприятия следует понимать снижение до минимума или полное исключение нарушений земной поверхности и обеспечение оптимальной продуктивности угодий, расположенных в зоне активного действия предприятия.

Характер нарушений земной поверхности при открытой разработке месторождений в первую очередь зависит: от условий залегания полезного ископаемого, т.к. это оказывает влияние на порядок разработки месторождения и место расположения отвалов.

При разработке горизонтальных и пологих месторождений основной объем пустых пород размещают в выработанном пространстве

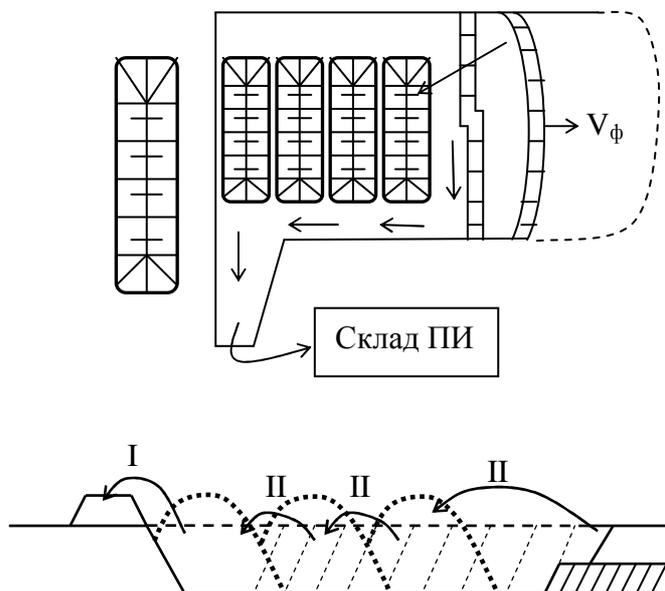


Рис. 7.2. Схема нарушений земной поверхности при разработке горизонтальных месторождений. 1-при проведении разрезной траншеи; 2- при внутреннем отвалообразовании; V_{ϕ} – фронт горных работ;

Открытой разработке свойственны обширные ландшафтные нарушения. Причем значительная часть нарушений земной поверхности представлена в виде отвалов вскрышных пород, располагаемых за пределами карьерных полей.

Каждый участок земли, нарушенный открытыми горными работами, негативно влияет на участок территории примерно такой же площади.

При разработке крутых и наклонных залежей породу размещают во внешние отвалы.

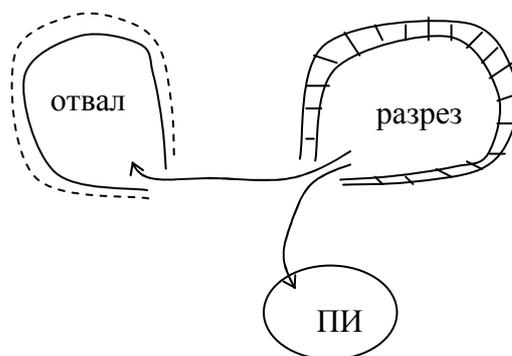


Рис. 7.3. Схема нарушений земной поверхности при разработке крутопадающих месторождений.

Процесс нарушения земной поверхности протекает в зависимости от срока разработки месторождения и может длиться от нескольких лет до десятков лет, а естественное восстановление плодородного слоя может растянуться на тысячелетия.

Понятие о горном и земельном отводе

Земельный отвод горного предприятия представлен нарушенными и ненарушенными землями.

Нарушенные земли горного предприятия – это:

1. Горные выработки (карьерные выемки, траншеи, котлованы, нагорные канавы);
2. Земли занятые внешними отвалами, шламохранилищами, гидроотвалами;
3. Объекты промплощадки, транспортные коммуникации.

Ненарушаемые земли – это:

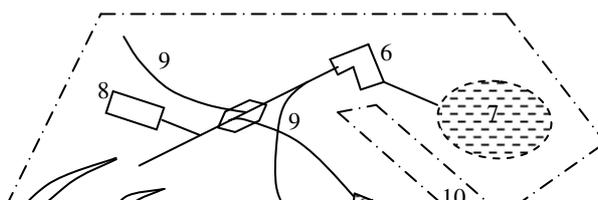
1. Земли, прилегающие к складам ВВ (охранные зоны).
2. Площадки между застройками и объектами.

Горным отводом называется часть земных недр, предоставленные пользователю недр для разработки месторождений полезных ископаемых при получении лицензии на пользование недрами.

Определение границ горного отвода осуществляется по согласованию с органами государственного надзора. Граница горного отвода для разработки месторождений твердых полезных ископаемых определяется контурами, утвержденных запасов, включая запасы категории C_2 в объемах, разрешенных для проектирования с учетом разноса бортов карьера.

Земельным отводом называется участок земной поверхности, занимаемый всеми объектами предприятия по добыче и переработке полезного ископаемого с транспортными и др. коммуникациями, так же санитарно-защитной зоной.

Площадь земельного отвода горного предприятия зависит от горнотехнических условий, способа отработки (открытой или подземной) схемы вскрытия и системы отработки способа отвалообразования, санитарной зоны и т.д.





*Рис.7.4. Схема расположения объектов горного предприятия
1 – горный отвод; 2 – карьер; 3 – склад почвенного слоя; 4 – отвал пустых пород; 5 – отвал некондиционных руд; 6 – обогатительная фабрика; 7 – хвостохранилище; 8 – промплощадка; 9 – транспортные коммуникации; 10 – резервная площадь; 11 – граница земельного отвода.*

Полная площадь земельного отвода горного предприятия будет равна сумме площадей основных объектов с учетом развития предприятия:

$$S_{з.о.} = (S_{зо} + S_o + S_{xx} + S_{сн} + S_{с.з.з.} + S_{п.п.} + S_{д}) K_{р.т.}, \text{ м}^2$$

где $S_{зо}$ – площадь горного отвода; S_o – площадь под отвалы; S_{xx} – площадь под хвостохранилища; $S_{сн}$ – площадь под склад плодородных почв; $S_{с.з.з.}$ – площадь санитарно-защитной зоны; $S_{п.п.}$ – площадь промплощадки (СНиП 1.02.01-85 промплощадки); $S_{д}$ – площадь под дороги (СНиП 1.2.02-85); $K_{р.т.}$ – коэффициент развития территории (1,15-1,2).

Наиболее землеемкими технологическими объектами при открытой разработке месторождения являются: вскрывающие траншеи, карьерные выемки, внешние и внутренние отвалы, хвостохранилища и гидротехнические сооружения. Естественно, что земли, занятые под эти объекты исключаются из хозяйственного пользования.

Для примера можно взять разрезы Кузбасса. Учитывая, что в Кузбассе есть все разнообразие горно-технических условий залегания от пологого до крутого, среднее соотношение занятости площадей земельных отводов под отдельные объекты составляет:

1. Выработанное пространство разрезов – 36%.
2. Земли под промплощадки, дороги, ЛЭП и т.д.– 16%.
3. Отвалы в т.ч.:
 - внутренние – 8%
 - внешние – 27%
4. Хвостохранилища, гидроотвалы – 18%.
5. Прочие объекты – 1%.

Рациональное использование и охрана земель в пределах промплощадок основана, прежде всего, на том, что бы по возможности располагать промплощадки и др. технологические сооружения на малоценных с точки зрения с/х и лесного хозяйства землях.

Площадь горного отвода

Площадь горного отвода определяется проекцией площади карьера (разреза) на дневную поверхность с учетом санитарно-защитной зоны.

$$S_{г.о.} = S_{к.} + S_{с.з.з.} \approx S_{н.и.} + H_{к.} ctg \gamma_{ср} P_{ср} + P_{к.}^e l_{с.з.з.}, \text{ м}^2$$

где $S_{н.и.}$ - площадь полезного ископаемого, м^2 ; $H_{к.}$ - глубина карьера, м; $\gamma_{ср}$ - средний угол бортов карьера; $P_{ср}, P_{к.}^e$ - средний периметр карьера и периметр карьера поверху $P_{к.}^e = 2(L_{к.} + B_{к.})$; $l_{с.з.з.}$ - ширина санитарно-защитной зоны.

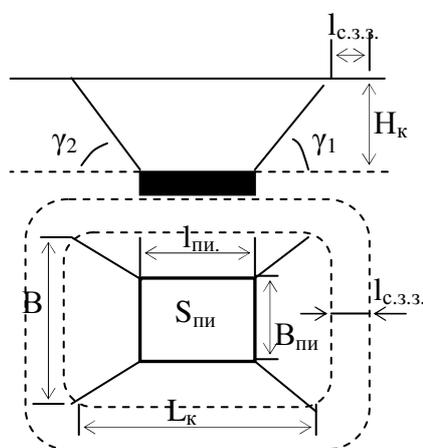


Рис. 7.5. Схема к расчету площади горного отвода

Санитарно-защитная зона

Территория горного отвода с действующим на нем карьером отделяется от жилой застройки санитарно-защитной зоной. Площадь санитарно-защитной зоны вокруг объектов горного производства принимается согласно санитарным нормам.

Размеры санитарно-защитной зоны проверяются расчетами по загрязнению атмосферы, водотоков, допустимого безопасного

расстояния по ударным и сейсмическим волнам взрывов и уточняется для различных направлений ветра.

Ориентировочно размеры санитарно-защитной зоны для горных предприятий по СНиП-245-71.

Предприятия по добыче руд свинца, мышьяка, ртути, марганца –1000 м.

Предприятия по добыче угля, горючих сланцев, железных руд, горных пород и т.п. –500 м.

Предприятия по добыче асбеста, магнезитов, доломитов и т.п. –300 м.

Площадь под отвалы

Площадь под отвалы определится исходя из объема вскрышных пород V_6 , и размещается по возможности в непосредственной близости от карьера на площадях, на которых нет полезного ископаемого.

$$\text{При одноярусном отвале } S_{01} = \frac{V_6 K_p}{h_1}, \text{ м}^2$$

где K_p – коэффициент разрыхления (1,1-1,2); h_1 – высота первого яруса отвала, м.

$$\text{При двухъярусном отвале } S_{02} = \frac{V_6 K_p}{h_1 + \eta h_2}, \text{ м}^2$$

где h_2 – высота второго яруса отвала, м; η – коэффициент заполнения площади второго яруса (0,4-0,8).

Для более точных расчетов необходимо учитывать углы устойчивости откосов отвала.

Склады плодородных почв

Склады плодородных почв (чернозема) определяются в зависимости от площади и мощности снимаемого слоя, величины потерь и разубоживания чернозема в процессе горных работ.

$$S_{c.n.} = \frac{V_{n.n.}}{h_{c.n.}} = \frac{S_n m (1 - \sum r_n)}{(1 - p) h_{c.n.}}, \text{ м}^2$$

где $h_{c.n.}$ – высота склада плодородного слоя ($h \leq 5$ м)

$$V_{n.n.} = \frac{S_n m (1 - \sum r_n)}{(1 - p)}, \text{ м}^3$$

где S_n , m – площадь и мощность плодородного слоя, m^2 , м; r_n – величина потерь в результате горных работ, доли ед.; p – величина разубоживания плодородного слоя, доли ед.

Сохранение плодородного слоя почвы

Под плодородным слоем почвы понимается верхняя гумусовая часть почвенного профиля, обладающая благоприятными для роста растений химическими, физическими и аграрными свойствами.

При строительстве горного предприятия требуется снимать плодородный слой почвы, и либо складировать его, либо сразу переносить на рекультивируемые земли и малопродуктивные угодья.

Норму снятия плодородного слоя вычисляют по формуле:

$$H = MS\rho, \text{ т}$$

где M – глубина снятия плодородного слоя почвы, м; S – площадь почвенного контура с одинаковым качеством плодородного слоя, m^2 ; ρ – плотность плодородного слоя, t/m^3 .

Нормы снятия плодородного слоя регламентируются ГОСТ 17.5.06-85. Хранить гумусовый слой почвы в штабелях высотой 5-10 м можно до 10 лет.

Для предохранения штабеля от водной и ветровой эрозии поверхность планируется и засеивается травами.

При выполнении работ по снятию, транспортированию, складированию, перегрузке, рекультивации, землевании малопродуктивных земель происходят потери почвы по количеству и качеству за счет ее разубоживания.

$$P = \frac{B_1 + B_2 + B_3}{M_n}$$

где M_n – масса снятого почвенного слоя, т; $B_1B_2B_3$ – масса породы, примешанной к почве при выемке, хранении и перегрузке, рекультивации, т.

Выбор места расположения отвалов с позиций рационального землепользования

С целью сохранения высокопродуктивных земель внешние отвалы должны располагаться преимущественно на не пригодных для сельского хозяйства землях. При этом необходимо учитывать рельеф местности, господствующие ветры, соблюдать санитарно-защитные зоны. Не допускается размещение отвалов и на землях государственного лесного фонда, покрытых лесом. Отвалы могут располагаться только на землях, занятых кустарниками и малоценными

зарослями. Располагать отвалы на орошаемых и осушенных землях, пашне, землях, занятых многолетними и плодовыми насаждениями и виноградниками, водоохранными, защитными и другими лесами первой группы, не допускается или допускается лишь в исключительных случаях. Не допускается расположение отвалов на территориях зеленых зон городов и поселков городского типа, на землях, занятых лесами, лесопарками и другими зелеными насаждениями, выполняющими защитные и санитарно-гигиенические функции и являющимися местом отдыха населения, в первом поясе зоны санитарной охраны источников водоснабжения, в зоне курортов, на землях заповедников и их охранных зонах, в местах залегания полезных ископаемых.

Расположение отвалов должно обосновываться детальными технико-экономическими расчетами с учетом затрат на отчуждение земель, компенсацию ущерба от нарушения и потерь почвы и на рекультивацию нарушенных земель.

Таким образом, выбор места расположения отвалов пустых пород требует тщательного экологического и экономического обоснования с детальным анализом природных технических, технологических и организационных факторов. Необходимо установить ценность отчуждаемых земель и возможное снижение плодородия земель, прилегающих к отвалам, установить режим отчуждения и восстановления земель, которые зависят от параметров и порядка формирования отвалов в плане и по высоте. В этом случае решаемая задача в общем виде может быть представлена

$$\sum_i^n \sum_t^T Z = Z_0 + Z_{к.у.} + Z_p + Z_{м.в.} + Z_{отв} \rightarrow \min, \quad (4.16)$$

где n – число отвалов пустых пород; T – оптимизируемый период (срок эксплуатации отвалов до момента окончания их рекультивации и сдачи пользователям), лет; Z_0 – затраты на отчуждение земель под внешние отвалы, руб; $Z_{к.у.}$ – затраты на компенсацию ущерба от снижения плодородия прилегающих к отвалам земель, руб; Z_p – затраты на рекультивацию нарушенных земель, руб; $Z_{м.в.}$ – затраты на транспортирование вскрыши от карьера до отвалов, руб; $Z_{отв}$ – затраты на отвальные работы, руб.

Схемы и способы отвалообразования отходов угледобычи

Общие требования к формированию отвалов с позиций рационального использования по основным горнодобывающим регионам при открытой разработке крутопадающих и наклонных залежей более половины площади нарушенных земель приходится на внешние породные отвалы и шламоохранилища. Так, на угольных

карьерах Кузбасса, железорудных карьерах КМА и Кривбасса внешние отвалы, хвостохранилища и водохранилища занимают соответственно 42; 57 и 50% площади земельного отвода. Поэтому изыскание путей уменьшения потерь земельных ресурсов под отвалами является актуальной задачей и здесь важнейшее значение приобретают вопросы расположения и формирования отвалов.

Параметры отвалов должны обеспечивать наибольшую эффективность использования земельного отвода, т.е. складирование максимального объема вскрыши. Это достигается за счет увеличения высоты отвала до определенных пределов и придания ему такой формы, при которой обеспечивается минимальная землеемкость отвальных работ. Основными требованиями к технологии формирования отвалов являются возведение первоначального отвала на конечную высоту в кратчайшие сроки, обеспечение рационального режима нарушения и восстановления земель и создания благоприятных условий для их последующего использования. При этом формирование верхнего яруса отвала должно быть связано с выполнением мероприятий, отвечающих требованиям горнотехнической и биологической рекультивации и обеспечивающих ускоренный возврат рекультивированных площадей для использования в народном хозяйстве. К этим мероприятиям относятся размещение в поверхностном слое отвалов, благоприятных для биологической рекультивации горных пород, создание рельефа поверхности, при котором объемы планировочных работ будут минимальны и обеспечены необходимые условия для эффективного производства рекультивационных работ.

Схемы формирования внешних отвалов характеризуются направлением формирования в плане и профиле. Рациональные схемы формирования отвалов зависят от рельефа поверхности, местоположения отвалов по отношению к границам карьерного поля, порядка заполнения отвалов, перемещения отвального фронта, формы и размеров земельных участков, отчуждаемых под отвалы.

Выделяют следующие основные направления развития отвала в плане: одностороннее продольное (рис. 6.6,а), одностороннее поперечное (рис. 4.20,б), двустороннее продольное (рис.6.6,в), двустороннее поперечное (рис. 6.6,г), веерное (рис.6.6,д), комбинированные способы при поэтапном формировании отвалов (рис.6.6,е,з). Развитие отвала в плане влияет на режим нарушения и восстановления земель, особенно при отсыпке их на наклонном основании. Так, расположение отвала на наклонном основании при одностороннем поперечном его развитии характеризуется высокой интенсивностью нарушения в начальный период формирования отвала. По мере развития отвала увеличивается его высота и снижается землеемкость отвальных работ. Односторонняя отсыпка отвала на

полную его высоту способствует приближению сроков начала рекультивационных работ. Многоэтапное комбинированное формирование отвалов в плане также способствует выбору рационального режима нарушения земель.

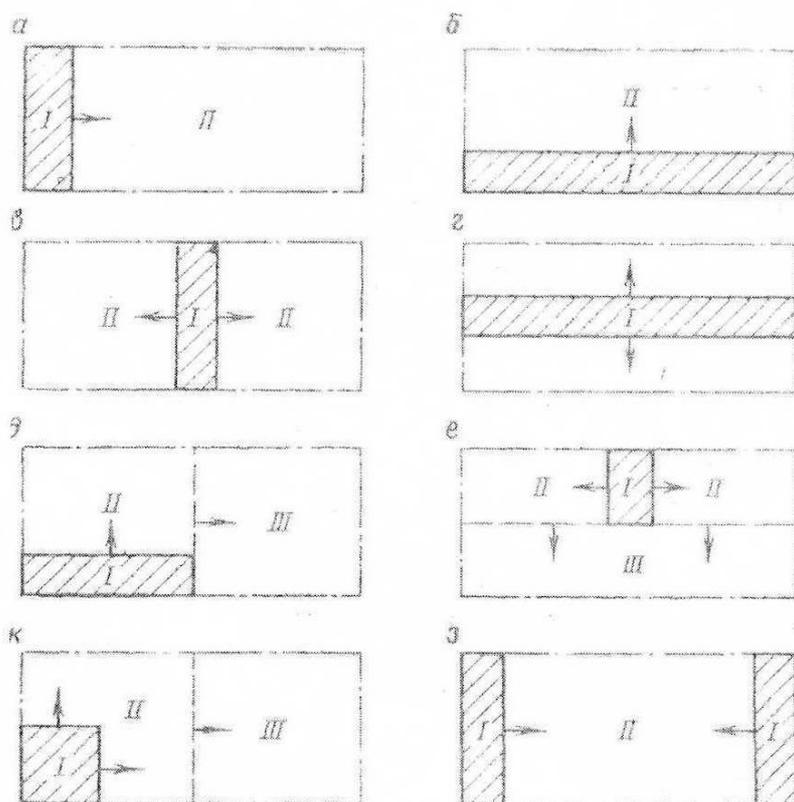
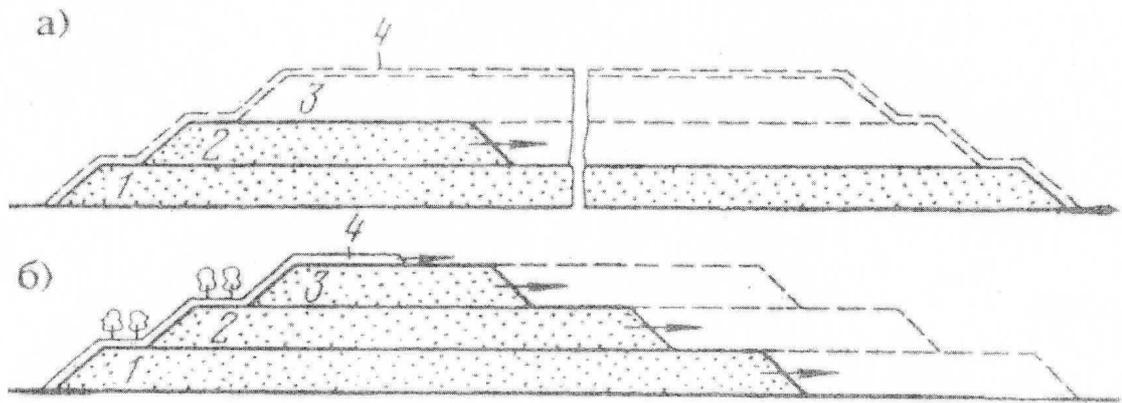


Рис. 7.6. Схемы формирования внешних отвалов в плане: а, б, в, г, д, е, ж, з – варианты; I, II, III-последовательность заполнения

Отвалы, сформированные на большой площади, имеют меньшую землеемкость по сравнению с разбросанными отвалами с одинаковой суммарной емкостью.

Интенсивность нарушения земель и возможность их возврата в народнохозяйственное использование во многом зависят от схемы их формирования в профиле (по высоте отвалов). Независимо от способа механизации отвальных работ возможны две принципиально различные схемы формирования отвала: поярусная и с одновременной отсыпкой отвальных ярусов (рис.7.7).



*Рис. 7.7. Схемы формирования отвалов в профиле:
 а – ярусная; б – одновременная отсыпка всех ярусов на всю высоту отвала; 1,2,3 – отвальные ярусы; 4 – рекультивируемая поверхность отвала.*

Первая схема позволяет в начальный период эксплуатации карьера сократить транспортные затраты за счет небольшой высоты подъема вскрышных пород, но для размещения вскрыши требуется изымать большие площади. Расчеты и практика показывают, что при этой схеме рекультивационные работы можно начинать через 15-20 и более лет после начала формирования отвала. К этому времени для перекрытия индифферентных пород верхнего яруса возникает потребность в потенциально плодородных породах, резервы которых исчерпаны, так как в этот период, как правило, отрабатываются глубокие горизонты карьера. При формировании отвалов отдельными ярусами возможно лишь частичное совмещение работ по отсыпке ярусов и выполаживанию их откосов.

Вторая схема более сложна по организации работы транспорта, особенно железнодорожного, однако обеспечивает минимальный ежегодный земельный отвод под отвалы. При этой схеме формирование отвала в пределах земельного отвода производится в два этапа. На первом – формирование отвалов необходимо вести таким образом, чтобы они в минимальные сроки достигли проектной высоты, а на следующем основном, при соблюдении нормально допустимой ширины рабочих площадок и требований безопасности ведения работ одновременно производить отсыпку всех ярусов с ровным продвижением их фронта. В зависимости от годового объема вскрышных пород и способа механизации вторая схема отвалообразования позволяет сократить разрыв во времени между изъятием земель и их рекультивацией до 3-7 лет, а также снизить степень водной и воздушной эрозии отвалов. При этом обеспечивается поэтапный отвод земель, а также совмещаются во времени процессы отвалообразования

и рекультивации. К этому времени при разработке верхних горизонтов карьеров имеются резервы потенциально плодородных пород.

Поэтому с позиций рационального землепользования не следует применять схему поярусного формирования высоких отвалов, особенно на ценных землях, пригодных для сельскохозяйственного производства. Параметры внешних отвалов в значительной степени влияют на показатели землепользования. От таких параметров отвала, как его технико-экономические показатели объем, высота и форма основания, зависят интенсивность нарушения земель, сроки рекультивации, отвально-рекультивационных и транспортных работ. Для любой формы отвала наличие наклонных поверхностей (откосов) снижает эффективность использования отчуждаемых земель. С увеличением периметра основания отвала эффективность использования земель снижается, что вызывает необходимость отчуждения большей площади земель. Наличие санитарной зоны также снижает эффективность использования земель. Периметр основания отвала, возможно, ориентировочно рассчитать по формуле

$$P = k\sqrt{S_o}, \text{ м}$$

где k - коэффициент пропорциональности, зависящий от формы отвала; S_o - площадь основания отвала, м^2 .

При постоянной площади основания отвала коэффициент k минимальный для отвала, имеющего форму круга или квадрата. У отвалов круглой формы периметр основания в 1,13–1,41 раза меньше, чем у отвалов прямоугольной формы с соотношением сторон соответственно 1:1–1:4.

Увеличение высоты отвалов позволяет повысить их приемную способность, уменьшить площади занимаемых ими земель и снизить стоимость отвальных работ. Например, увеличение высоты в 2 раза позволит уменьшить землеемкость отвальных работ в 1,4–1,9 раза (в зависимости от объема отвала). Однако увеличение высоты отвала вызывает удорожание транспортных и рекультивационных работ. При этом усложняются условия для рекультивации, увеличивается разрыв во времени между нарушением и возвратом рекультивируемых земель, ограничивается число рациональных видов биологической рекультивации. Более высокие отвалы за счет сноса пыли способствуют более интенсивному загрязнению прилегающих территорий. Поэтому в каждом конкретном случае существуют рациональные параметры отвала (объем, высота, длина, ширина, угол откоса), обеспечивающие высокие технико-экономические показатели и отвечающие требованиям рационального землепользования.

Показатели землепользования при отвалообразовании

Размеры и режим нарушения земель при производстве отвальных работ характеризуются средней, текущей и этапной землеемкостью отвалообразования.

Средняя землеемкость отвала ($\text{га}/\text{м}^3$) определяется из соотношения

$$P_0 = \frac{S_0}{V_0},$$

где S_0 – площадь основания отвала, га; V_0 – объем внешнего отвала, м^3 .

$$V_0 = k_0 k_{p.o.} V_v,$$

где k_0 – коэффициент, учитывающий долю объема вскрышных пород, укладываемых на внешних отвалах, от общего объема разрабатываемых вскрышных пород; V_v – объем вскрышных пород (в целике), разрабатываемых в карьере, м^3 ; $k_{p.o.}$ – остаточный коэффициент разрыхления породы в отвале ($k_{p.o.} = 1,05-1,15$).

Если вскрыша складировается на нескольких внешних отвалах с различными параметрами, то для определения суммарной землеемкости отвальных работ необходимо определить землеемкость по каждому отвалу.

Этапная землеемкость отвальных работ $P_{o.э.}$ ($\text{га}/\text{м}^3$) за период T (лет) разработки месторождения определяется по формуле

$$P_{o.э.} = \frac{\sum_{t=1}^T S_{o.t}}{\sum_{t=1}^T V_{o.t}},$$

где $S_{o.t}$ – площадь, занятая основанием отвалов в t -м году (га); $V_{o.t}$ – объем пород, размещенный во внешние отвалы в t -м году (м^3).

Текущая землеемкость отвальных работ в t -м году ($\text{га}/\text{м}^3$) при наличии нескольких отвалов определяется из выражения

$$P_{o.t} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{o.it}}{\sum_{i=1}^n V_{o.it}},$$

где $V_{o.it}$ – число внешних отвалов; $S_{o.it}$ – объем пород, уложенных в i -й отвал в t -м году (м^3).

С целью исключения возможности деформации или разрушения откосов, а также для возможности их дальнейшего использования

после проведения рекультивационных работ производится их выполаживание. При этом возникает необходимость в дополнительном изъятии земель S_d (га).

$$S_d = 10^{-4} \Delta B_0 \Pi_0,$$

где ΔB_0 – приращение заложения откоса нижнего отвального уступа, м;
 Π_0 – периметр основания отвала, м.

При выполаживании откоса отвала с устройством террас (м) определяется по выражению

$$\Delta B_0 = 0,5h_0(ctg \beta_0 - ctg \alpha_0),$$

где h_0 – высота отвального уступа, м; α_0 – угол естественного откоса отвального уступа, град.; β_0 – угол откоса выположенного нижнего отвального уступа, град. Критериями эффективности формы отвалов в плане является также вместимость 1 га основания отвала $W_{осн}$ площадь санитарной зоны, приходящаяся на 1 млн.м³ вскрыши f_c , и коэффициент формы отвала k_ϕ

$$W_{осн} = \frac{V_0}{S_0}, \text{ м}^3/\text{га}; \quad f_c = \frac{S_c}{V_0},$$

где S_c – площадь санитарной зоны по периметру основания отвала, га.

$$k_\phi = \frac{P_{осн}}{P_{кр}},$$

где $P_{осн}$ – периметр основания отвала, м; $P_{кр}$ – периметр круга, площадь которого равна площади основания отвала, м.

Лекция 8 Рекультивация нарушенных земель

Рекультивация земель это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Объект рекультивации земель это нарушенный земельный участок, подлежащий рекультивации.

Основные объекты рекультивации: карьерные выемки, мульды оседания, прогибы, провалы, отвалы, траншеи, нарушения по трасам авто и железнодорожных дорог, трубопроводов, промплощадки, коммуникации предприятий, загрязненные земли и др.

При открытом способе добычи должны удовлетворятся следующие условия:

1. Рекультивация земель должна выполняться исходя из необходимости ускоренного возврата нарушенных площадей для использования в народном хозяйстве;
2. В процессе ведения добычных и рекультивационных работ необходимо:
 - предварительное снятие и складирование плодородного слоя, т.е. верхней гумусированной части почвенного профиля, обладающей благоприятными для роста растений химическими, физическими и агрохимическими свойствами.
 - проведение мероприятий по организации стока ливневых и технических вод в специальных гидротехнических сооружениях;
 - строительство отводных каналов для пропуска воды естественных водотоков;
 - устройство гидротехнических сооружений при размещении отвалов;
 - формирование бортов карьеров и откосов отвалов, устойчивых к оползням, осыпям, а поверхности отвалов к просадкам;
 - обеспечение мероприятий по регулированию водного режима в рекультивационном слое.

Рекультивационный слой – искусственно создаваемый при рекультивации земель слой с благоприятными для произрастания растений свойствами.

Существуют направления рекультивации земель для определенного целевого использования, это:

- сельскохозяйственное направление рекультивации земель – создание на нарушенных землях сельскохозяйственных угодий.
- лесохозяйственное направления рекультивации земель – создание на нарушенных землях лесных насаждений различного типа.
- водохозяйственное направление рекультивации земель – создание в понижениях техногенного рельефа водоемов различного назначения.
- рекреационное направление рекультивации земель – создание на нарушенных землях объектов отдыха.
- природоохранное направление рекультивации земель – приведение нарушенных земель в состояние пригодное для использования в природоохранных целях.
- санитарно-гигиеническое направление рекультивации земель – биологическая или техническая консервация нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие

на окружающую среду, рекультивация которых для использования в народном хозяйстве экономически не эффективна.

- строительное направление рекультивации земель – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для промышленного, гражданского и прочего строительства.

Наиболее эффективно применение комплексного решения рекультивации т.е. достижение одновременно нескольких целей (отдых, рыба, эрозия и т.д.)

Рекультивация осуществляется в два этапа.

1 этап. **Технический этап** рекультивации земель (техническая рекультивация земель – этап рекультивации земель, включающий их подготовку для последующего целевого использования в народном хозяйстве.

Техническая рекультивация выполняется горными или специализированными предприятиями и включает: планировку и формирование откосов, землевание – комплекс работ по снятию, транспортировке и нанесению плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород на малопродуктивные угодья с целью их улучшения, строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений и др.

Состав работ и требования к техническому этапу рекультивации определяются исходя из необходимости возврата нарушенных земель для использования в народном хозяйстве:

1. Планировку участков нарушенных земель с соблюдением допустимых уклонов.
2. Обеспечение наиболее правильной геометрической формы планируемой территории (прямоугольная, круглая).
3. Создание рекультивационного слоя с заданными параметрами, включая нанесение плодородного слоя.
4. Создание экранов при наличии в основании рекультивируемой поверхности токсичных пород.
5. Создание отвалов с учетом условий, исключающих заболачивание рекультивируемой поверхности;

6. Формирование отвалов из пород, подверженных горению, должно производиться по схеме, исключающей самовозгорание, при этом рекультивационный слой отвалов должен создаваться из пород пригодных для биологической рекультивации.

Технология технической рекультивации внешних отвалов

Планировочные работы являются наиболее трудоемкими работами при техническом этапе. Их доля иногда составляет до 80% всех затрат на рекультивацию. Планировочные работы при террасировании откосов выполняются бульдозерами с выравниванием поверхности, удалении негабарита, подготовке съездов и дорог на террасы.

В соответствии с ГОСТ 17.5.1.83 планировка подразделяется на грубую и чистовую.

Грубая планировка – это предварительное выравнивание поверхности с выполнением основного объема земляных работ. Ее рекомендуется проводить вслед за продвижением отвального фронта.

Чистовая – окончательное выравнивание поверхности. Она проводится перед нанесением плодородного слоя. В зависимости от рельефа, направлений дальнейшего использования восстанавливаемых земель грубая планировка может быть сплошной (а), частичной (б), террасами (в).



Рис. 8.1. Схемы планировки поверхности отвалов

Одной из основных операций технического этапа рекультивации внешних отвалов вскрышных пород являются выполаживание откосов.

Выполаживание осуществляется с целью предотвращения в будущем деформации откосов, защиты их от ветровой и водной эрозии, создания условий для проведения работ биологического этапа рекультивации.

Выполаживание может быть как сплошным, так и с нарезкой террас.

Сплошное выполаживание целесообразно проводить на невысоких отвальных ярусах до 10-12 м.

Сплошное выполаживание выполняется обычно бульдозерами с перемещением породы в направлении сверху-вниз. Возможно применение скреперов, одноковшовых фронтальных погрузчиков.

Специфика работ при сплошном выполаживании заключается в том, что механизмы работают в разрыхленных породах и перемещаются по значительным уклонам.

Выполаживание «сверху-вниз»

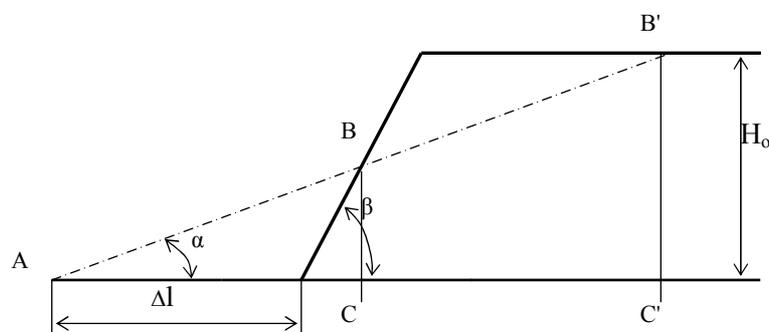


Рис. 8.2. Схема выполаживания «сверху-вниз»

При этом объем земляных работ определяется

$$V = \frac{H_0^2 \sin(\beta - \alpha) P_0}{8 \sin \beta \sin \alpha}$$

где β – угол естественного откоса; α – угол склона спланированной поверхности; H_0 – высота отвального земляного яруса, м; $P_0 \approx 4\sqrt{S}$ – периметр отвального земляного яруса, м.

Выполаживание «снизу-вверх»

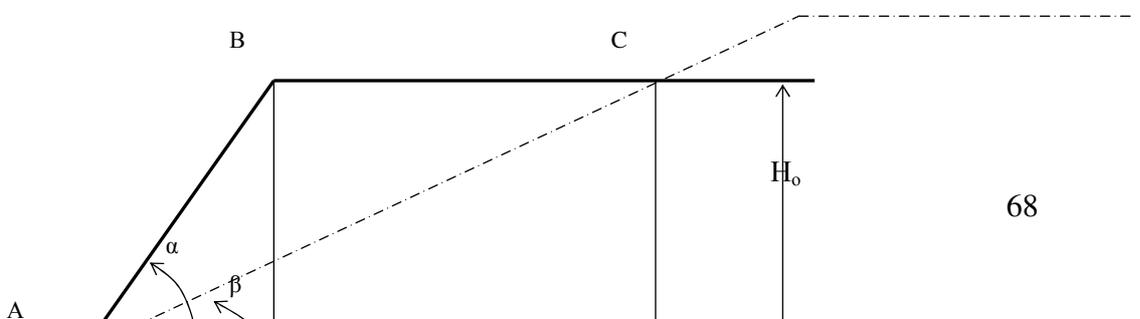
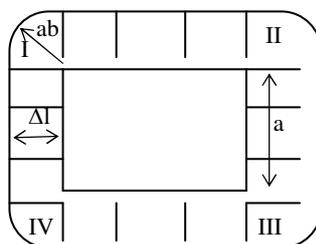


Рис. 8.3. Схема выколаживания «снизу-вверх»

$$V = \frac{H_0^2 \sin(\beta - \alpha) P_0}{2 \sin \beta \sin \alpha}$$

При выколаживании откосов сверху-вниз объем земляных работ в 4 раза меньше.

Однако площадь занимаемых земель увеличивается на величину



$$\Delta S = \Delta l P + \pi \Delta l^2$$

где $\Delta l = 0,5 H_0 (\text{ctg} \beta - \text{ctg} \alpha)$

При высоте отвальных ярусов более 12-15 м, выколаживание целесообразно проводить с созданием террас. В этом случае рекомендуется использовать мехлопаты и драглайны.

При террасировании ширина берм 10-12 м с обратным уклоном 1,5-2 градуса должны обеспечивать безопасность работы механизмов и удовлетворять требованиям биологической рекультивации, т.е. созданию нормальных условий для высадки деревьев и кустарников с возможностью механизированного ухода за посадками.

Разность отметок по вершинам между бермами принимается не более 5-7 м, а угол откоса подступов не должен превышать естественного для данных пород отвала.

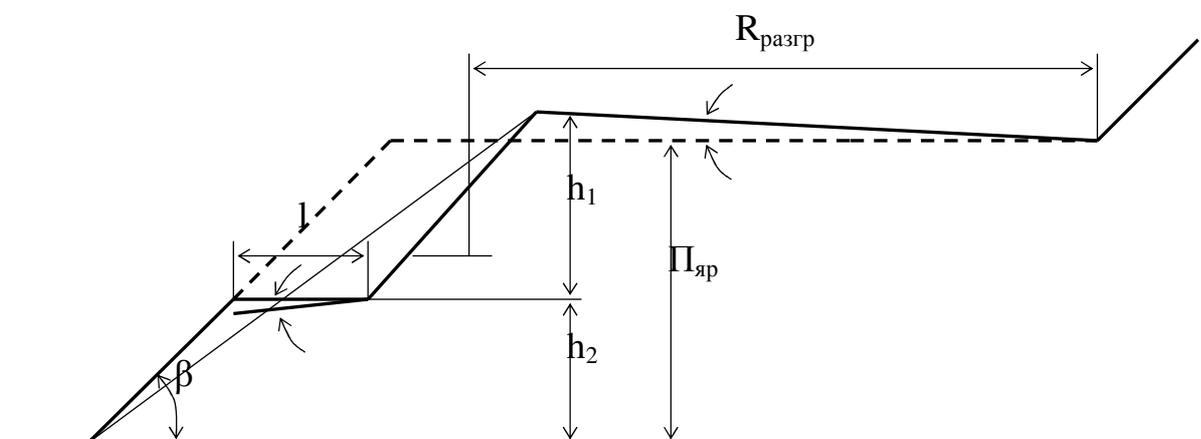


Рис. 8.4. Схема выполаживания с созданием террас

Для снижения трудоемкости работ технического этапа рекультивации отвалов, террасирование откосов и их выполаживание на периферийных заходках, следует выполнять в процессе отвалообразования с селективной укладкой (покрытием) скальных пород сверху потенциально-плодородным слоем. (Потенциально-плодородный слой почв нижняя часть почвенного профиля, обладающая благоприятными для роста растений физическими, химическими и ограниченно агрохимическими свойствами

Потенциально-плодородные породы горные породы, по параметрам свойств совпадающие с потенциально плодородным слоем почв).

Биологический этап рекультивации.

2 этап. **Биологический этап** рекультивации земель (биологическая рекультивация земель) – этап рекультивации земель, включающий мероприятия по восстановлению их плодородия, осуществляемые после технической рекультивации.

Биологический этап включает: восстановление плодородия земель, т.е. возобновление флоры и фауны.

Выполняется сельскохозяйственными или специализированными предприятиями.

Он начинается с организации и выполнения биомелиоративных работ по восстановлению плодородия нанесенного слоя почвы или создания на материнских грунтах плодородных субстратов.

Продолжительность биологического этапа зависит от конкретных условий рекультивации.

На почвах бедных элементами питания предусматривается период мелиоративного освоения, в течение которого производят известкование, промывку, внесение повышенных доз удобрений, выращивание культур-мелиорантов (почвоулучшающих например бобовых). Затраты по рекультивации несут горные предприятия за счет себестоимости продукции.

Формирование гидроотвалов

Формирование гидроотвалов вскрышных пород связано с использованием значительных земельных ресурсов. Землеемкость гидроотвалообразования в 3 раза выше землеемкости экскаваторного отвалообразования при железнодорожном транспорте и бульдозерного при автомобильном транспорте. Гидроотвалообразование характеризуется высокими темпами нарушения земель. В случае расположения гидроотвала на равнине отчуждаются одновременно на длительный период все земли земельного отвода,

отводимые под гидроотвал (с момента окончания строительства дамб обвалования гидротвала). Кроме того, тонкодисперсные гидроотвалы длительное время находятся в водонасыщенном и слабоуплотненном состоянии. Они обладают низкой несущей способностью, и слабой водоотдачей и без применения специальных инженерных мероприятий на длительное время исключаются из сферы народнохозяйственного использования. Производство рекультивационных работ на основной их площади возможно лишь по истечении продолжительного времени (до 30 лет). Достоинством гидроотвалов является то, что для их формирования обычно отводятся малопригодные для

сельского хозяйства земли (лога, овраги, косогоры). В результате их заполнения выравнивается земная поверхность, прекращается эрозионная деятельность. Породы гидроотвалов в основном пригодны для биологического освоения. В связи с этим существенно снижаются затраты на рекультивационные работы и создаются благоприятные условия для восстановления гидроотвалов под высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья.

Гидроотвалы Кузбасса, например, сложены преимущественно покровными четвертичными суглинками, которые относятся к потенциально плодородным породам.

Благоприятные условия увлажнения, относительно однородный вещественный и гранулометрический состав, отсутствие фитотоксичных пород, ровная поверхность (обеспечивающая хорошие условия для работы машин) – все эти факторы облегчают ведение рекультивационных работ, имеющих целью скорейшее вовлечение земель в сельскохозяйственное производство. Кроме того, восстановленные гидроотвалы могут использоваться в лесном, рыбном, водном хозяйствах, а также в строительстве (гидроотвалы, сложенные породами хорошей водопроницаемости, могут использоваться для застройки промышленными и гражданскими зданиями, сооружениями и коммуникациями).

Гидроотвалы после их консолидации можно использовать для формирования «сухих» отвалов, что позволяет уменьшить потребность в отчуждении земель под внешние отвалы.

Рациональное землепользование при гидроотвалообразовании требует решения следующих задач:

- повышения устойчивости гидроотвалов путем выполнения инженерных мероприятий, что позволит увеличить объем гидроотвала, снизить землеемкость и исключить возможность затопления прилегающих земель.
- повышения плотности укладки вскрыши (путем технологических приемов по намыву и инженерных мероприятий), обеспечивающего увеличение объема укладки пород и повышение эффективности использования отчуждаемых земель;

- ускорения консолидации и повышения несущей способности поверхности гидроотвалов, что позволяет сократить разрыв во времени между нарушением и восстановлением земель и обеспечить этапность отвально-рекультивационных работ;
- использования площади гидроотвалов после прекращения их намыва для формирования обычных отвалов.

Ускорение консолидации гидроотвалов возможно с помощью пористого штампа из полускальных пород. В условиях Кузбасса пористый штамп рекомендуется возводить путем отсыпки полускальных пород в зимний период на лед слоем мощностью 1-3 м. В летний период пористый штамп ускоряет консолидацию намытых глинистых пород. Дренажное гидроотвалов позволяет повысить его несущую способность и ликвидировать в конечном счете отрицательное воздействие гидродинамического фактора на устойчивость гидроотвалов. Это позволяет при необходимости дополнительно разместить на их поверхности обычные отвалы.

Опыт формирования таких отвалов на площади гидроотвалов имеется на многих угольных карьерах ("Кедровский", "Краснобродский" и др.). Управление процессами уплотнения пород гидроотвалов вызывает удорожание отвальных и рекультивационных работ. Однако при этом уменьшается народнохозяйственный ущерб за счет повышения эффективности использования земельного отвода и уменьшения временного разрыва между нарушением и восстановлением земель.

В настоящее время в разработку все больше вовлекаются месторождения с низким содержанием полезных компонентов, и для получения высококачественной товарной продукции добытое полезное ископаемое обогащается в основном с использованием мокрого способа. Хвосты обогащения перемещаются и складываются с использованием гидравлического транспорта в шламо- и хвостохранилища. Большие объемы добытой руды, исчисляемые миллиардами тонн, перерабатываются на обогатительных фабриках горно-обогатительных комбинатов по добыче руд черных и цветных металлов, горно-химического сырья. Для размещения шламоохранилищ отведены многие тысячи гектаров земель.

Если при небольших объемах работ и при соответствующем рельефе поверхности имеется возможность размещать шламохранилища в балках, оврагах, то при расположении предприятий в равнинной местности, при больших объемах работ приходится строить шламохранилища с дамбами обвалования по его периметру с необходимыми гидротехническими устройствами. Сооружение шламохранилища осуществляют следующим образом. На всей площади будущего шламохранилища или его первой очереди снимается почвенный слой и складировается во временные отвалы ил и используется при рекультивации отвалов пород вскрыши. По периметру шламохранилища отсыпается дамба обвалования обычно из полускальных или мелкокусковатых скальных пород. Для предотвращения фильтрации воды днище шламохранилища и внутренняя сторона дамб оборудуются экраном из суглинков. Возможны и другие способы предотвращения фильтрации. Подаваемые в виде пульпы хвосты по пульповодам 2 (рис. 8.5), располагаемым на дамбе 1, осаждаются в хвостохранилище как отходы обогащения 3, а осветленная вода 5 через водосбросное сооружение 4 подается для повторного использования.

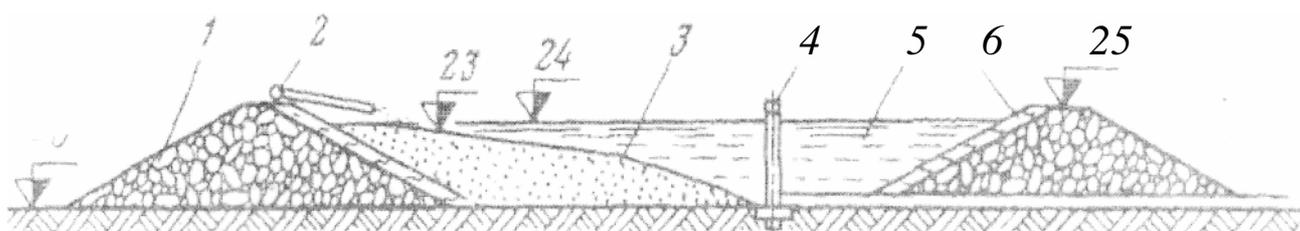


Рис. 8.5. Схема шламохранилища:

1 – дамба обвалования из вскрышных пород; 2 – пульповод; 3 – отходы обогащения; 4 – водосбросное сооружение; 5 – осветленная вода; 6 – водоупорный экран из суглинков.

В период эксплуатации при образовании надводной части шламохранилищ происходит пыление, что отрицательно влияет на окружающую природную среду (атмосферу, прилегающие земли). Поэтому площадные шламохранилища должны содержать слой воды, превышающий отметку зашламования на 1-2 м. Обезвоженные участки необходимо закреплять путем нанесения водяных растворов и эмульсий химических веществ (битумная эмульсия, универсин и др.), которые образуют на поверхности тонкую пленку или корку, препятствующие сдуванию пыли. Нанесение растворов и эмульсий осуществляется с использованием поливочных машин, автогудронаторов, гидромониторов. Основным наиболее надежным видом защиты обезвоженных участков шламохранилищ является создание растительного покрова на их поверхности из древесных пород, кустарников и трав, обладающих хорошей приживаемостью (тополь, акация, донник, люцерна и др.). Отработанные гидроотвады и шламохранилища подлежат восстановлению. Для этого, после спуска воды, на их горизонтальную поверхность наносится почвенный слой мощностью 30 – 40 см и более. Отходы обогащения, содержащие токсичные вещества, предварительно перекрываются слоем нейтральных или потенциально плодородных вскрышных пород. Откосы дамб обвалования предохраняются от водной и ветровой эрозии путем посева многолетних трав для создания прочного дернового покрова.

Оценка эффективности использования земель

При открытой разработке месторождения можно считать, что чем больше пород вынута или размещено на единице площади, тем меньший ущерб нанесен народному хозяйству от потерь продукции, получаемой с этой площади до ее нарушения или отчуждения у прежних землепользователей.

Эффективность использования земель в общем случае характеризуется объемом продукции, полученной с единицы площади занятых земель.

Одним из показателей эффективности использования земель является удельная землеемкость до добычи P :

$$P = \frac{S}{Q}, \text{ м}^2/\text{м}^3 \text{ (м}^2/\text{т)}$$

где S – площадь, занятая горным отводом, м^2 ; Q – полезное ископаемое (\bar{m} , м^3).

Однако удельная землеемкость не отражает степени использования земельного отвода.

Для этого вводится коэффициент использования земельных участков

$$K_{исп} = \frac{P_{\phi}}{P_n} = \frac{S_{\phi} Q_{np}}{Q_{\phi} S_{np}}$$

где P_{ϕ}, P_n – фактическая и проектная землеемкость предприятия в данный период, $\text{м}^2/\text{м}^3$ ($\text{м}^2/\text{т}$).

Если $K_{исп} > 1$, использование земель является неэкономично по сравнению с проектным; $K_{исп} = 1$ отступления от проекта отсутствуют;

$K_{исп} < 1$ свидетельствует о резервах земель, полученных в завышенных размерах и недостаточной ясностью в перспективе развития горных работ. S_{ϕ}, S_{np} – фактическая площадь и проектная, м^2 ; Q_{ϕ}, Q_{np} – фактическая и проектная добыча, м .

Общая землеемкость добычи полезного ископаемого определяется

$$P_{об} = P_{зв} + P_{во} + P_{но}, \text{ Га}$$

где $P_{зв}, P_{во}, P_{но}$ – землеемкость горных выработок, внешних отвалов, прочих объектов.

или удельная землеемкость

$$P = \frac{\sum_{t=1}^{T_{СК}} (S_{зв} + S_{во} + S_{но})}{Q_t \sum_{t=1}^{T_{СК}} t_i}$$

где $S_{зг}, S_{во}, S_{но}$ – площадь земель, нарушенных в t-ом году горными выработками внешними отвалами, прочими объектами, Га; Q_t – добыча в t-ом году, млн.т; $T_{ск}$ – срок службы карьера, годы.

Вывод: совершенствование технологии ведения горных работ и отвалообразования влияет на показатели использования земель в конкретных условиях.

Мероприятия по охране и повышению эффективности использования земель при добыче и переработке полезных ископаемых (угля)

Все мероприятия можно разделить на три группы:

- технологические;
- инженерно – профилактические;
- экологические.

Технологические мероприятия предусматривают применение такие технологии добычи, которые не связаны с большими площадями отчуждаемых земель для промышленных объектов и не приводят к значительным экологическим изменениям в зоне их влияния.

Инженерно-профилактические мероприятия направлены на исключение или снижение степени интенсивности нарушения земель и загрязнения почв в пределах горного отвода и за его пределами (изменение параметров массовых взрывов и технологий при которых снижается объем газа и пыли, снижается загрязнение почв; применение систем разработки с твердой закладкой выработки пространства снижает площадь и интенсивность нарушения земель на поверхности).

Экологические мероприятия связаны с проведением специальных работ защитных земельных зон вокруг промышленных объектов, рекультивации отводов и восстановление деградированных угодий в пределах зоны вредного влияния предприятия.

Основные признаки оценки продуктивности земли после ее восстановления

При восстановлении продуктивности земель, нарушенных в период разработки карьера, т.е. ее рекультивации, наибольшие затраты (в денежном выражении) требуют работы по выравниванию поверхности отвалов, т.е. созданию рельефа и покрытие его почвенным слоем.

В свою очередь от мощности наносимого почвенного слоя и профиля создаваемого рельефа будет зависеть плодородность (урожайность) восстанавливаемых земель.

Мощность гумусового слоя и содержание гумуса в почве являются наиболее важными признаками, определяющими основные агропроизводственные свойства почв, в т.ч. обеспеченность питательными элементами, ее кислотность или щелочность, ее механический состав.

Рельеф поверхности восстанавливаемых земель определяет увлажнение, тепловой режим и эрозионное состояние почвенного покрова. С увеличением уклона эрозия нарастает. Для возделывания полевых культур желательно создать уклон не более 1° , т.к. уклон более $3 - 4^{\circ}$ уже наносит ощутимый вред.

Механический и химический состав основания почвенного горизонта, т.е. уложенных в отвал пород. Нежелательно, что бы на поверхности рекультивируемых участков оказались бесплодные скальные или фитотоксичные породы, совершенно не пригодные для произрастания какой-либо растительности.

Механический состав почвенного горизонта и подстилающих пород предопределяет запасы питательных веществ, водовоздушный и тепловой режимы.

Механический состав оценивается по % содержанию фракции $< 0,01$ мм лессовидного суглинка в подпочвенном горизонте.

Фитотоксичность плодородных почв и пород вскрыши обуславливается реакцией среды по водородному показателю рН, которая оказывает существенное влияние на биохимическую деятельность микроорганизмов в почве, и как следствие этого показателем ее плодородия. Угленосные кислые отложения и отложения, содержащие пирит являются вредными и не пригодными для возделывания культурных

растений, поэтому их следует сверху засыпать более благоприятными породами.

Особо важным является содержание гумуса в создаваемом почвенном горизонте.

С учетом оценки горно-экологической обстановки, создаваемой на восстанавливаемых территориях в процессе рекультивации, оценку качества земель проводят по сумме баллов.

По механическому составу подстилающих пород исходя из фракции < 0,01 мм, %	Величина показателя, %	Оценка в баллах
а) легко и средне суглинистые	20 – 45	20
б) супесчаные и тяжелосуглинистые	45 – 60	16
в) легкосуглинистые	60 – 70	12
г) песчаные	5 – 10	8
д) глины,	> 80 и < 5	4
е) скальные породы	–	0
ж) породы, содержащие пирит > 1%		-20

Экономическая оценка ущерба земельным ресурсам в результате их ухудшения при горных работах

Экономический ущерб от ухудшения и разрушения почв и земель под воздействием антропогенных факторов выражается главным образом в:

- деградации (нарушении) почв и земель;
- загрязнении их химическими веществами;
- захлавлении земель несанкционированными свалками и нерегламентированным размещением отходов;

Экономическая оценка величины общего ущерба от ухудшения и разрушения почв и земель определяется как сумма всех перечисленных видов эколого-экономического ущерба

$$Y_{з.р.} = Y_{\partial} + Y_x + Y_c, \text{ тыс. руб./год}$$

где $Y_{з.р.}$ – ущерб земельным ресурсам; Y_{∂} – ущерб от деградации; Y_x – ущерб от химического загрязнения; Y_c – ущерб от свалок.

Экологическая величина ущерба в результате деградации (нарушения) почв и земель определяется

$$Y_{\partial} = \alpha H_c K_n S_i, \text{ тыс. руб./год}$$

где α – коэффициент экологической значимости территории (для почв Кемеровской области $\alpha=1,2$); H_c – норматив стоимости земель. K_n – коэффициент особо охраняемых территорий в т.ч.

- для земель природно-заповедного фонда $K_n = 3,0$;
- для земель оздоровительного и историко-культурного назначения $K_n = 2,0$;
- земли рекреационного назначения $K_n = 1,5$
- прочие $K_n = 1$; S_i – площадь почв и земель нарушенных в результате антропогенных факторов, га.

Экономическая оценка величины ущерба в результате химического загрязнения земель

$$Y_x = \sum_{i=1}^N \alpha H_c K_n K_{x.N} S_i, \text{ тыс. руб./год}$$

где $K_{x.N}$ – коэффициент, учитывающий загрязнение несколькими химическими веществами $K_{x.N} = 1 + 0,2(N - 1)$, при $N \leq 10$; $K_{x.N} = 3$, при $N > 10$; S_i – площадь i -го участка земли, загрязненного химическими веществами, Га.

Экономическая оценка величины ущерба земле от ее захламления и несанкционированного размещения отходов

$$Y_c = \sum_{i=1}^N \alpha H_c K_n S_i$$

где N – число свалок; S_i – площадь участка земли под свалку, Га.

Для определения величины предотвращенного эколого-экономического ущерба в результате природоохранной деятельности в т.ч. рекультивации нарушенных земель, восстановления ее плодородия, ликвидации свалок отходов определяется разница ΔS_i снижения площади нарушенных земель за отчетный период. Если $Y_{об} < 0$ ущерб снизился; $Y_{об} > 0$ ущерб увеличился; $Y_{об} = 0$ ущерб остался на прежнем уровне.

Нормативы стоимости освоения земель, некоторых типов почв изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд (введены Постановлением Правительства РФ от 27.11.95 № 1176).

Типы с/х угодий	Норматив стоимости H_c , тыс. руб./Га
Алтай, Кемеровская обл., Новосибирская обл., Омская, Томская, Тюменская в т.ч.:	
Черноземы всех подтипов от луговых до мощных тучных	240
Лесные, дерново-подзолистые	120
Лугово-болотные	48

9. Основы рационального комплексного использования недр и их охрана

В современных условиях горного производства рациональное использование минеральных ресурсов и охрану недр необходимо рассматривать как единую проблему,

связанную с удовлетворением потребности настоящих и соблюдением интересов будущих поколений.

При этом одновременно должны обеспечиваться добыча и переработка необходимого объема и качества минерального сырья и соблюдаться действующие нормативы по использованию и охране недр, земель, поверхностных и подземных вод и атмосферного воздуха.

Недра – условно выделяемая верхняя часть земной коры, располагающаяся под поверхностью суши и дном мирового океана и простирающаяся до глубины доступных для геологического изучения и освоения современными техническими средствами и включающая минералы и горные породы.

Все принимаемые решения на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации горнодобывающего предприятия должны быть технически возможны, экологически безопасны и экономически оправданы.

В этой связи под рациональным использованием минеральных ресурсов и охраной недр при добыче и переработке полезных ископаемых следует понимать:

1. Наиболее полную и экономически целесообразную выемку балансовых и сохранение для последующего извлечения забалансовых запасов.

2. Получение минерального сырья заданного качества при минимальных объемах вскрышных пород.

3. Комплексное и наиболее полное извлечение главных и сопутствующих полезных компонентов при обогащении и последующей переработке минерального сырья.

4. Рациональное использование или эффективная консервация отходов горноперерабатывающего производства.

5. Снижение до минимума степени нарушения окружающего массива горных пород и земной поверхности;

6. Соблюдение действующих нормативов качества окружающей среды, а так же сохранения заданной продуктивности сельскохозяйственных, лесных и других угодий, оказавшихся в зоне влияния горнодобывающего или горноперерабатывающего предприятия;

7. Эффективное использование в народном хозяйстве горных выработок и выработанных пространств после завершения горных работ.

Поэтому при рассмотрении проектов и вариантов отработки месторождения должны учитываться мероприятия по рациональному использованию минеральных ресурсов и охране недр, условно разделяют на 4 группы:

1. Технологические мероприятия, которые предусматривают предотвращение потерь, снижение интенсивности нарушений, т.е. обеспечение необходимого уровня качества окружающей среды. Это возможно на основании:

- выбора оптимального экологически оправданного способа отработки месторождения (открытого – подземного), включающего рациональную схему вскрытия, систему разработки;
- способы управления факторами, влияющими на устойчивость горного массива;
- применяемой техники.

2. Защитно-профилактические мероприятия, которые решают задачи охраны некондиционных запасов в недрах, сокращение подрабатываемых водных горизонтов, снижение размеров депрессионных воронок, сохранение режимов и качества грунтовых вод в пределах мульды оседания и местах расположения отвалов, хвостохранилищ, предотвращение возникновения эндогенных пожаров, объектов, сооружений на поверхности. С этой целью рассматриваются варианты направлений работ по защитно-профилактическим мероприятиям:

- оставление защитных целиков;
- применение закладки выработанного пространства (внутреннее отвалообразование);
- усиление бортов карьеров и откосов отвалов;
- устройство защитных цементационных завес вокруг горного отвода предприятия (барражные завесы);
- устройство относительных систем для поддержания влажностного режима почв;
- организация водоснабжения в районе развития депрессионных воронок;

- отвод подземных и поверхностных вод от зон обрушения;
- предотвращение движения воздуха и газов через зоны трещиноватости на пожароопасных участках недр.

3. Экологические мероприятия решают задачи обеспечения необходимого уровня качества окружающей среды. С этой целью предусматриваются работы по устройству:

- зеленых санитарно – защитных зон вокруг шахт и разрезов.
- биологическая рекультивация по предотвращению водной и ветровой эрозии поверхностей отвалов, хвостовых хранилищ.
- организационные мероприятия, которые предусматривают возможность комплекса работ по эффективному использованию минеральных ресурсов, разработке планов ликвидации экологических последствий от аварий на горнодобывающих предприятиях.

4. Организация систем контроля и прогноза состояния массивов пород, бортов карьеров, отвалов, повышение квалификации специалистов занятых вопросами охраны окружающей среды и рационального использования недр.

Обеспечение научно обоснованного рационального и комплексного использования и охрана недр регулируется «Основами законодательства РФ и законодательными актами. Законодательством предусмотрено разрешение на использование недр с выдачей лицензии на: геологическое изучение недр, и на разработку месторождений в пределах горного отвода. Лицензию на пользование недрами для добычи полезного ископаемого выдает Министерство природных ресурсов (МПР).

Однако если запасы полезного ископаемого на месторождении не превышают некоторых значений, то проектная документация на разработку согласуется с территориальными органами Ростехнадзора лицензии на их освоение делегируются Территориальным органом соответствующих министерств и ведомств.

Полезное	Ед.	Максимальное значение
----------	-----	-----------------------

ископаемое	измерения	балансовых и забалансовых запасов по категории
1. Алмазы - россыпные - коренные	млн. карат	A+B+C ₁ +C ₂ 1 10
2. Золото - рассыпное - коренное	т	3 10
3. Железо	млн.т руды	200
4. Уголь - энергетический кокс - бурый	млн.т	20 100
5. Не рудное сырье и строй материалы		Без ограничений

При разработке месторождений полезных ископаемых все минеральные ресурсы, добываемые из недр, подразделяются на три группы:

- главные минеральные ресурсы, добыча которых основная цель;
- сопутствующие, входящие в состав добытого минерального сырья, отделение которого на стадии добычи технически невозможно или экономически нецелесообразно;
- попутно извлекаемые, т.е. такие минеральные ресурсы, извлечение которых из недр осуществляется вынужденно при выполнении определенных технологических операций. Эти минеральные ресурсы не смешиваются с главными, отдельно складываются, образуя отходы.

В тоже время они могут представлять значительную ценность для горнодобывающего предприятия и использоваться как вспомогательные для выполнения ряда технологических операций (закладки, строительство дорог, гидротехнических сооружений и т.д.), либо использование в других отраслях народного хозяйства.

С точки зрения экологии эта группа минерального сырья имеет наибольший интерес и формулируется в отдельное направление – безотходное производство.

Виды запасов минеральных ресурсов

Запасы твердых полезных ископаемых и содержащиеся в них полезные компоненты по экономическому значению подразделяют на две основные группы балансовые и забалансовые.

Балансовые – это запасы, использование которых в настоящее время экономически целесообразно при существующей или осваиваемой прогрессивной технологии добычи и переработки минерального сырья с соблюдением требований законодательных актов по рациональному использованию недр.

В группу балансовых запасов включаются запасы, которые удовлетворяют требованиям кондиций по качеству, количеству, технологическим свойствам и горнотехнологическим условиям эксплуатации месторождения.

Забалансовые запасы полезных ископаемых это запасы, использование которых в настоящее время экономически не целесообразно и технически или технологически не возможно.

Забалансовые запасы твердых полезных ископаемых подсчитываются и учитываются, если в механико-экономическом обосновании кондиций доказана возможность их сохранности в недрах для последующего извлечения, складирования и сохранения для использования в будущем.

По степени изученности запасы полезных ископаемых подразделяются на разведанные категории А, В, С₁ и предварительно оцененные категории С₂. Запасы попутных компонентов определяются отдельно в контурах подсчета балансовых и забалансовых запасов.

При проектировании предприятия по добыче твердых полезных ископаемых определяются **промышленные запасы**, т.е. та часть балансовых запасов, которая должна извлекаться из недр по проекту или плану развития горных работ (за вычетом проектных потерь).

При разработке руды, угля выделяют так же такое понятие как **эксплуатационные запасы** полезных

ископаемых, т.е. промышленные запасы с учетом разубоживания.

Разубоживание – это снижение содержания полезных компонентов за счет перемешивания с породой, выраженное в % по сравнению с содержанием в балансовых запасах.

Потери – это часть балансовых запасов не извлекаемая из недр при разработке, а так же добытая и направленная в породные отвалы, оставленная на местах складирования, погрузки и транспортирования.

Кондиции на минеральное сырье

Представляют собой совокупность требований к качеству полезных ископаемых, горно-геологическим условиям разработки, обеспечивающим наиболее полное комплексное и безопасное использование недр на рациональной экономической основе с учетом экологических последствий эксплуатации месторождения.

Они, т.е. кондиции позволяют подсчитать балансовые и забалансовые запасы полезных ископаемых и определить их промышленную ценность. Разработку и обоснование кондиций осуществляют на основе технико-экономического обоснования (ТЭО) с учетом возможности использования, как основных, так и совместно с ним залегающих других полезных ископаемых, а так же содержащихся в них ценных компонентов. Различают разведочные и эксплуатационные кондиции.

ТЭО разведочных кондиций должно содержать в себе геологическое, горно-техническое, технологическое, экологическое и экономическое обоснования, обеспечивающие возможность объективной оценки значимости месторождения и принятия обоснованного решения в целесообразности и эффективности капиталовложений в создание нового предприятия.

При разработке разведочных кондиций необходимо иметь сведения о детальном изучении вещественного состава и технологических свойствах полезных ископаемых. Эти сведения необходимы для того, что бы принять наиболее рациональную технологию переработки с комплексным

извлечением полезных компонентов, имеющих промышленное значение. Определить направления использования отходов производства или оптимального варианта их складирования или захоронения.

Комплексное рациональное использование природных ресурсов месторождения, предусматривает возможность и целесообразность извлечения и промышленного использования как основных так совместно залегающих полезных ископаемых, включая возможность использования подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения или извлечения из них полезных компонентов.

При наличии потребности в сырье, которое может быть получено из вскрышных или вмещающих пород как попутное полезное ископаемое, технико-экономические показатели извлечения такого сырья и получения из него товарной продукции учитываются при разработке ТЭО кондиций в показателях основного производства.

Эксплуатационные кондиции разрабатывает недропользователь в процессе отработки месторождения.

ТЭО эксплуатационных кондиций разрабатывают на ограниченный срок, соответствующий сроку отработки запасов за этот период.

Основные параметры кондиций

Параметры кондиций – предельные значения натуральных показателей для подсчета запасов.

К основным параметрам кондиций для подсчета балансовых запасов угля относятся:

1. Минимальная мощность пласта.
2. Максимальная мощность породных прослоев, включая в угольный пласт сложного строения при валовой отработке или минимальная при селективной выемке.
3. Максимальная зольность угля A^d .
4. Перечень допустимых компонентов и их содержание.
5. Пласты, участки, блоки, которые не могут быть отработаны из-за особо сложных горно-геологических условий или вследствие малого количества запасов, разобщенности, интенсивной нарушенности и т.д.

6. Предельная глубина отработки запасов (для открытого способа добычи – предельные коэффициенты вскрыши, т.е. экономически обоснованная эффективность отработки).

7. Специальные требования к качеству углей – спекаемость, выход смол, содержание серы, фосфора и т.д.

Кондиции для подсчета забалансовых запасов устанавливаются для разведанных запасов. В ТЭО кондиций должна быть доказана возможность их сохранности в пределах для последующего извлечения и использования в будущем.

В чем разница между понятиями запасы и ресурсы?

Запасы подсчитывают и учитывают, а прогнозные ресурсы – оценивают по каждому виду твердых полезных ископаемых и направлениям их возможного промышленного использования.

Оценка потерь запасов

Одним из важнейших параметров, характеризующих степень использования недр, являются показатели извлечения и потери, а так же разубоживание полезного ископаемого при добыче.

При подземном способе добычи потери составляют от 20 до 40% в зависимости от совершенства технологии.

На открытых горных работах потери угля составляют примерно 10%.

Необходимость компенсации ущерба от потерь полезных ископаемых ведет к необходимости увеличения добычи, строительству новых предприятий, отторжению дополнительных земель, дополнительному загрязнению окружающей среды.

Потому вывод снижение потерь при добыче и переработке полезных ископаемых и угля в частности является важнейшей задачей сохранения окружающей среды.

Пути достижения цели – совершенствование технологии, добычи, комплексное использование полезных ископаемых.

Для проведения оценки воздействия горного производства на окружающую среду оценивают

эффективность главных минеральных ресурсов по направлениям:

1. Эффективность использования балансовых запасов. Для этого определяется коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр K_u и K_k качества.

$$K_u = \frac{Da}{B_n c}, \quad K_k = \frac{a}{c}$$

где D – добыча (объем); B_n – объем погашенных при добыче балансовых запасов; a , c – содержание главного полезного ископаемого в: a – в добыче и c – в погашенных балансовых запасах.

В коэффициенте извлечения учитываются реальные потери полезного ископаемого в недрах.

Например, качество добываемого угля при разработке угольных месторождений характеризуется зольностью, поэтому коэффициент извлечения можно определить:

$$K_u = \frac{D(100 - A_d)}{B_n(100 - A_g)}$$

где A_d, A_g – зольность в добытом угле и его балансовых запасах, %.

Потери главного полезного ископаемого описывают полноту использования недр и исчисляются в % по формуле:

$$K_{n.u.} = \frac{П}{B_n} \cdot 100$$

где $П$ – количество потерянных запасов полезных ископаемых.

$$\text{Потери полезного компонента } K_{n.k.} = \frac{П C_n}{B_n c} \cdot 100$$

где C_n – содержание полезного компонента в местах потерь полезного ископаемого.

Качественные потери полезного ископаемого называют разубоживанием. Разубоживание определяется

$$P = \frac{c - a}{c} \cdot 100 = (1 - K_k) \cdot 100 = \frac{B}{D} \cdot 100$$

где B – количество породы, примешанной к добыче D (угля).

Между качественными и количественными потерями полезных ископаемых существуют взаимосвязи, которая

характерна для каждого конкретного месторождения и оценивается при принятии проектных решений по вскрытию, системе разработки, расположении сопутствующих наземных сооружений.

Основные виды потерь полезных ископаемых классифицируются и подразделяются на:

1. Общекарьерные (потери в целиках под зданиями и сооружениями, водоносными горизонтами, коммуникациями, заповедными зонами и т.п.).

2. Эксплуатационные потери, которые объединяют потери полезных ископаемых в массиве и потери отдельного от массива (отбитого) полезного ископаемого.

Потери в массиве

1. В недоработанной части целиков внутри выемочного участка (карьерные поля).

2. В лежащем, висячем боках (почве, кровле) в бортах карьерного поля.

3. В местах выклинивания и на флангах пласта.

4. В междупластьях (маломощных пластах).

5. В целиках у геологических нарушений.

Потери в отбитом полезном ископаемом

1. При совместной выемке полезного ископаемого и смешивании с вмещающими породами.

2. На уступе в результате обрушения породы при взрыве.

3. В местах затопленных и заповрежденных участков.

4. В местах погрузки и разгрузки, складирования и сортировки, при транспортировании по карьеру.

Снижение потерь полезных ископаемых в процессе отработки месторождения можно добиться решением задач инженерной защиты при освоении подземного пространства недр за счет:

1. Опережающей добычу геологической разведкой и доразведкой.

2. Комплексного извлечения всех полезных ископаемых.

3. Безотходным использованием добытых минеральных ресурсов.

4. Вторичным использованием материалов после их выхода из употребления.

5. Поискem заменителей минеральных ресурсов.

Комплексное использование угля – основное звено стратегии развития Кузбасса

Комплексное использование энергетического сырья является основой выполнения Стратегии энергетического развития России, обеспечения её энергетической безопасности и развития новых наукоёмких технологий.

Располагая 2,8.% населения и 12,8 % территории мира, Россия имеет 12-13 % прогнозных ресурсов и около 12 % разведанных запасов нефти, 42 % ресурсов и 34 % запасов природного газа, около 20 % разведанных запасов каменного и 32 % запасов бурого угля.

Известно, что угольное вещество, являясь великолепным природным сорбентом, накопило за миллионы лет формирования угольных месторождений множество необходимых современной промышленности веществ.

В результате исследований установлено, что в кузнецких углях с высокой встречаемостью (до 90-100 %) присутствуют в повышенных концентрациях до 40 химических элементов, включая платиноиды (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt). Указанные "элементы нередко образуют рудные горизонты в партингах пластов, вблизи почвы и кровли, захватывая их. Встречаются рудные концентрации элементов по всей мощности угольного пласта, с образованием линз, узлов, прослоев и других форм залегания невидимых рудных тел. Мировые цены на эти элементы в USD, справочно, составляют до тысяч единиц за килограмм: Al (алюминий) – 3,5; Ti (титан) – 22; Mn (марганец) – 4,5; Mg (магний) – 3,55; Ba (барий) – 36,8; Ge (германий) – 1060; Nb (ниобий) – 106; La (лантан)- 105; Sr (стронций)-66; Ga (галлий)-300; Zr (цирконий) – 331; Y (иттрий) – 146; Sc (скандий) – 130000; Ce (церий) – 404 и т.д.

В 1989-91 годах на шахте им. Димитрова, отработывающей пласты Усятской свиты Араличевского района, проводились работы по извлечению скандия (Sc) из золы угля пласта II, содержание в золе составляло до 50 г/тонну.

Получение энергии из вентиляционных выбросов шахт

Вентиляционные выбросы угольных шахт являются основным источником шахтного метана как парникового газа, влияние которого на парниковые свойства атмосферы в 21 раз выше, чем двуокиси углерода. И, хотя по оценкам специалистов выбросы в атмосферу метана угольных шахт составляют всего 9,9 % от общей эмиссии метана как парникового газа, 66 % из этого объёма составляют вентиляционные выбросы с низкой (до 2 %) концентрацией метана в воздушно-метановой смеси.

По данным отдела вентиляции и дегазационных работ компании «Южкузбассуголь» в 2002 году из общего объёма выбросов метана в 288,696 млн м³/год, 219 млн м³/год, 76 % составляют вентиляционные выбросы и 70 млн м³/год выбросы дегазационных систем.

Существует ряд технологий утилизации метана, являющегося одним из отходов горного производства. Эти технологии в основном направлены на получение электрической и тепловой энергии при утилизации метана дегазационных скважин и работают при минимальной концентрации не ниже 30 %, что допускается правилами безопасности.

Мало- и безотходная технология

Мало и безотходная технология представляет собой совокупность технических средств и технологических приемов, направленных на то, что бы в условиях нарастания темпов промышленного производства обеспечить нормальное функционирование и развитие экологических систем в районах размещения шахт, разрезов и обогатительных фабрик.

Основной принцип малоотходной технологии в угольной промышленности в частности может быть сформулирован следующим образом: извлекать из недр как можно меньше лишнего и наиболее полно использовать это лишнее в качестве побочной продукции производства или сырья для ее изготовления.

Основные направления, по которым ведутся работы, для перехода на безотходную технологию включают:

1. Совершенствование существующих и разработка принципиально новых технологических процессов и схем, при реализации которых существенно снижается количество образующихся отходов, или они практически ликвидируются в ходе хозяйственной деятельности предприятий, в результате чего исключается или сокращается до допустимых пределов вредное влияние отходов на природную среду.

2. Создание эффективных методов вторичного использования всех видов отходов производств, образование которых нельзя предотвратить на данном этапе развития науки и техники.

3. Применение способов добычи, транспортировки и переработки основного полезного ископаемого, обеспечивающих снижение его потерь.

Таким образом, безотходная ресурсосберегающая технология – это такой способ осуществления производства, при котором наиболее рационально и комплексно используется сырье и энергия, не нарушая нормативного функционирования окружающей среды.

Малоотходная технология является промежуточной ступенью при создании безотходного производства. Малоотходным следует считать такое производство, в результате которого вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными нормами, но по техническим, экологическим, организационным или другим причинам часть сырья, материалов и попутных продуктов производства переходит в отходы и выбрасывается в окружающую среду или направляется на длительное хранение или захоронение.

Основой мало и безотходных (ресурсосберегающих) технологий в угольной промышленности является

организация технологических процессов добычи и переработки угля, обеспечивающих:

1. Рациональное использование и охрану недр.
2. Комплексное использование отходов производства, в том числе получение из отходов товарной продукции.
3. Полное исключение или уменьшение до санитарных норм загрязнения окружающей среды отходами производства.
4. Минимальное нарушение и своевременное восстановление земельных угодий.
5. Замкнутые оборотные циклы.
6. Создание замкнутых структур производства внутри топливно-энергетических комплексов.

Критерием, по которому можно отнести производство отходному или безотходному является:

$$K_{\text{безотх.}} = \frac{V_{\text{исп.отх.}}}{V_{\text{отх.}}}$$

Условно $K = 0-0,5$ – отходное; $K = 0,25-0,75$ – малоотходное; $K = 0,75$ – безотходное.

Характерной особенностью применяемой в настоящее время технологии добычи и переработки угля является не отходность, что приводит к образованию и накоплению огромного количества побочных продуктов производства в районах размещения шахт разрезов и обогатительных фабрик. На угольных и рудных предприятиях страны образуется около 3-3,5 млрд. м³ твердых отходов (т.е. вскрышных и отходов обогащения). Из шахт и разрезов откачивается около 2,5 млрд. м³ сточных вод, с которыми сбрасываются в природные водоемы до 150 тыс. т взвешенных веществ и более 3 млн. т минеральных солей, и выбрасывается в атмосферу более 2 млн. т твердых и газообразных веществ.

Отходы угольного производства

В нашем понятии на сегодняшний день вскрышные и выемочные породы, загрязненные карьерные и шахтные воды, загрязненный атмосферный воздух, хвосты обогащения еще считаются отходами, загрязняющими окружающую среду.

В тоже время исследованиями, выполненными отраслевыми институтами и организациями других Министерств и ведомств установлено, отходы добычи и обогащения угля являются ценным сырьем. В зависимости от физико-механических и химических свойств, литологического состава, содержания в них органических веществ углеотходы могут использоваться, как энергетическое топливо, как добавка и сырье для производства различных строительных материалов, как сырье в черной, цветной и химической промышленности.

Таким образом следует констатировать, что отходы не являются целью производства, могут быть использованы в народном хозяйстве в качестве сырья для переработки или в качестве вторичных ресурсов. По прогнозам в будущем большая доля потребностей в сырье планируется восполнять продуктами переработки отходов промышленного производства.



Наибольшую массу твердых отходов представляют вскрышные породы. Зачастую они представляют полезные ископаемые.

Вскрышные породы размещают в отвалах. Если это внутренние отвалы, то вскрышные породы можно рассматривать, как заполнитель плоскости, образовавшихся в результате проведения горных работ.

Значительную часть этих пород можно использовать как сырье для производства строительных материалов, в т.ч. щебня, песка, извести, кирпича, цемента и т.п.

В связи с тем, что наиболее богатые рудные месторождения приходят к истощению, приходится разрабатывать месторождения с меньшим содержанием ценных компонентов. Поэтому часть отвалов вскрышных пород на этих месторождениях снова вовлекаются в переработку.

На других предприятиях металлосодержащие руды, по абсолютному содержанию металлов, зачастую превосходящие руды, из-за несовершенства существующей технологии переработки направляются на долговременное хранилище в отвалы и спецсклады.

Отходы смежных производств, в первую очередь обогатительных фабрик, все чаще применяются в качестве минерального сырья для производства минеральных удобрений и строительных материалов.

Шламохранилища углеобогащения это мелкодисперсная угольная пыль, которая может быть использована для брикетирования угля и для производства простейших промышленных ВВ – гранулит – УП.

Жидкими отходами считается та часть сточных вод, которая выдается за пределы карьера. В зависимости от загрязнения эти воды могут быть использованы другими потребителями без предварительной отработки или при разбавлении незагрязненной водой с последующей

естественной простейшей очисткой, осуществляемой в процессе движения воды по каналам, руслам рек или при аккумуляции в прудах.

Часть карьерных вод, идущая на технические нужды предприятия, не относится к отходам горного производства в т.ч.: 1. поливка дорог, отвалов, забоев; 2. тушение пожаров; 3. Обогащение угля; 4. гидромеханизацию; 5. гидрозабойку взрывных скважин.

Газообразные продукты, выделяемые при разработке угольных месторождений – это прежде всего метан. За счет предварительной дегазации во-первых можно снизить загазованность атмосферы карьера; во-вторых использовать газ как топливо в котельных.

Для определения объема отходов и разработки направлений по использованию отходов угледобычи и обогащения и составлению мероприятий по утилизации вскрышных и вмещающих пород отходы разделяют по степени их изучения и качеству на три группы:

1. Отходы, объем, и качество которых определены в границах, обеспечивающих возможность организации производства. Результаты их оценки не требуют уточнения;

2. Отходы, результаты изучения и оценки которых требуют дополнений и уточнений по отдельным показателям;

3. Отходы, которые ранее не использовались или их изучение и оценка выполнены по единичным показателям.

Кроме того, в зависимости от направлений использования минеральные отходы группируются на следующие разновидности:

а) отходы, не пригодные для существующих направлений использования (т.е. отходы с невыдержанным составом и свойствами, например, горячие и эксплуатируемые отвалы, отходы, содержащие повышенное содержание токсичных элементов и т.д.);

б) отходы, пригодные для низкоквалифицированного использования, не представляющие жестких требований к составу и свойствам (т.е. материал для планировки территорий, отсыпки местных дорог, закладки выработанного пространства);

в) отходы, пригодные для использования в промышленности строительных материалов (огнеупорные и кирпичные глины, отходы содержащие топливо) углистый аргиллит как добавка в шихту вместо кокса.

г) отходы, пригодные для высококвалифицированного использования, как источник дефицитных видов сырья (получение гликозема, соединений серы, редких металлов).

Изучение и оценка объемов и качества углеотходов производства дифференцировано по типам отходов и определяется необходимой детальностью их исследования.

Результаты лабораторно-технологических исследований должны быть подтверждены испытаниями сырья в полупромышленных или промышленных условиях.

Углеотходы могут оцениваться на различных этапах освоения основного производства: 1. при разведке угольных месторождений; 2. на стадиях проектирования и эксплуатации.

Исходными данными для составления мероприятий по утилизации отходов угледобычи относятся:

1. Объем углеотходов, образующихся по периодам освоения месторождения с учетом планируемого объема добычи и обогащения угля;
2. Показателем свойств и состава углеотходов;
3. Составление качественных показателей пород углеотходов основным техническим требованиям как к сырью;
4. Информация о возможных потребителях и потребности в сырье из пород углеотходов на перспективу;
5. Ориентировочная оценка стоимости сырья из углеотходов и установление возможных цен на него.

Одним из обязательных условий использования отходов угольной промышленности в качестве основного сырья для производства каких-либо материалов является стабильность их состава.

Анализ отходов показывает, что шахтные породы, как правило, наиболее не постоянны по составу.

Вскрышные породы угольных разрезов так же не стабильны по составу, за исключением тех случаев, когда пласты хорошо выдержаны по глубине и по простиранию.

К наиболее стабильным по составу относятся отходы углеобогащения, т.к. сам процесс обогащения позволяет в определенных пределах регулировать их свойства.

Отходы классифицируются: 1. по технологическим стадиям их образования; 2. агрегатному состоянию, в котором они находятся; 3. содержанию в них ценных компонентов; 4. степени ущерба для окружающей среды; 5. затратам, необходимым для их использования.

Классификация по технологическим стадиям образования дает возможность подразделить отходы в зависимости от их получения (добыча или обогащение) на подгруппы, которые соответствуют разновидности технологии, т.е. при подземной или открытой добыче, при мокром или пневматическом обогащении.

Классификация по агрегатному состоянию, в котором они находятся, позволяет разделить их на твердые, жидкие и газообразные.

Классификация отходов по содержанию в них ценных компонентов определяет направление их использования.

Классификация по степени ущерба. Наносимого окружающей среде, определяет очередность их использования.

Величина ущерба может быть неощутимая, региональная, глобальная.

Классификация по химическим признакам определяет отходы, как нейтральные, слабоактивные и активные, а по гигиеническим признакам – инертные, слаботоксичные, токсичные.

Критерием целесообразности переработки отходов в местах их образования является количество и степень возможности использования отходов в производстве.

Если по технологическим свойствам попутный продукт удовлетворяет определенного потребителя, то он должен рассматриваться как составная часть общих ресурсов топлива или сырья.

Однако между попутными продуктами и вторичными ресурсами имеется существенная разница. Попутный продукт получается в процессе основного производства, а вторичный

ресурс – это дополнительный продукт, вовлекаемый в данное производство извне.

Эффект от реализации попутных продуктов добычи полезных ископаемых состоит из двух частей. Первая часть относится к предприятию и возникает благодаря улучшению производственных условий, вторая часть проявляется вне предприятия в результате того, что снижается потребность в применении другого, более дорогостоящего, ранее использовавшегося минерального сырья (уголь, вода, строительные материалы).

На применение углеотходов в качестве сырья для получения продукции необходимо разрабатывать, и разрабатываются ТУ на сырье. Но следует заметить, что они должны соответствовать ГОСТам. Например ГОСТ 26594-85 «Сырье глинистое (горячие породы) для производства керамических кирпича и камней».

При расчете экологической эффективности применения углеотходов необходимо пользоваться «Методикой расчета экономической эффективности перехода на малоотходную и безотходную технологию действующих и реконструируемых производств», ВНИИОСуголь, Пермь, 1981 г.

И временной типовой методикой определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экологического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М.: Экономика, 1986.

В общем случае эффект можно определить:

$$\mathcal{E}_{н.х.} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{тех_i} + \mathcal{E}_{исп_i} + \mathcal{E}_{пр.охр.i} + \mathcal{E}_{сохр.земли_i} + \mathcal{E}_{рек.i}, \text{ тыс. руб.}$$

i – Индекс вида отходов производства (твердые, жидкие, газообразные); $\mathcal{E}_{тех_i}$ – экологический эффект от изменения технологии производства; $\mathcal{E}_{исп_i}$ – экологический эффект от утилизации i -го вида отходов; $\mathcal{E}_{пр.охр.i}$ – экологический эффект от предотвращения загрязнений в результате природоохранных мероприятий; $\mathcal{E}_{сохр.земли_i}$, $\mathcal{E}_{рек.i}$ – экологический эффект от сохранения земли и увеличение площадей пригодных для использования.

1. Одним из направлений утилизации вскрышных пород является использование их в качестве основного сырья для производства изделий строительной керамики. Сравнительный анализ химических свойств вскрышных пород (аргиллитов и алевролитов) показал, что они имеют одинаковый качественный состав с глинами, применяющимися для изготовления кирпича и керамики.

ИГИ проводит работы по изучению возможности использования отходов угледобычи для получения керамики пригодной для изготовления отдельных деталей для дизелей и двигателей внутреннего сгорания.

2. Углистые аргиллиты в доменном производстве. ИГИ провел работу по изучению возможности использования углистых пород, в том числе и отходов добычи и углеобогащения в доменном производстве. Постановка данной работы обусловлена тем, что в настоящее время для повышения содержания кремния в чугуне расходуется дополнительное количество песка. Изучение процессов преобразования углистых пород в высокотемпературных восстановительных условиях показало, что в кусковатом материале углистых пород определенного состава интенсивно протекает процесс карбидообразования, в результате чего образуется продукт, являющийся по существу углекарбидным концентратом и помещенный в чугун обогащают его кремнием.

Поэтому с целью экономии кокса в качестве углеродокремнистой добавки в доменную шахту был использован углистый аргиллит разреза «Черниговский».

Расход углистого аргиллита 15-20 кг на тонну чугуна для повышения в нем содержания кремния на 0,1%.

3. Использование вскрышных и вмещающих пород для очистки шахтных и карьерных вод. Вскрышные воды центрального и южного Кузбасса отличаются преобладанием крепких песчаников на известковом цементе и трудноразмокаемых алевролитов. Эти породы пригодны для возведения гидротехнических сооружений, засыпки стволов, выравнивания рельефа местности в районах строительных площадок. Но основной интерес представляет использование прочных песчаников для сооружения искусственных

фильтрующих массивов (ИФМ). Положительный опыт использования ИФМ для очистки карьерных вод есть на разрезах «Красногорский», «Ольжерасский», «Кедровский» и ряде других предприятий ПО «Кемеровоуголь».

Вода после фильтрации через породный массив практически полностью отвечает санитарным нормам. Использование пород в качестве ИФМ позволит использовать на каждом ИФМ от 400 до 800 тыс. м³ породы, т.е. увеличить объем применения для этих целей углеотходов до 10% от общего объема вскрыши, что составит около 50 млн.м³.

Использование вскрышных пород для строительства ИФМ является одним из перспективных направлений безотходной технологии. Очистка шахтных и карьерных вод от взвешенных частиц решит две задачи: 1) используются вскрышные породы и 2) очищенная вода может использоваться в замкнутом технологическом цикле. Эффективность очистки от взвешенных частиц зависит как от физико-механических свойств вскрышных пород, так и от геометрических параметров ИФМ.

Экспериментальным путем определено, что изменение концентрации взвешенных частиц при фильтрации воды через крупнокусковые породы отвалов подчиняются зависимости вида

$$C_{\text{вых.}} = C_0 e^{-\eta L}$$

где $C_0, C_{\text{вых.}}$ – начальная и конечная концентрация взвеси в воде, мг/л; η – коэффициент фильтрования зависит от физико-механических свойств пород и грансостава; L – длина фильтрации, м.

Не вдаваясь в подробности математических расчетов (Сб. трудов КузПИ Вопросы аэрологии охраны труда и природы, 1985 г. Кемерово Гаголин, Лесин, Есипов) могу привести ориентировочный результат при $C_0 \approx 500$ мг/л до уровня $C_{\text{пдк}} = 2$ мг/л, длина фильтрации должна составлять ≈ 200 м.

4. Ведутся исследования по применению углеотходов в качестве сырья для производства удобрений. Это объясняется тем, что с каждым годом растет дефицит органических и минеральных удобрений, несмотря на увеличение их производства. Углеотходы содержат многие элементы,

необходимые для роста и развития растений, поэтому они могут служить одним из резервов, способных возместить дефицит питательных элементов в почве.

Углеотходы пригодные для производства удобрений по своему литологическому составу не многочисленны. Это алевролиты, аргиллиты и их переходные разновидности. Основным этапом по производству удобрений из углеотходов является их измельчение и затем использование для приготовления компонентов. Доза компоста 5-10 т/Га.