

1. Разработка месторождений горно-химического сырья.
2. Добыча камня.
3. Потери полезного ископаемого при разработке месторождения.
4. Перспективы добычи полезных ископаемых.
5. Экологические проблемы освоения полезных ископаемых.

1

Из названия этого вида сырья с очевидностью следует, что оно добывается из литосферы с целью получения в дальнейшем тех или иных химических соединений. Сюда относятся такие полезные ископаемые, как калийные соли, поваренная соль, апатиты, фосфориты, датолит, барит и некоторые другие.

С точки зрения проблем и технологии разработки значительная часть этих месторождений ничем не отличается от рудных месторождений. Тем не менее следует выделить месторождения калийных и натриевых солей, разработка которых отличается рядом специфических особенностей, связанных прежде всего с тем, что все соли легко растворимы в воде. Поэтому основным требованием к геотехнологии становится полное исключение проникновения природных вод в зону ведения добычных работ.

При разведке соляных месторождений встречается ряд трудностей, т. к. каждая буровая скважина, пробуренная в соляную толщу, может оказаться проводником воды из покровных пород. Решающим фактором при вскрытии калийного месторождения и выборе способа его разработки являются гидрогеологические условия месторождения: водоносность покровных пород и близость их к соляным отложениям.

**Калийные месторождения** можно разделить по горнотехническим признакам на 4 обособленные группы, каждой из которых соответствует применение определенного способа разработки.

**Месторождения I группы** представлены горизонтальными или пологими пластами с относительно небольшими тектоническими нарушениями в виде местной складчатости, отдельных поднятий пласта и т. п.

**Месторождения II группы** по характеру залегания приближаются к первой, но отличаются более благоприятными геологическими и гидрогеологическими условиями. Характерной особенностью их является наличие в кровле соляных отложений мощных слоев (100-200 м) молодой каменной соли и соляной глины, налегающих непосредственно на калийные пласты.

**Месторождения III группы** представлены горизонтальными или наклонными пластами, залегающими в описанных выше условиях.

**Месторождения IV группы** наиболее многочисленны и представлены купольными или подобными структурами, сводовая часть которых, как правило, размывта и превращена в «гипсовую или каинитовую шляпу».

Большинство калийных месторождений залегает на большой глубине, поэтому их вскрытие осуществляют преимущественно вертикальными стволами. Глубокое залегание калийных месторождений обуславливает их преимущественно подземную разработку.

**Месторождения I группы** разрабатывают с применением жесткого поддержания кровли выработок и с оставлением прочных опорных целиков (камерная или галерейная системы), не допускающих сдвигения покровных пород.

В месторождениях II группы при мощной толщине водонепроницаемых вмещающих и покровных пород допустимо некоторое опускание кровли (плавная осадка).

Для месторождений III группы возможна разработка с обрушением кровли без оставления целиков в выработанном пространстве и без закладки последнего.

Для месторождений IV группы могут разрабатываться различными способами.

Добыча руд, содержащих *серу*, производится открытым или подземным способом. Добытая при этом руда поступает на переработку. Классификация способов получения серы представлена на рис. 1.



Рис. 1

*Термические методы* получения серы из руд являются наиболее старыми. Выплавка серы в кучах, примитивных печах, подобных горну Каркарелла, цилиндрических печах Калькарона и многокамерных печах происходит за счёт тепла, образующегося при сжигании части серы в руде. Процесс этот малоэффективен (потери 40-60 %), трудоемок, трудно поддается механизации.

Дистилляция – возгонка серы из руд в ретортах или вращающихся печах производится либо за счёт передачи тепла через стенку в реторты, либо за счёт передачи тепла от нагретых газов. После возгонки пары концентрируются в конденсаторах. Процесс малоэффективен, но позволяет получить высокое качество продукции.

*Пароводяной автоклавный способ* выплавки серы из руд, несмотря на ряд достоинств, в настоящее время не применяется, т. к. для него требуются богатые руды с содержанием 50-60 % серы.

Кроме описанных термических способов к методам этой группы следует отнести (на настоящей стадии его развития) получение серы из руды растворением, который характеризуется почти полным извлечением и хорошим качеством серы.

Ко второй группе методов получения серы из руд относится подземное сжигание и *подземная выплавка серы* (ПВС). Коэффициент извлечения серы из руды при подземных пожарах был на 25 % ниже, чем при выплавке в печах, однако в общем способ оказался более экономичным.

Но наибольшее распространение в последние годы получил метод подземной выплавки серы за счёт подачи в пласт перегретого водяного пара.

Вода для производственных нужд попадает в нагреватели, которые могут быть либо прямоточными водогрейными котлами, либо паровыми котлами с бойлерными. Горячая вода через *контрольно-распределительные станции* (КРС) нагнетается в скважины. Каждая КРС служит для определенного числа рабочих скважин и включает регулирующие клапаны и контрольные приборы, позволяющие оператору регулировать давление и температуру текущих по трубам жидкостей и газов.

Метод основан на выплавке серы на месте её залегания нагнетаемой через скважину горячей водой.

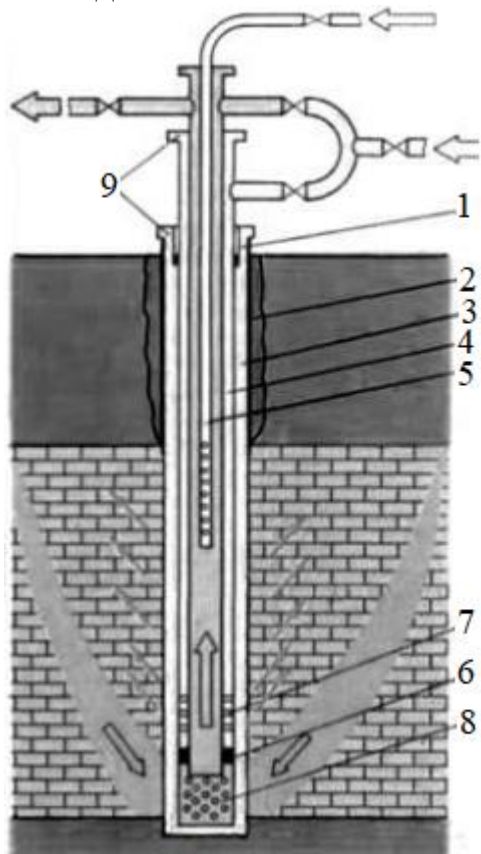


Рис. 2

В пробуренную скважину вставляют три concentрически расположенных трубопровода (рис. 2) диаметром 0,3 и 1 дюйм.

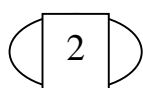
Верхнюю часть скважины оборудуют оголовком, обеспечивающим нагнетание в пространстве между шестью- и трехдюймовыми трубами горячей воды. Последняя через перфорации в нижней части трубы проникает в сероносную залежь, разогревая и расплавляя серу.

Расплавленная сера, как более тяжелая, стекает вниз и по серной трубе поднимается на высоту, равную гидростатическому давлению у почвы пласта.

Подачей по дюймовой трубе сжатого воздуха сера эмульгируется и выдается на поверхность в промежутке между трёх- и однодюймовыми трубами. Расплавленная сера выходящая из скважины, направляется через отстойные резервуары (сепараторы) в фильтры для очистки и далее на склад готовой продукции. Все бассейны и трубопроводы, в которых циркулирует расплавленная сера, обогреваются.

В процессе разработки закачиваемая в пласт горячая вода распространяется по участку месторождения и повышает пластовое давление. Для его поддержания со-

оружают водоотливные скважины, которые регулируют пластовое давление и технологию добычи серы.



Породы, добываемые из земных недр в виде каменных глыб — блоков или плит, представляют собой исходное сырье для производства облицовочных материалов, а также архитектурно-строительных, монументальных и некоторых технических изделий. На территории нашей страны в качестве декоративно-облицовочных камней используются следующие типы горных пород:

- магматические – граниты, гранитогнейсы, гранодиориты, диориты, габбро-диориты, габбро-диабазы, пироксениты, сиениты, порфириды и др.;
- метаморфические – кварциты, кварцитопесчаники, мраморы, амфиболиты;
- осадочные – известняки, доломиты, песчаники, гипсы.

Наибольшее применение в строительстве получили изверженные породы: гранит, сиенит, диорит, габбро, лабрадорит.

*Гранит* – наиболее распространенная глубинная порода. Минеральный состав гранитов характеризуется наличием следующих компонентов: кварц, щелочной полевой шпат, кислый плагиоклаз, биотит, мусковит, иногда роговая обманка.

*Диорит* – глубинная зернистая порода, состоящая главным образом из плагиоклаза и темного минерала (пироксена или биотита). Кроме того, в состав диорита небольшим количеством входит кварц.

*Сиенит* – глубинная зернистая порода. Главными составляющими являются калиевый полевой шпат и темный минерал (пироксен, биотит), кварц отсутствует или имеется в небольшом количестве.

*Габбро* – кристаллическая глубинная порода среднезернистой структуры, состоящая из плагиоклаза и темных минералов (пироксена, оливина, роговой обманки).

*Лабрадорит* – является габбро-норитовой породой и характеризуется преобладанием кристаллов лабрадора, имеющих иногда голубую, синюю, реже золотистую иризацию.

При разработке месторождений камня с большим значением предела прочности при сжатии и при наличии включений твердых пород (кварца, диорита и др.) применяются комбинированные способы добычи блоков (рис. 3).

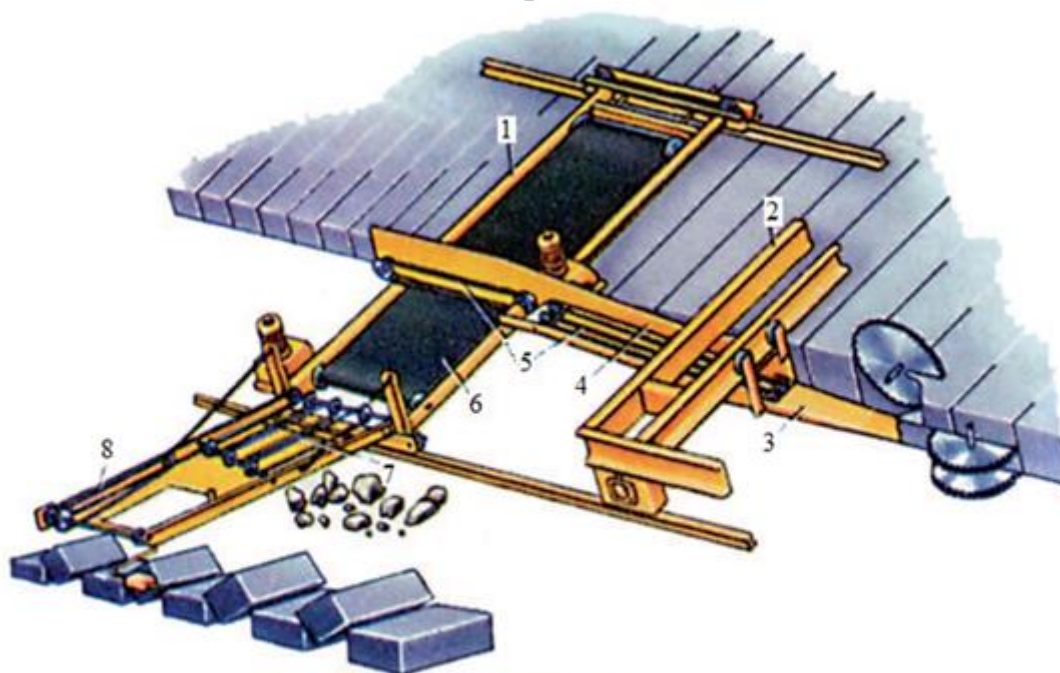


Рис. 3

1 -рама камнеуборочной машины; 2,3,4 - соответственно рама, отжимной клин и направляющий борт камнерезной машины; 5 и 7 - цепные конвейеры камнеуборочной машины; 6 - ленточный конвейер; 8 - цепь поворота блоков

Помимо камнерезных машин используются средства направленного создания трещин.

*Добыча блоков камнерезными машинами с кольцевыми фрезами.* На карьерах для добычи мраморных блоков используются машины с кольцевыми фрезами СМР-028 представляет собой Г-образную самоходную раму, перемещающуюся по рельсам, уложенным вдоль забоя: один рельс на подошве уступа, второй – на верхней его площадке. По направляющим рамы, расположенным перпендикулярно к рельсам, перемещается пильная тележка с режущими органами. На раме установлены ходовая часть машины с тросовыми барабанами для рабочих перемещений машины и тележки, привод ходовой части, домкрат, гидронасосная установка, пульт управления. На пильной тележке смонтированы вертикальные фрезы, консоль с горизонтальной фрезой, привод вертикальных фрез и привод горизонтальной фрезы.

Поперечные пропилы в горном массиве производятся перпендикулярно рельсовому пути при перемещении пильной тележки с режущими органами по направляющим неподвижной рамы. При движении машины с неподвижной тележкой производятся одно-

временно горизонтальные и тыльные пропилы, т. е. отделение блока от массива. В случае необходимости пропилы делаются отдельно: сначала горизонтальный, затем тыльный.

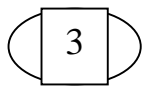
*Добыча блоков канатно-пильными установками.* При использовании этих установок, рабочим инструментом которых является канатная пила с контуром значительной длины, добыча блоков чаще всего осуществляется в две стадии. Сначала от массива отделяют крупногабаритный монолит, а затем разрезают его на блоки необходимых размеров. К достоинствам канатно-пильных установок следует отнести простоту конструкции, незначительную энергоёмкость, низкие технологические потери сырья, возможность выполнения разрезов значительной длины, технологическая гибкость.

Технологический процесс отделения блоков от массива прочных горных пород строится на сочетании камнерезных и колочных работ. Вначале от массива отделяют монолит (крупный блок), который в последующем разделяют на блоки нужных размеров. Перед отделением монолита от массива его обнажают щелевыми выработками настолько, чтобы обеспечить естественную целостность камня и не допустить развитие трещин в массиве и отделяемом монолите.

*Буроклиновый способ колки камня* больше всех выдержал проверку временем и широко используется в настоящее время на зарубежных и отечественных камнеобрабатывающих предприятиях. Его технология проста: по линии намеченного раскола бурятся шпур, в которые вставляются клинья.

*Буровзрывной способ отбойки.* Буровзрывной способ создания разделительных трещин чаще всего используется при отделении крупных монолитов от массива.

*Невзрывчатые разрушающие средства.* В последние годы испытываются невзрывчатые разрушающие средства (НРС), обладающие способностью при затвердевании расширяться. При заполнении этим веществом шпуров оно затвердевает и, расширяясь, создаёт достаточно высокую нагрузку на стенки шпура.



При добыче ископаемых неизбежно возникают потери и разубоживание.

**Потери полезного ископаемого** – это часть балансовых запасов, не извлечённых из недр при добыче, попавшие в породные отвалы, оставленные на складах, потерянные при погрузке и транспортировке. Потери – это разница между подсчитанными и извлечёнными балансовыми запасами.

Потери бывают двух видов: **количественные** и **качественные**. Количественные потери или просто потери делятся на проектные и эксплуатационные. Проектные потери в виде оставления охранных и предохранительных целиков закладываются при проектировании и разработке месторождения.

Эксплуатационные потери возникают при добыче полезного ископаемого. При любом способе выемки эксплуатационные потери неизбежны.

Потери делятся на три группы:

- потери от неполноты выемки по контуру рудных тел;
- потери в оставленных навсегда или не полностью извлечённых целиках, предохраняющих от обрушения капитальные горные выработки (рис. 4, а);
- потери от неполноты извлечения отбитой руды:
  - оставлены в недоступных местах, например, под водоёмами (рис. 4, б) или опасности прорыва вод рек или озёр (рис. 113, в), под заповедными зонами;
  - разубожённых (засорённых) до некондиционного содержания;
  - потери в некондиционной руде, выданной в отвал;

- потери рудной мелочи в закладке.

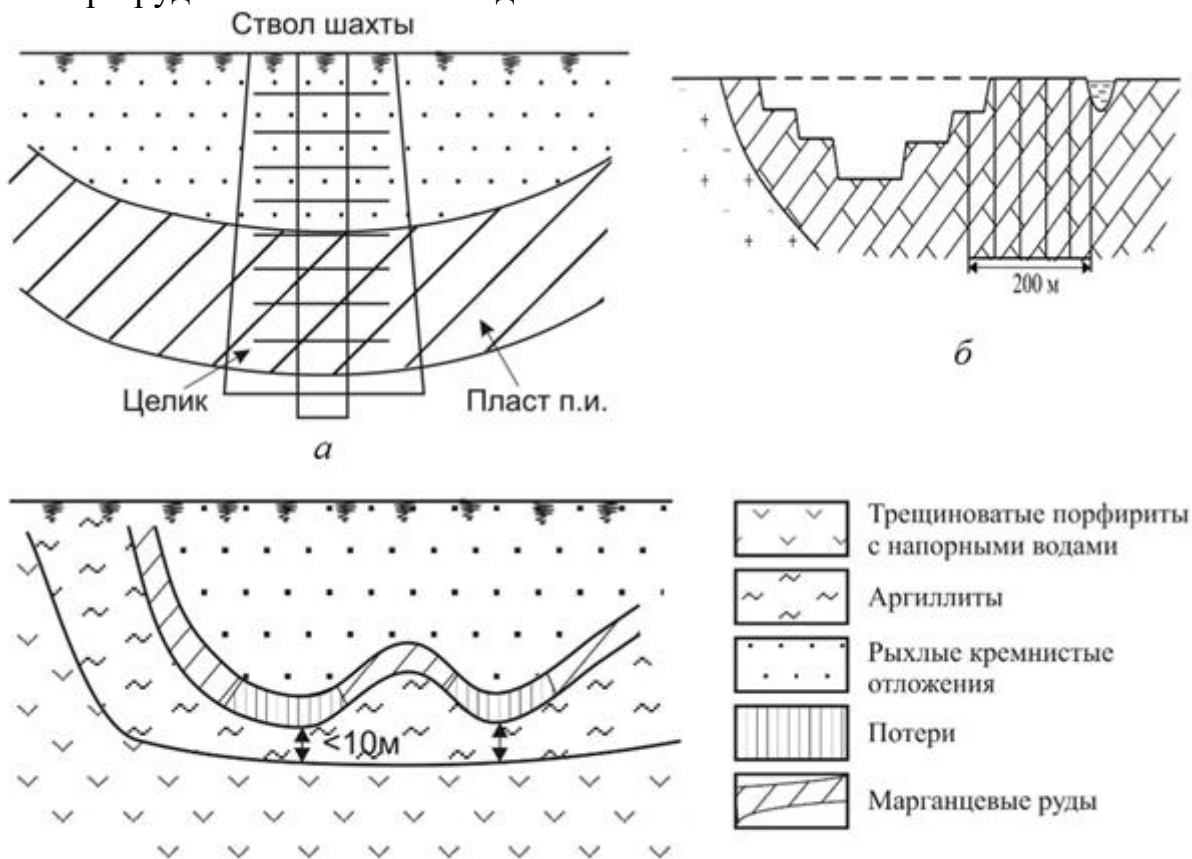


Рис. 4

**Для сокращения потерь** полезных ископаемых необходимо:

- организовать складирование бедных руд в специальных отвалах;
- вводить резервные мощности и создавать новые мощности на обогатительных фабриках с целью обогащения разубоженных руд из приконтактных зон и использования для нужд народного хозяйства бедных, в некоторых случаях и некондиционных руд;
- использовать хвосты обогатительных фабрик и пыль металлургических заводов для извлечения из них как основных, так и сопутствующих компонентов;
- постоянно рационализировать системы разработки месторождений и организацию добычных работ, максимально механизировав эти работы.

**Для сокращения** величины **разубоживания** руды необходимо:

- при открытой разработке месторождения вести тщательную селекцию;
- не допускать смешивания руды с породой, доставляемой для закладки очистного пространства, предупреждать возможные нарушения настила в очистных камерах и блоках;
- проводить шпуровое опробование приконтактных частей рудного тела в месторождениях с неясными контактами последнего с тем, чтобы не допускать возможную отбойку породы вместе с рудой;
- производить селективную выемку маломощных рудных жил (например, месторождения редких металлов) и безрудных участков в мощных рудных телах;
- но допускать вывалов вмещающих пород с боков рудного тела и смешивания их с рудой.

4

Установлено, что в среднем в течение 8-12 лет происходит удвоение объёмов добычи полезных ископаемых.

При этом на каждого жителя планеты приходится до 20 т минерального сырья, добываемого ежегодно из недр Земли.

Каковы же дальнейшие перспективы развития добычи полезных ископаемых? Достаточно ли минерального сырья на Земле, не ожидает ли потомков современных поколений людей полное истощение его запасов? Ведь без достаточной минерально-сырьевой базы не может быть обеспечено динамичное и стабильное развитие экономики ни одной страны.

Наиболее обеспеченной минеральным сырьем является Россия. Некоторые минералы в связи с малыми их запасами ввозятся из-за рубежа. К ним относятся хромиты, ванадий, сурьма, цинк, олово.

В табл. 1 приведены сведения по основным полезным ископаемым, добываемым в крупнейших странах мира.

Таблица 1

Нефть		Газ		Каменный уголь		Железная руда		Уран	Никель	Золото	Свинец и цинк
Добыча (млн т)	Запасы	Добыча (млрд м <sup>3</sup> )	Запасы	Добыча (млн т)	Запасы	Добыча	Запасы, содержание железа в руде в %	Запасы	Добыча	Добыча	Добыча
Саудовская Аравия 450	Саудовская Аравия	Россия 600	Россия	Китай 1400	США	СНГ	Россия 36	Австралия	Канада	ЮАР	США
Россия 400	Ирак	США 540	Иран	США 960	Китай	Бразилия	Украина 50	Казахстан	Россия	США	Австралия
США 300	Кувейт	Канада 170	Катар	Индия 300	Россия	Австралия	Бразилия 58	Канада 45%	Новая Каледония	Австралия	Канада
Иран 185	Иран	Великобритания 90	ОАЭ	Россия 250	ЮАР	США	Австралия 62	ЮАР	Австралия	Россия	Перу
Венесуэла 175	ОАЭ	Нидерланды 70	Саудовская Аравия	Австралия 240	Австралия	Индия	США 26	Намибия	Филиппины		Китай
Мексика 170	Венесуэла	Индонезия 70	США	ФРГ 230		Канада	Канада 35	Нигер	Индонезия		СНГ
Китай 160	Россия	Алжир 65	Венесуэла	Польша 200		ЮАР	Индия 61	Бразилия	Куба		
Норвегия 155	Мексика	Саудовская Аравия Норвегия Иран Туркмения 45	Алжир	ЮАР 200		Швеция	Китай 33	США	ЮАР		
Великобритания 130	Ливия		Нигерия			Франция	Казахстан 35 ЮАР 60	Россия Узбекистан			

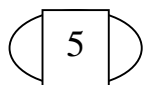
Большую часть мировой добычи не топливных минеральных ресурсов (80%) обеспечивают 25 стран, в основном развивающихся. В то же время 58% мирового производства не топливных полезных ископаемых приходится на долю США, ЮАР, Канады, Австралии и стран СНГ. Наблюдающаяся тенденция роста добычи минеральных богатств недр весьма устойчива – ожидается рост производства минерального сырья в среднем на 4% в год.

Вследствие интенсивной разработки существенно уменьшились запасы полезных ископаемых, расположенных вблизи земной поверхности. Уже сегодня геологи ведут разведку глубинных месторождений, полезных ископаемых, не имеющих явных проявлений на земной поверхности. В ряде стран, таких, как США, Канада, горные работы ведутся на глубинах 2–3 км, а в Индии и ЮАР – более 3 км.

В табл. 2 приведены сведения по разведанным и доступным на сегодняшний день горючим ископаемым.

Вид ресурсов	Геологические			Условно доступные для извлечения		
	млрд т	млрд т у.т.	%	млрд т	млрд т у.т.	%
Уголь	16000	10126	89,53	4000	2880	82,66
Нефть	520	743	6,57	260	372	10,68
Торф	261	98	0,88	70	26	0,75
Смола из горючих сланцев	356	114	1,00	90	28	0,80
Природный газ	$180 \times 10^{12}$	229	2,02	$140 \times 10^{12}$	178	5,11
Итого	11310		100,00	3484		100,00

Вполне понятно, что добыча руд и угля с больших глубин, открывая громадные возможности удовлетворения потребностей в минеральных ресурсах, обуславливает необходимость создания принципиально новых методов и средств добычи полезных ископаемых.



По определению «экология» – естественная наука (раздел биологии) о взаимодействиях живых организмов между собой и с их средой обитания, об организации и функционировании биосистем различных уровней (популяции, сообщества, экосистемы). Как и любая наука экология состоит из многих направлений и применительно к горному делу рассматриваем такие её виды, как:

- экология биосферы – раздел, изучающий среду обитания человека и глобальные изменения в ней;
- промышленная экология – направление, занимающееся изучением влияния на окружающую среду промышленных предприятий и процессов;
- валеология – наука о качестве жизни и здоровье человека;
- геоэкология – изучает геосферу планеты и её обитателей;
- экология морей и океанов – направлена на изучение вопросов чистоты водной поверхности земли.

Добыча полезных ископаемых не зависимо от способа их извлечения воздействует на:

- состояние атмосферы (происходит её загрязнение выбросами метана, серы, оксидов углерода из горных выработок в результате горения отвалов, терриконов, газовых и нефтяных пожаров. Возрастает запылённость воздуха);
- литосферу (создаются антропогенные формы мезорельефа: карьеры, отвалы, терриконы и т. д. Активизируются геологические процессы. Изменяются физические поля, особенно в районах вечной мерзлоты. Происходит механическое нарушение почв и их химическое загрязнение);

- подземные воды (в ряде регионов подземные воды являлись источниками пресной воды. В результате хозяйственной деятельности человека они подвергаются загрязнению вплоть до того, что становятся непригодными для питья).

При освоении недр Земли в интересах развития технократической цивилизации наиболее масштабным изменениям в количественном и качественном смысле подвергается литосфера, часть которой извлекается на поверхность и включается в оборот вещества и энергии вне внутренне равновесной системы самой литосферы.

Процесс извлечения полезных ископаемых можно классифицировать на три основных вида:

- материал литосферы добывается для прямого использования (уголь, песок, глина, камень и т. д.);
- извлекаемый материал литосферы является носителем полезного компонента (руды цветных и черных металлов) и требует переработки на поверхности;
- полезный компонент извлекается без выдачи на поверхность материала-носителя (нефть, газ, вода, выщелачивание металлов и т. д.).

По своей физической сути используется только один метод достижения конечной цели разработки – это придание тем или иным способом избранному объёму (или его части) литосферы нового свойства – подвижности.

Обобщенная функциональная модель техногенного изменения недр при добыче минерального сырья включает в себя три обязательных этапа:

- доступ с поверхности к месту дислокации в литосфере участка с полезными свойствами;
- придание подвижности полезному компоненту, залегающему в литосфере;
- выдача полезного компонента в подвижном состоянии на поверхность Земли.

Техногенное вторжение в литосферу с целью извлечения минеральных ресурсов приводит её отдельные участки в совершенно новое состояние, причем вследствие единства материального мира эти изменения неизбежно создают прямые или косвенные последствия для всех остальных элементов экосистемы планеты Земля.

По причинам своего возникновения все техногенные факторы геотехнологий достаточно чётко разбиваются на две большие группы:

- являющиеся прямым следствием антропогенного разрушения литосферы и формирования в ней нового литосферного объекта – техногенно измененных недр;
- зависящие от характера применяемых при техногенном изменении недр геотехнологий.

По времени существования техногенных факторов можно выделить:

- существующие только в период эксплуатации месторождения;
- существующие при эксплуатации месторождения и после её завершения;
- появляющиеся после завершения эксплуатации месторождения.

По возможностям снижения экологической опасности реального добывающего предприятия техногенные факторы (и их воздействия) делятся на:

- устранимые за счёт введения в технологию дополнительных мероприятий;
- устранимые за счёт замены применяемой технологии;
- неустранимые для данного вида производства.

При доминирующем сегодня в горной промышленности буровзрывном способе проходки в природные экосистемы выбрасывается минеральная пыль и взрывные газы, а также откачиваются минерализованные шахтные воды.

На стадии вскрытия месторождения обычно формируется и основная инфраструктура поверхностного комплекса предприятия.

На стадии отработки основных запасов месторождения литосфера подвергается максимальным изменениям, экологические последствия которых хотя и разнообразны, но тем не менее имеют достаточно хорошо выраженную внутреннюю структуру.

Всё многообразие технических и технологических решений, используемых при освоении месторождений твердого минерального сырья, можно объединить в несколько групп, каждая из которых по-своему влияет на изменение свойств природных объектов литосферы.

*К первой группе* относятся технические и технологические решения, связанные с образованием полостей различной конфигурации в недрах литосферы, обладающих природной способностью противостоять возмущению исходного природного поля напряжений, вызванного образованием таких полостей. Возникающие на контуре выработок напряжения и деформации со временем релаксируют без сколько-нибудь заметного влияния на состояние окружающего массива. Время существования таких выработок очень велико, и они не вызывают сколько-нибудь заметных изменений в окружающих их литосферных объектах.

*Ко второй группе* относятся наиболее распространенные в угольной промышленности, черной и цветной металлургии, на предприятиях химической промышленности технологии добычи минерального сырья с обрушением налегающей толщи пород. В результате по мере отработки месторождения происходит заполнение выработанного пространства обрушенными вмещающими породами, развитие зон неупругих перемещений за зоной непосредственного разрыхления пород и образование мульды сдвижения пород на поверхности.

При выемке пластовых месторождений формирование мульды сдвижения и её параметров происходит аналогичным образом.

В целом техногенное вторжение такого рода может рассматриваться как объём определённых размеров, изменение которого сопровождается необратимыми процессами в ближней зоне и последующим уплотнением этой зоны за счёт развития процессов неупругого расширения (разрушения) пород вглубь массива.

*Третья группа* технологий разработки месторождений минерального сырья связана с процессом заполнения выработанного пространства по мере выемки полезного ископаемого искусственно получаемым материалом с определёнными прочностными и деформационными свойствами.

Аналогичным образом происходит и деформирование вмещающих пород при разработке нефтяных и газовых месторождений, когда по мере выработки нефти и газа снижается противодействие давлению налегающих пород, и они оседают над продуктивной толщей плавно на величину, соизмеримую с объёмом выработанной нефти или газа.

Таким образом, в третьей группе технологий техногенное вторжение в литосферу характеризуется тем, что изъятый объём материала литосферы замещается техногенным материалом с известными (заданными) прочностными и деформационными свойствами, которые определяют масштабы переходной зоны, формирующей вместе с изъятым объёмом материала техногенно изменённые недра как новый литосферный объект.

Полное или частичное нарушение водоупорных оснований горизонтов глубинных вод, попавших в зоны обрушения, разломов и активных трещин, приводит к интенсивному дренажу подземных вод в горные выработки. Интенсивное удаление подземных вод из зоны горных работ приводит к понижению их свободной или напорной поверхности и формированию обширной воронки депрессии, охватывающей всю толщу налегающих пород до земной поверхности, а также к загрязнению поверхностных водотоков. В схематическом виде общая структура формирования типовых техногенных факторов при подземном освоении недр приведена на рис. 4.

Особенностью экологических последствий развития горного производства является то, что некоторые техногенные экологические факторы, возникающие в результате техногенного

изменения недр или как следствие применяемых при этом технологий, не только нарушают состояние экосистемы, но и сами по себе становятся причиной появления вторичных техногенных экологических факторов, характер и интенсивность влияния которых на природные объекты зависят уже не от геотехнологии, применяемой при выемке запасов, а от внутренних свойств и особенностей первичного техногенного фактора. Очень важно, что действие большинства вторичных факторов продолжается и после завершения разработки месторождения.

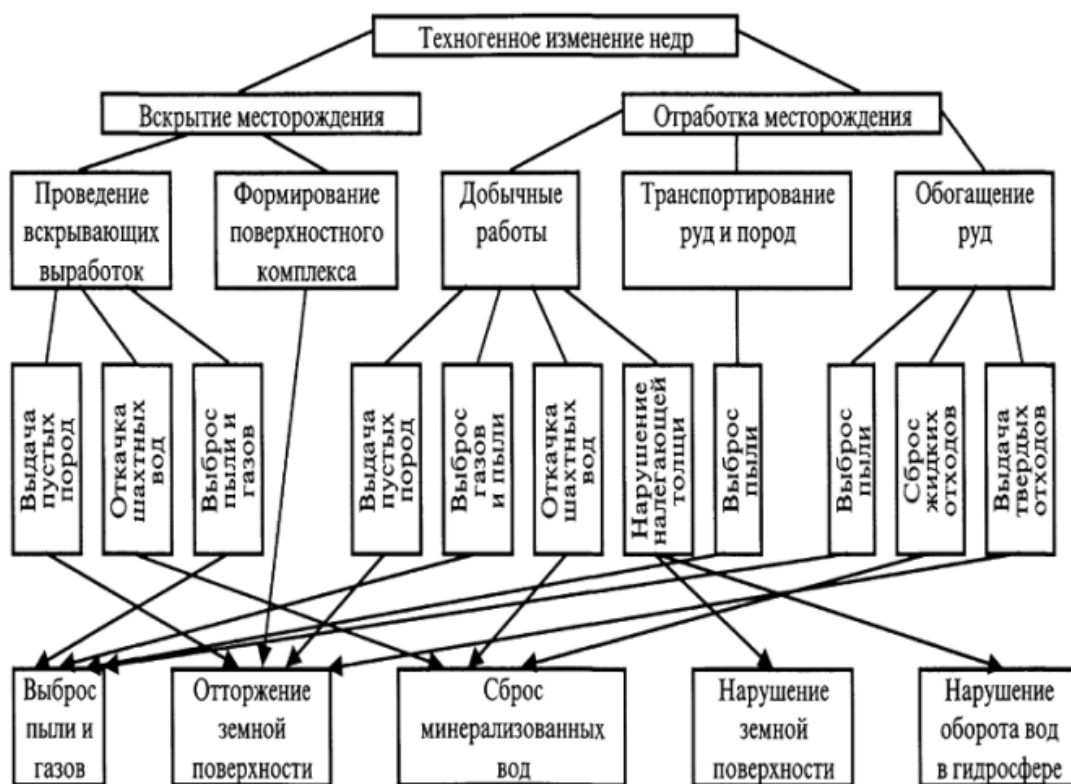


Рис. 4

Наиболее развитая система вторичных факторов появляется в связи с отторжением земной поверхности в различных целях (рис. 5).

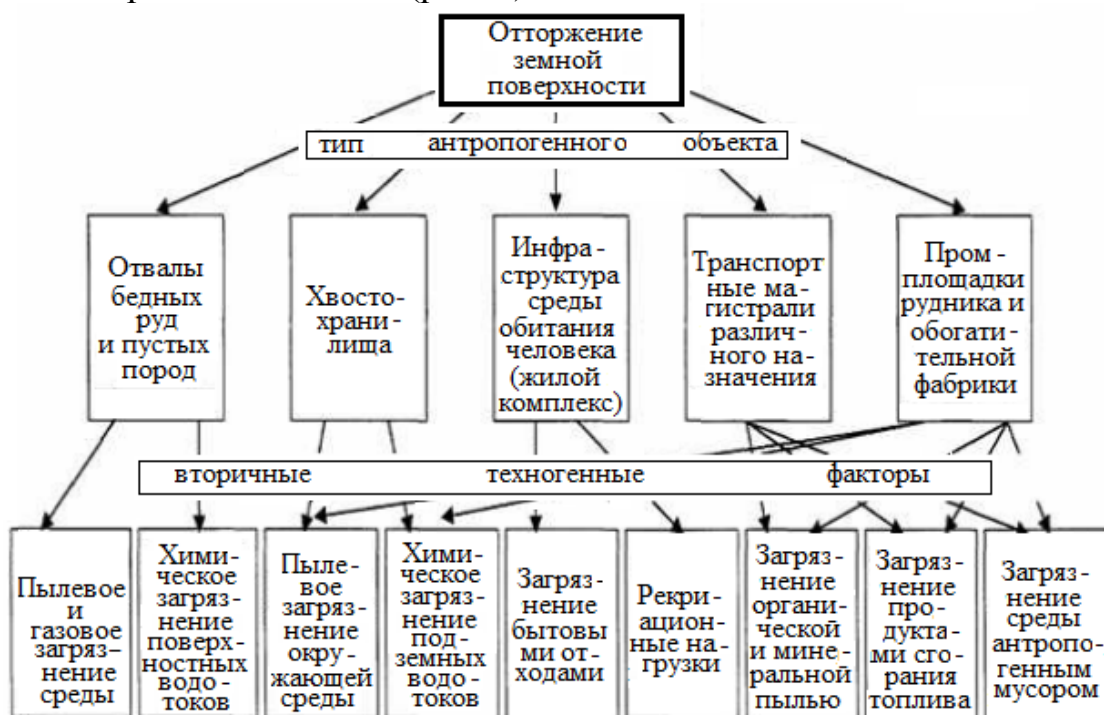


Рис. 5

Причём именно от этих целей (т. е. от способа использования отторгаемых участков земной поверхности) и зависит структура появляющихся вторичных экологических факторов.

При складировании на этих участках твердых отходов (отвалы пустых пород и бедных руд, а также хвостохранилища обогатительных фабрик) вследствие физико-химических изменений состояния материала отвалов под влиянием природных воздействий (осадки, перепады температур, окисление и т. д.) эти отвалы могут загрязнять окружающую среду пылью, неорганическими кислотами, хлоридами легких металлов и солями тяжелых, газами от окисления органических компонентов и т. п.

Вторичное экологическое воздействие отвалов пустых пород при подземной разработке месторождений проявляется в продолжающемся после окончания горных работ в химическом загрязнении окружающей среды за счёт естественного выщелачивания химически активных минералов (чаще всего сульфидов или хлоридов). Время существования этого техногенного фактора ограничено и определяется в каждом конкретном случае минеральным составом горных пород и их свойствами.