

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, СВЯЗАННЫЕ С ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Горнодобывающая деятельность влечет за собой всевозможные изменения состояния геологической среды



Извлечение полезных ископаемых **сопровождается**

- изменением геолого-геоморфологических условий (в результате выемки и аккумуляции горных масс)**
- изменением гидрогеологических условий (при защите горнодобывающих предприятий от затопления)**
- развитием инженерно-геологических процессов-следствий**

Способы добычи полезных ископаемых

- открытые (карьеры, угольные разрезы, дражные полигоны)



Способы добычи полезных ископаемых

- подземные (шахты)
- извлечение газообразных и жидких полезных ископаемых через скважины



Изменение геоморфологических условий

При добыче полезных ископаемых открытым способом формируется карьерно-отвальный тип рельефа



Усиление контрастности среды существенно влияет на повышение активизации обмена веществом между новыми элементами рельефа и между ними и смежными природными территориями

Изменение геоморфологических условий

При дражной разработке месторождений образуются отвалы гравийно-галечных, песчаных и суглинистых отложений, дражные выемки, заполненные водой



Изменение геоморфологических условий

В районах подземной добычи образуется провально-терриконовый тип рельефа



Изменение гидрогеологических условий

Подавляющее большинство карьеров и все шахты защищаются от притока подземных вод путем их откачки

Откачки подземных вод приводят к изменению гидрогеологических условий на площадях, превышающих размеры карьеров или подземных горных выработок

Размеры депрессионных воронок зависят от глубины залегания подземных вод, гидродинамического режима, размеров горных выработок в плане и по глубине

Изменение состояния массива горных пород

- Увеличение литостатического давления под отвалами → уменьшение водопроницаемости горных пород**
- Уменьшение гидродинамического давления в результате откачки подземных вод (в верхних горизонтах) и увеличение гидродинамического давления в области формирования воронки депрессии**
- Разгрузка естественного напряженного состояния при формировании поверхностных и подземных выемок → увеличение пористости, скважности, водопроницаемости горных пород**

Развитие инженерно-геологических процессов-следствий

При открытой отработке

1) Процессы перемещения горных пород

Осыпи характерны для всех видов горных пород, затрагивают, как правило, приповерхностную часть крутых откосов и формируются в течение значительного периода времени (несколько лет)



Обрушения захватывают значительные части массивов горных пород и возникают при углах откосов, превышающих 25 - 35°; активная стадия обрушений протекает практически мгновенно

Оползни – наиболее распространенный вид нарушения устойчивости откосов, связанный с наличием в толще пород пластичных прослоек, слоев и слабых контактов; они происходят при углах наклона бортов и откосов уступов положе 25 - 35°; активная стадия оползней протекает от нескольких часов до месяцев

Оплывины характеризуются перемещением в виде потока насыщенных водой до текучего состояния некоторых разновидностей песчано-глинистых пород нарушенной структуры

Уплотнение пород бортовых массивов происходит за счет снятия эффекта гидростатического взвешивания при осушении обводненных месторождений полезных ископаемых
Уплотнение пород отвалов под действием их собственного веса сопровождается уменьшением их пористости и влажности

Просадки выражаются в виде вертикального опускания прибортовых участков высокопористых рыхлых горных масс без образования сплошной поверхности скольжения. Связаны с уплотнением отложений и отвальных пород под влиянием внешних пригрузок

2) Фильтрационные деформации

Фильтрационный выпор - нарушение устойчивости частично подтопленных песчаных откосов, при котором приходит в движение некоторый его объем; выпор происходит под влиянием сил тяжести и гидродинамического давления

Механическая суффозия - вынос мелких частиц из массива горных пород под влиянием гидродинамических сил

Фильтрационный вынос вдоль трещин может развиваться в слабосцементированных породах с характерной естественной трещиноватостью

3) Другие виды процессов

Выветривание. Породы, обнаженные при образовании выработок (борта карьеров) и сгруженные в отвалы, в поверхностном слое подвергаются интенсивному выветриванию

Эоловый перенос и аккумуляция. В районах действия горнодобывающих предприятий активно происходит разнос вещества по воздуху и его аккумуляция вблизи источников выноса

Выщелачиванию подземными водами чаще всего подвергаются карбонатные трещиноватые породы

3) Другие виды процессов

**Поверхностной эрозии
подвержены песчано-глинистые
рыхлые породы,
слагающие борта карьеров
или отвалы**



Условия, способствующие развитию деформаций откосов на карьерах

- а) наличие поверхностей ослабления - тектонических нарушений, поверхностей скольжения древних оползней, слабых контактов между слоями;***
- б) обводненность пород и слабая их дренируемость;***
- в) интенсивная трещиноватость отдельных участков;***
- г) наличие прослоев слабых глинистых пород***

Причины развития деформаций

а) несоответствие углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов или несоответствие их высот геологическим условиям;

б) отсутствие дренажа или недостаточная его эффективность;

в) неправильное ведение горных работ (буровзрывных, экскаваторных и др.) и очередности отработки участков;

г) неправильная оценка устойчивости откоса или принятие углов откосов без достаточного обоснования

Для обеспечения устойчивости откосов на карьерах предусматривается комплекс работ, который состоит из:

- наблюдений за деформациями откосов,**
- расчетов устойчивости, на основе которых устанавливаются их оптимальные параметры,**
- разработки и осуществления мероприятий по предотвращению нарушений устойчивости откосов**

Этот комплекс работ осуществляется в соответствии с Инструкцией по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости

Развитие инженерно-геологических процессов- следствий

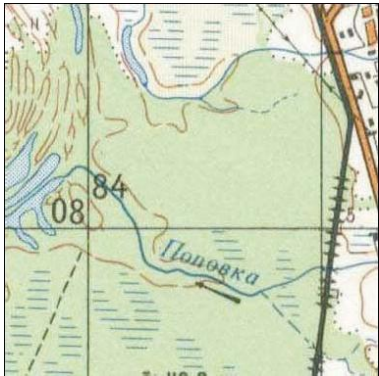
При подземной отработке

1) Породы, залегающие в кровле горных выработок, под действием силы тяжести и горного давления приходят в движение, обуславливая развитие процесса сдвижения всей толщи, включая земную поверхность

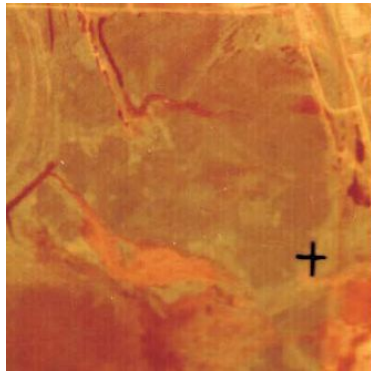
Деформированная земная поверхность, образованная вследствие сдвижения горных пород после разработки полезных ископаемых, представляет собой мульду оседания

Развитие процессов подтопления и заболачивания

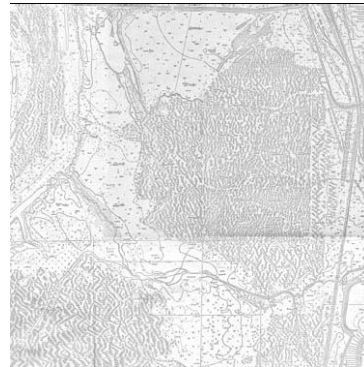
Образование техногенного озера в результате опускания земной поверхности



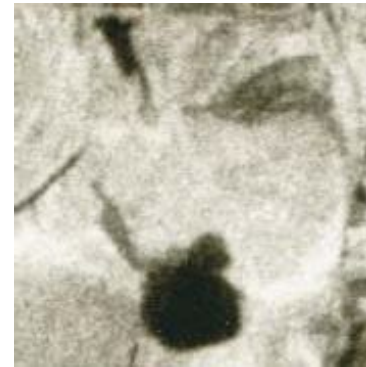
а



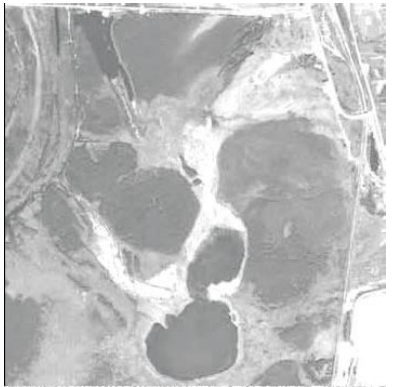
б



в



г



д



е

Фрагменты топокарт, составленных по материалам съемок:

а) - 1952 г. (1972 г.), в) - 1992 г.;

Фрагменты космических снимков, выполненных:

б) - 14 июля 1986 г., г) - 7 июля 1993 г.,

д) - в июле 2003 г.,

е) - в 2011 г. (по данным "Яндекс")

Условия и факторы, влияющие на развитие процесса сдвижения горных пород

- физико-механические свойства горных пород:

В слабых породах с пластическими свойствами процесс сдвижения протекает более плавно в форме прогиба.

Величина оседаний будет меньше, если в толще преобладают крепкие породы, и больше, если толщу слагают слабые породы с пластическими свойствами. Соответственно, углы сдвижения в первом случае будут более крутыми, во втором – более пологими.

Если породы непосредственной кровли отрабатываемого пласта крепкие и значительной мощности, а выше залегают породы с пластическими свойствами, тогда до земной поверхности не будут распространяться трещины, возникающие при обрушении непосредственной кровли.

Условия и факторы, влияющие на развитие процесса сдвижения горных пород

- тектонические нарушения (сбросы, трещины, складчатость)

представляют собой поверхности ослабления массива горных пород

Часто тектонические нарушения являются причиной дополнительных притоков воды в горные выработки из подрабатываемых водоемов или вышележащих водоносных горизонтов

Условия и факторы, влияющие на развитие процесса сдвижения горных пород

- мощность залежи, глубина разработки, система разработки (размеры выработок, полнота выемки, управление кровлей):

При прочих равных условиях, чем больше мощность пласта, тем больше величина оседаний и деформаций, больше размеры зоны обрушений.

Чем больше глубина разработки, тем меньше величины сдвижений и деформаций, но тем больше продолжительность процесса сдвижения

Сплошные системы разработки с большими размерами выработок, малыми размерами целиков, а также с управлением кровлей частичной закладкой способствуют равномерному, плавному развитию процесса сдвижения и образованию в мульде оседания плоского дна.

Развитие инженерно-геологических процессов- следствий

При подземной отработке

2) Горные удары

Мгновенная разгрузка энергии упругого сжатия высокопрочных скальных пород в местах максимальных концентраций напряжений и их перераспределение в связи с проходкой.

Возникают в скальных породах высокой прочности и жесткости, обладающих большими внутренними напряжениями. Наблюдаются на больших глубинах, обычно более 200 м

Классификация горных ударов по интенсивности проявления (И.М. Петухов, 1996)

- стреляния – отскакивания от сильно напряженных стенок массива (целика) отдельных кусков породы (угля);**
- толчки – разрушения пласта в глубине массива;**
- микроудары – разрушения и незначительные выбросы породы (угля) в горные выработки без нарушения крепи, машин и механизмов;**
- собственно горные удары**

Условия проявления горных ударов

- склонность горных пород к упругому деформированию и хрупкому разрушению;***
- залегание в кровле или подошве рудного тела прочных слоев горных пород;***
- достаточно большая относительная глубина производства горных работ;***
- сильная тектоническая нарушенность массива горных пород;***
- наличие дизъюнктивных нарушений***

Развитие инженерно-геологических процессов-следствий

При подземной отработке

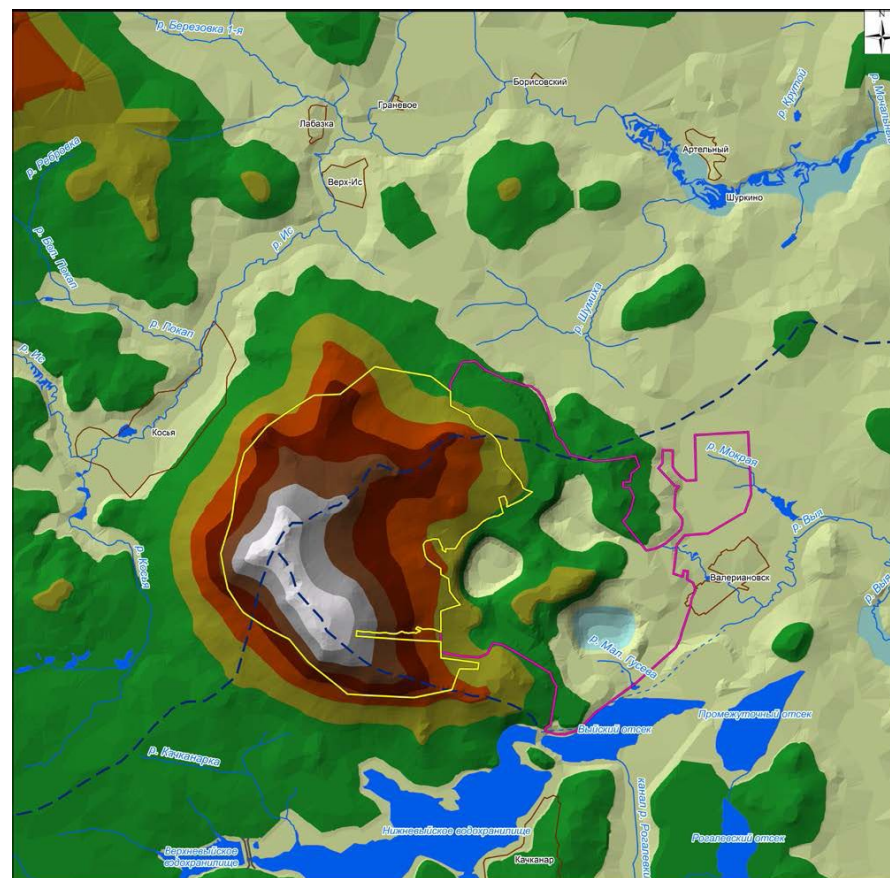
3) Прорывы поверхностных, подземных вод и пльвуны возникают внезапно при вскрытии напорных водоносных горизонтов, пльвунных пород, при малой мощности водоупоров, наличии разломов, трещин, пустот и больших гидравлических градиентов

4) Суффозионное разрушение пород. Размыву и растворению пород, выносу мелкодисперсных частиц и солей способствует изменение гидродинамических условий в результате водоотлива и образования депрессионной воронки, увеличения градиентов напора и скоростей течения подземных вод

Последствия откачки подземных вод

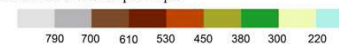
Нарушение состояния поверхностных вод

- **Водоотбор и связанное с ним понижение уровня подземных вод приводит к уменьшению подземного стока в реки и водоемы.**
- **Сброс откачиваемых вод приводит к значительному увеличению водности ручьев и речек.**



0 0.5 1 2 км

Абсолютные отметки рельефа:



Условные обозначения

- Линия водораздела
- Граница земельного отвода проектируемого Собственно-Качканарского месторождения
- Граница земельного отвода Гусевогорского месторождения
- Водовод
- ~ Реки
- ⊕ Населенные пункты
- ⌋ Плотина водохранилища

Добыча подземных вод, нефти и газа через скважины

- Падение внутрипластовых напоров, изменение напряженного состояния пород в массиве**
- Трансформация гидрогеологических условий (замещение выкачиваемой нефти водой, усиление водообмена, образование новых водоносных горизонтов), изменение уровней, уклона, скорости движения, химического, газового состава и температуры подземных вод**
- Механическая суффозия и связанные с ней просадки и провалы пород, формирование суффозионных воронок диаметром 10-400 м**

Добыча подземных вод, нефти и газа через скважины

Оседание земной поверхности в районах нефте- и газодобычи охватывают площади в десятки и даже сотни тысяч гектаров, а по вертикали достигают 10 м. Масштабы опусканий несколько уменьшаются благодаря закачкам в пласты огромных количеств воды

В условиях неглубокого залегания уровня грунтовых вод (0,5-2 м) локальное понижение земной поверхности вызывает повышение зеркала грунтовых вод и развитие процессов подтопления, заболачивания

При изучении степени и характера влияния горнодобывающей деятельности на состояние геологической среды следует учитывать инфраструктуру горнодобывающих предприятий, поскольку разные их элементы (шахты, карьеры, обогатительные фабрики, хвостохранилища и др.) оказывают различное влияние на окружающую среду

