

# **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, СВЯЗАННЫЕ С ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ**

**Горнодобывающая деятельность влечет за собой всевозможные изменения состояния геологической среды**

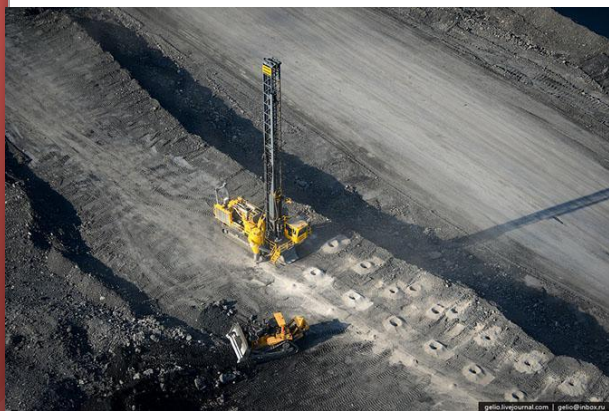


## **Извлечение полезных ископаемых** **сопровождается**

- 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**

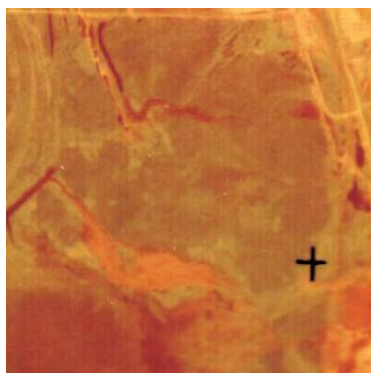
**Деформированная земная поверхность, образованная вследствие сдвижения горных пород после разработки полезных ископаемых, представляет собой мульд  
оседания**

## ***Развитие процессов подтопления и заболачивания***

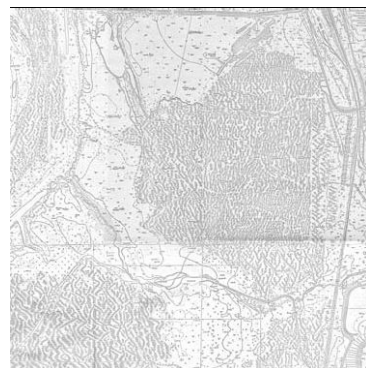
### ***Образование техногенного озера в результате опускания земной поверхности***



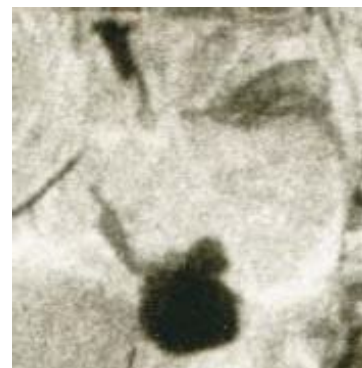
а



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)**

- стрельяния – 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**

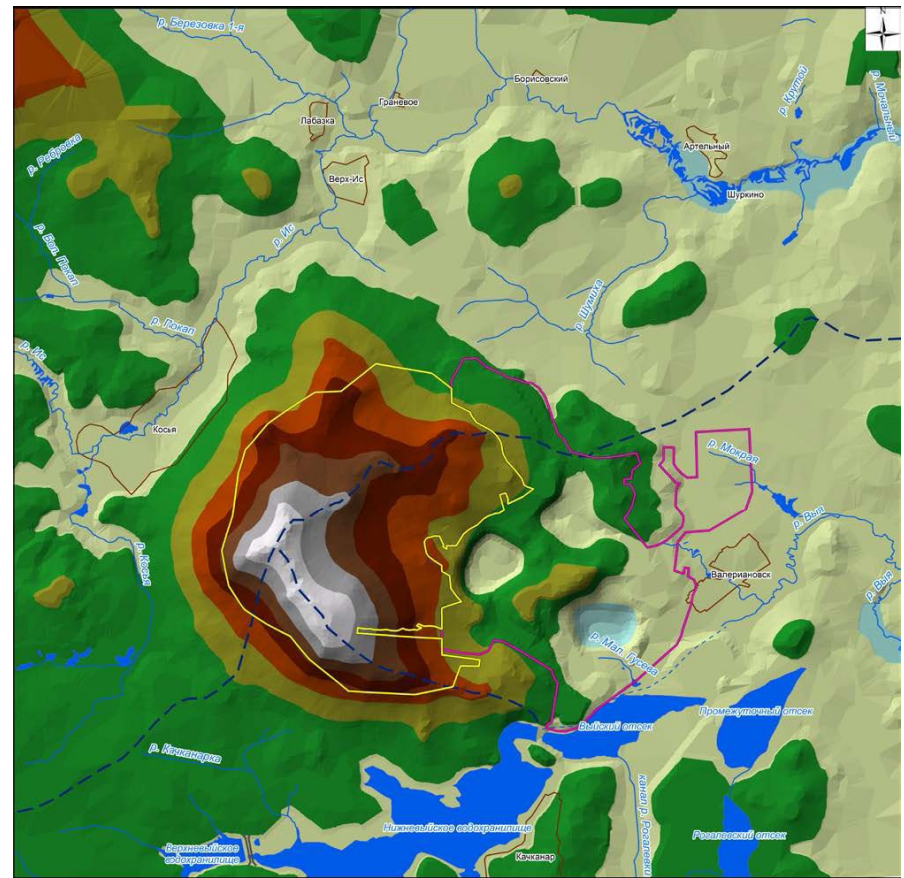
**3) Прорывы поверхностных, подземных вод и пьезуны возникают внезапно при вскрытии напорных водоносных горизонтов, пьезунных пород, при малой мощности водоупоров, наличии разломов, трещин, пустот и больших гидравлических градиентов**

**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

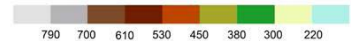
## Нарушение состояния поверхностных вод

- **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 рек.**



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**

