

# Гидрогеология и инженерная геология

## Лекция 11

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА  
ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА  
ПРОИЗВОДСТВА ГОРНЫХ РАБОТ**

- **Содержание и задачи инженерной геодинамики**

- При строительстве и эксплуатации горных предприятий приходится сталкиваться с проявлениями различных современных геологических процессов, осложняющих освоение и разработку месторождений полезных ископаемых. Для оценки инженерно-геологических условий горно-строительных и горно-эксплуатационных работ представляют интерес почти все современные геологические процессы, однако наибольшее внимание привлекают те из них, которые сопровождаются интенсивным разрушением территории строительства и слагающих ее горных пород, быстрыми, иногда катастрофическими смещениями горных пород или мощными динамическими воздействиями на сооружения. Таковы речная и овражная эрозия, абразия, оползни, обвалы, сели, мерзлотнодинамические и карстовые деформации земной поверхности, сейсмические процессы. Многие из перечисленных процессов вызывают необходимость предварительного проведения специальных инженерных мероприятий, например укрепления откосов, вертикальной планировки и др.

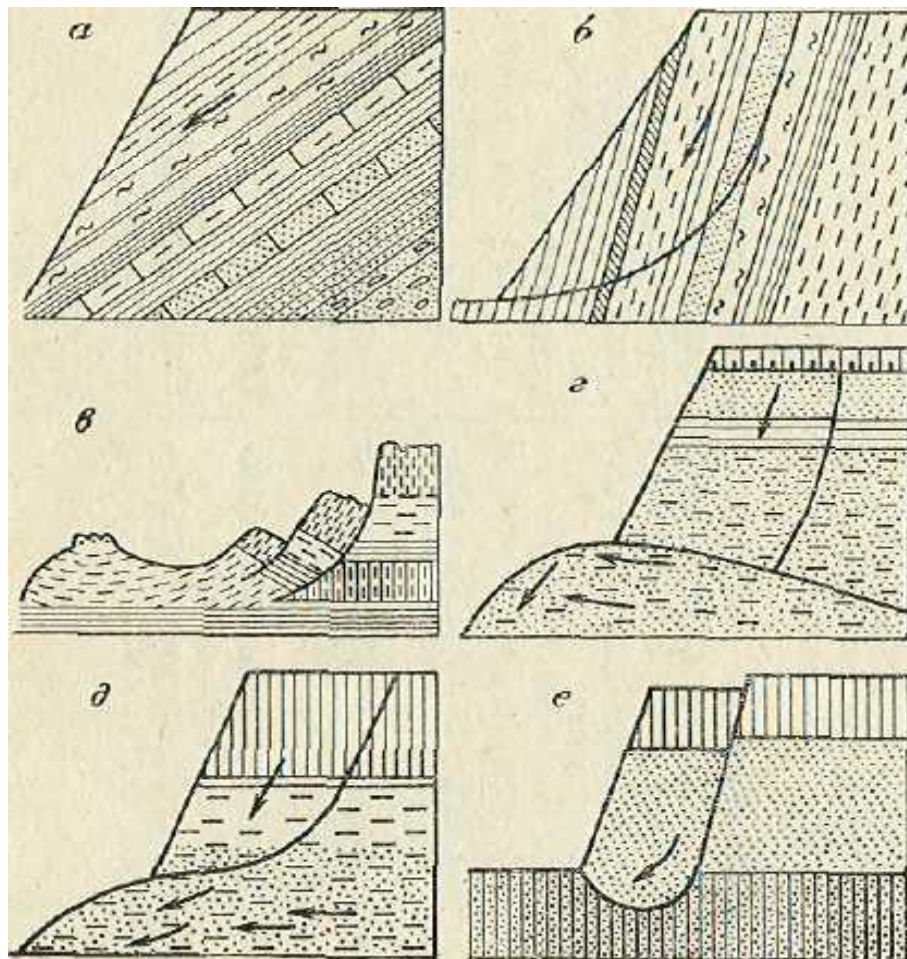
- **Изменения инженерно-геологических условий при производстве горных работ всегда сопровождаются развитием различного рода явлений, называемых горно-геологическими. Они несут отпечаток не только геологической обстановки, но также рода и вида искусственного воздействия на нее и представляют собой особую группу инженерно-геологических явлений.**
- **Раздел инженерной геологии, в котором рассматриваются современные геологические процессы и горно-геологические явления с позиции их влияния на условия разработки месторождений полезных ископаемых, называется инженерной геодинамикой.**
- **Основные задачи инженерной геодинамики в горном деле:**
- **изучение современных геологических процессов, с целью определения их влияния на устойчивость, надежность и долговечность горнотехнических сооружений;**
- **прогноз изменений геодинамической обстановки района производства горных работ;**
- **обоснование защитных инженерных мероприятий, обеспечивающих безопасное ведение горных работ, рациональное использование недр и охрану окружающей среды.**
- **Эти задачи решаются на основе комплексных исследований с использованием аналитических методов, лабораторных и натуральных экспериментов, систематических натуральных наблюдений. Для оперативного контроля состояния обширных территорий эффективно дистанционное зондирование с привлечением аэрокосмических методов**

# • **ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ**

- **Классификация горно-геологических явлений**
- К горно-геологическим явлениям, возникающим при открытой разработке месторождений, относятся **оползни, обрушения и обвалы, осыпи и оплывины, просадки,**
- Наиболее опасный вид разрушения карьерных откосов — **оползни,** протекающие в различных формах. В зависимости от объема сползающих масс, **различают мелкие (сотни и тысячи метров кубических), средние (десятки тысяч кубических метров), крупные (сотни тысяч) и очень крупные (миллионы кубических метров) оползни.**
- **Главное свойство оползней** — **смещение породных масс по поверхности, получившей наименование поверхности скольжения (оползания).** Скольжению оползневых масс нередко предшествуют **оплывание и пластическое выжимание пород которые могут сопровождать весь оползневой процесс.** В этом случае можно говорить о **сложных оползнях: выдавливания, оплывания, проседания и т. д.** Для **оскользней** положение поверхности скольжения определяется местонахождением поверхности ослабления, падающей в сторону выработанного пространства. Скольжение оползневого клина начинается с момента, когда поверхность ослабления подрезается поверхностью откоса, или же несколько раньше

- **Оползни отвалов** образуют самостоятельную группу деформаций откосов при открытых разработках. Среди оползней отвалов также различаются простые и сложные. В зависимости от положения поверхности скольжения С. И. Попов выделил подошвенные, подподошвенные и надподошвенные оползни.
- **Обрушения и обвалы** характеризуются быстрым смещением и падением крупных блоков и пачек пород, которые при падении опрокидываются и дробятся на более мелкие куски и пачки. Обрушения нередко связаны с подрезкой откосами карьера контактов пород, являющихся поверхностями ослабления прочности массива. На буроугольных разработках обрушения и оползни добычных уступов могут также приводить к возникновению пожаров в трещинах, образованных при деформациях сближенных уступов.

# Виды оползней и оскользяней



а) оползень, б) сложный оскользень;  
в — собственно  
оползень;  
г—е — оползни  
(з — выдавливания, д — оплывания, е — проседания)

- **Факторы, влияющие на устойчивость откосных сооружений**
- Поведение пород, слагающих уступы, борта и отвалы на карьерах, определяется **физико-географическими, геологическими, гидрогеологическими, инженерно-геологическими и горнотехнологическими факторами.**
- **Рельеф** района месторождения влияет на начальное напряженное состояние массива, определяет выбор решений по вскрытию карьерных полей и технологии формирования бортов карьеров и отвалов.
- **Естественные поверхностные** водоемы могут участвовать в обводнении открытых горных выработок.  
**Инфильтрационное питание** водоносных горизонтов, дренируемых горными выработками, отмечается также в результате создания искусственных водоемов (отводных каналов, водохранилищ, гидроотвалов, хвостохранилищ и т. п.). При этом возникают оползневые деформации бортов карьеров с поверхностями скольжения, приуроченными к обводненным контактам слоев, происходит оплывание откосов раздельнозернистых и пылеватых пород



## ● **ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ**

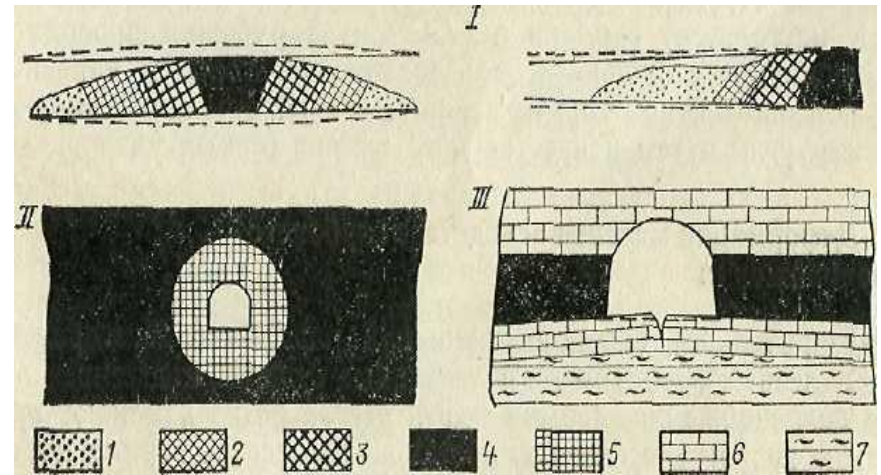
- **Гравитационные.** Причины - проявления горного давления. Явления :  
Различные формы сдвижения горных пород, деформации подземных сооружений (выработок, целиков и пр.) Пучение литифицированных глинистых пород, отжим пород в зоне опорного давления, горные удары, внезапные выбросы угольной пыли и газов, деформации породных отвалов
- **Гидродинамические.** Нарушения гидрогеологического режима. Явления:  
Фильтрационный выпор, прорывы подземных вод и плывунов, суффозионный размыв пород, депрессионные деформации пород в поле водопонижения
- **Гидрохимические.** Нарушения влажностного режима, химического состава поровой влаги и минерального состава. Явления -  
выщелачивание легкорастворимых пород, пучение глинистых пород при их набухании, проявления тиксотропных свойств истинных плывунов
- **Геотермические.** Нарушения температурного режима горных пород. Явления - деформации мерзлых пород при их замораживании или оттаивании.



- **. Сдвигение горных пород.** Сдвигение горных пород может происходить под влиянием очистных выработок. Сложный и многостадийный процесс деформирования подработанной толщи пород и образования мульды сдвига связан с прогибом подработанных слоев, сдвиговыми деформациями или совместным влиянием этих видов деформаций.
- **Обрушение кровли.** При очистных работах наибольшие смещения характерны для пород, залегающих непосредственно над выработками. Обрушение происходит после непродолжительного пребывания в незакрепленном состоянии в связи с ослаблением сцепления по контактам и расслоения непосредственной кровли.
- **. Выдавливание пород**
- При подземных разработках многих угольных месторождений, а также на некоторых рудниках наблюдается пластическое деформирование пород и полезных ископаемых, приводящее к их выдавливанию в горные выработки. Выдавливание может происходить по различным направлениям от периферии к центральной части выработанного пространства.
- Наиболее распространено пучение почвы горных выработок, рассматриваемое обычно как вязкопластическое течение пород в виде выдавливания их в выработку под действием горного давления. Пучение преимущественно наблюдается в подготовительных выработках-штреках. По данным Б. В. Смирнова, в Донецком, Кузнецком и Печорском бассейнах наличием заметного пучения характеризуются, соответственно, 54%, около 27% и более 17% общего числа штреков, находящихся в зоне влияния очистных выработок. Процесс развития деформаций пород в почве выработок может рассматриваться как аналог процесса ползучести.

- **Горный удар** — динамическое проявление горного давления. Г. Л. Фисенко определяет горный удар как хрупкое разрушение предельно напряженных пород или угля, окружающих горную выработку, возникающее при определенных напряженно-деформированных состояниях, когда нарастание напряжений, вызываемое горнотехническими и геологическими факторами, опережает их релаксацию, связанную с пластическим деформированием, и сопровождается разлетом части разрушенных пород, сотрясением и колебанием значительного объема горного массива в окрестности очага разрушения.
- Горные удары и внезапные выбросы угля и газа представляют собой грозную опасность при горных работах. Разрушение горных пород и угля при этих явлениях носит характер внезапного взрыва, сопровождающегося сильным гулом, сотрясениями и воздушным ударом. В результате крепь выработок повреждается или полностью разрушается, выработки заваливаются выброшенной породой и углем, а породы кровли, ослабленные ударом, теряют свою устойчивость и часто обрушаются.
- Горному удару обычно предшествуют усиление горного давления на целики и крепь выработок, выпучивание почвы и выдавливание целиков.

- Горные удары возникают при высокой прочности и жесткости вмещающих пород и способности их накапливать энергию упругой деформации. Они наблюдаются на участках максимальных концентраций напряжений в момент их мгновенного перераспределения при нарушении сплошности высокопрочных пород кровли. Интенсивная дислоцированность пород благоприятствует данным явлениям. Внезапные удары большой силы наблюдаются в калийных рудниках и при извлечении оставленных целиков в угольных шахтах.



### Типы горных ударов:

- 1—4 — зоны (1 — глыбовая, 2 — интенсивной трещиноватости, 3 — трещиноватости (г 4~ разрушений);  
 5 — условно ненарушенный массив (уголь); 6 — прочные упругие породы; 7 — пластичные породы

- Геологические нарушения — вздутия и пережимы, флексуорообразные перегибы и местные разрывы угольного пласта, способствуют появлению внезапных выбросов. Частота внезапных выбросов возрастает в пределах пласта с увеличением углов падения и мощности. Обводненность пород ослабляет явление внезапного выброса угля и газа. Ослабевают они и с повышением газоносности.

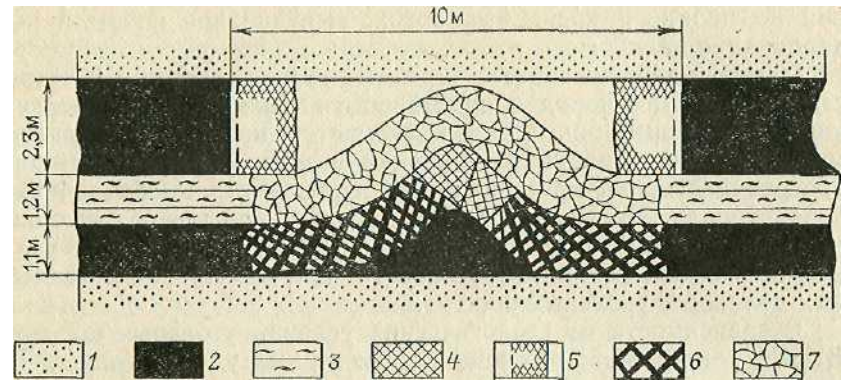


Схема горного удара комбинированного типа:  
 / — песчаник; 2—уголь; 3 — сланцы; 4—6 — зоны (4 — интенсивной трещиноватости, 5 обрушения, 6 — трещиновзтость); 7 — разрушенные сланцы

- **Деформации массива вследствие глубокого водопонижения**
- **Предварительное водопонижение при разработке месторождений полезных ископаемых, интенсивные откачки подземных вод для водоснабжения, добычи нефти и газа резко изменяют природную гидрогеологическую обстановку массивов горных пород.**
- Наибольшее влияние оказывает депрессионное уплотнение на прочностные свойства тонкозернистых, пылеватых, глинистых песков и глин. При уменьшении влажности глинистых пород происходит повышение свободной поверхностной энергии на границе раздела твердой и жидкой фаз, исчезают переходные диффузные слои, значительно возрастает величина сцепления.
- Изменения напряженного состояния породного массива в результате снижения гидростатических напоров в основном определяют деформации как дренируемых, так и контактирующих с ними пластов. На участках производства водопонижительных работ депрессионные воронки занимают огромные площади и обычно имеют незначительные уклоны, что обуславливает в основном вертикальные линейные деформации пластов, т. е. **ОСАДКИ.**