

# МЕХАНИКА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

## Аннотация

**Цель освоения дисциплины:** овладеть знаниями и навыками выбора и расчета конструкций подземных сооружений с учетом их взаимодействия с массивом горных пород.

**Общая трудоёмкость дисциплины** составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

**Содержание дисциплины. Виды горной крепи и основные крепежные материалы.** Требования к крепям и нормативные положения по ее проектированию. Типовые сечения горных выработок и паспорта крепления. Крепежные материалы.

**Деревянные крепи.** Конструкции деревянных крепей горизонтальных и наклонных горных выработок. Область применения крепей, достоинства и недостатки. Основные принципы их расчета.

**Металлические жесткие и податливые крепи.** Типы металлического проката, применяемого в подземном строительстве. Конструкции жестких металлических крепей, область применения. Конструкции податливых крепей. Виды узлов податливости, их достоинства и недостатки. Шарнирные арочные крепи. Затяжка и забутовка интервальных крепей.

**Каменная, бетонная и железобетонная крепи: жесткие и податливые.** Особенности крепи из бетона, торкрет- и набрызгбетона. Принципы конструирования монолитных и сборных железобетонных крепей. Достоинства, недостатки и области применения различных видов каменной и бетонной крепи.

**Классификация анкерных крепей.** Металлические, железобетонные, сталеполимерные, пластмассовые, деревянные и смешанные анкера. конструктивные виды и способ закрепления анкеров в массиве.

**Конструкции анкерных. Разновидности** замковых анкеров и способы их закрепления в скважине. Полноконтактные анкера. Принципы расчета параметров и конструктивных элементов штанговой крепи. Достоинства, недостатки и области применения разных видов анкерной крепи.

**Принципы расчета интервальных рамных крепей горизонтальных горных выработок.** Оценка устойчивости обнажений пород в горных выработках. Расчет усилий в рамных крепях. Расчет шага и плотности расстановки рам крепи. Методика расчета трапецевидной крепежной рамы, усиленной прогоном на стойках.

**Принципы расчета анкерных крепей.** Выбор расчетной схемы. Оценка устойчивости и размеры зоны возможного обрушения пород. Расчет параметров анкерной крепи.

**Крепь вертикальных выработок.** Особенности условий работы крепи вертикальных стволов шахт на участках устья, основной части и сопряжения с выработками околоствольного двора. Монолитная бетонная и набрызгбетонная крепь. Железобетонная монолитная крепь. Крепи из железобетонных и чугунных тубингов. Комбинированная крепь. Многослойные крепи для сложных гидрогеологических и горнотехнических условий. Область рационального применения основных видов крепи вертикальных стволов. Расчет крепи вертикальных шахтных стволов по СНиП.

**Крепь тоннелей и других капитальных подземных сооружений.** Монолитная бетонная и железобетонная крепь тоннелей транспортного, гидротехнического и коммунального назначения.

Сборные бетонные, железобетонные и металлические крепи тоннелей, станций метрополитенов, камер, сопряжений и подземных сооружений.

**Расчет монолитной бетонной крепи стволов и горизонтальных выработок кольцевой формы.** Распределение напряжений в крепи, ее проверка на прочность. Паспорт несущей способности крепи. Определение нагрузок и расчет крепи стволов и сопряжений стволов с околоствольными выработками по СНиП.

**Расчет многослойной крепи кольцевой формы, состоящей из однородных слоев.** Паспорт несущей способности многослойной крепи. Расчет монолитных конструкций замкнутой и незамкнутой формы методом Метрогипротранса. Расчет сборных сплошных крепей незамкнутого и замкнутого очертаний. Выбор расчетной схемы, определение усилий, расчет сечений и стыков в элементах тубинговых и блочных крепей. Расчет нагрузок на обделки тоннелей по СНиП.

**Модели взаимодействия крепи и пород.** Расчет однослойной и многослойной крепи по схеме контактного взаимодействия с окружающими породами для различных геомеханических моделей массива. Оценка прочности крепи, выбор параметров. Учет влияния технологии сооружения выработки на формирование нагрузок на крепь стволов.

**Проектирование крепи капитальных выработок и подземных сооружений с использованием системы автоматизированного проектирования ( САПР ).** Понятие о системах автоматизированного проектирования крепи выработок. Расчет крепи стволов и выборе оптимальных параметров с использованием системы автоматизированного проектирования.

**Расчет крепи по аналогам.** Объекты-аналоги. Условия однозначности. Критерии геомеханического подобия. Расчет параметров крепи по методу аналогов.

**Расчет крепи при сейсмических воздействиях.** Типы волн при сейсмических воздействиях. Напряжения в массиве при сейсмических воздействиях. Схема расчета напряжений в массиве и крепи от сейсмических воздействий. Конструктивные меры по снижению действия на крепь землетрясений и массовых взрывов.

**Расчет нагрузок на обделки тоннелей метрополитенов по СП.** Виды нагрузок и воздействий. Постоянные и временные нагрузки. Расчет конструкций подземных сооружений.

**Расчеты крепи на устойчивость.** Понятие об устойчивости крепи. Особенности расчета крепи, стволов, сооружаемых способом бурения. Устойчивость тонкостенных труб. Расчет на устойчивость крепи стволов. Расчет напряжений в массиве пород и крепи методом конечных элементов.

## Основная литература

1. Геомеханика: Учеб. пособие / А.Г. Протосеня, О.В. Тимофеев. СПб.: СПГГИ(ТУ), 2008. - 117 с.
2. Геомеханика. Том 2 /Баклашов И.В., Картозия Б.А., Борисов В.Н. и др. - М.: изд-во МГГУ, 2004. - 248 с.
3. Материалы и конструкции крепей горных выработок: Учеб. пособие / О.В.Тимофеев, Д.Н. Петров. – СПб.: СПГГИ(ТУ), 2009. - 111 с.
4. Баклашов И.В., Тимофеев О.В. Конструкции и расчет крепей и обделок. - М.: Недра, 1979. –263с.

### Дополнительная литература

1. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. Учебник для ВУЗов. - 2-е изд. - М.: Недра, 1994. - 382с.
2. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Механика деформирования и разрушения горных пород. - М.: Недра, 1992. - 224с.
3. Трушко В.Л., Протосеня А.Г. и др. Геомеханика массивов и динамика выработок глубоких рудников. - Л.: Наука, 2000.
4. СНиП 11-94-80. Подземные горные выработки. - М.: Стройиздат, 1982.
5. Каретников В.И., Клейменов В.Б., Нуждихин А.Г. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок. Справочник. - М.: Недра, 1989. – 571с.

### Программное обеспечение

Abaqus, AutoCAD, Word, Excel.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.miningexpo.ru> – информационно-аналитический горнопромышленный портал России.
2. <http://info.donntu.edu.ua> - информационный портал Донецкого национального технического университета.
3. <http://window.edu.ru> – единое окно доступа к образовательным ресурсам.
4. Norma CS – информационно-поисковая система по нормативным документам.
5. СтройКонсультант – информационно-справочная система.