

Режим доступа: [http://ng.sibstrin.ru/brest\\_novosibirsk/2018/doc/044\\_1.pdf](http://ng.sibstrin.ru/brest_novosibirsk/2018/doc/044_1.pdf). –  
Дата доступа: 22.03.2018.

2. Горынина, Е.А. Лекционная рабочая тетрадь» как фактор повышения эффективности обучения слушателей и курсантов / Е.А. Горынина. – Вестник Академии военных наук. – 2007. – №2(19). – С. 81-86.

УДК 004.94

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ**

**А.Е. Судариков**, канд. техн. наук, доцент,  
**А.И. Сименко**, студент, **К.А. Труфанова**, студент,  
**А.В. Шаяхметова**, студент

*Санкт-Петербургский горный университет,  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Ключевые слова: моделирование, визуализация, подземные горные выработки, анкерная крепь, анкер, КОМПАС-3D.

Аннотация. Проанализированы основные направления использования современных компьютерных технологий при подготовке инженерных кадров. Приведены результаты моделирования некоторых узлов горных выработок с помощью прикладной графической программы КОМПАС-3D.

В настоящее время систему штрековой крепи на шахте уже невозможно представить без анкерной крепи и, в первую очередь, в комбинировании с металлической арочной или трапециевидной рамной крепью.

Анкерная крепь отличается от других видов крепи тем, что устойчивость пород вокруг выработки обеспечивается не возведением поддерживающих конструкций внутри выработки, а за счет увеличения несущей способности пород, путем скрепления отдельных слоев анкерами. Такая крепь в сочетании с рамной является одним из наиболее эффективных видов крепи.

Данный вид крепи представляет собой систему закрепляемых в скважинах анкеров (рис. 1), расположенных определенным образом по периметру выработки в окружающих ее поро-

дах и предназначенных вместе с поддерживающими элементами для упрочнения массива пород и повышения устойчивости его обнажений благодаря скреплению различных по прочности слоев или структурных блоков.

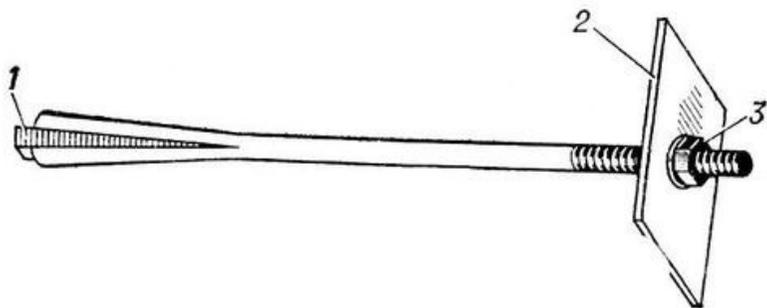


Рисунок 1. Металлический клиновой анкер:

*1 - замок, заклинивающийся в скважине; 2 – опорная пластина; 3 - гайка*

Мощная конструкция анкерной крепи выработки, силовая часть перекрытия которой сформирована системами анкеров, блокирует развитие трещин во всех трех возможных направлениях. Анкерная крепь применяется для сохранения наивысшего уровня монолитности приконтурных пород путем ограничения их смещений в выработку, что позволяет максимально поднять эффективность, надежность и безопасность выработок с анкерным креплением (рис. 2):



Рисунок 2. Установка анкерного крепления

- вне зоны влияния очистных работ, в том числе, в капитальных выработках с меньшими затратами на их проведение и эксплуатацию, с максимальным безремонтным сроком службы, с большими размерами поперечного сечения и разреженным шагом установки металлических рам, как охранной крепи в сложных условиях;

- в зоне влияния очистных работ в выемочных штреках, которые погашаются за лавой для уменьшения расходов на проведение, эксплуатацию и поддержание, в сложных условиях впереди и позади лавы.

Конструкция анкерной крепи должна состоять из следующих элементов, представленных на рисунке 3:

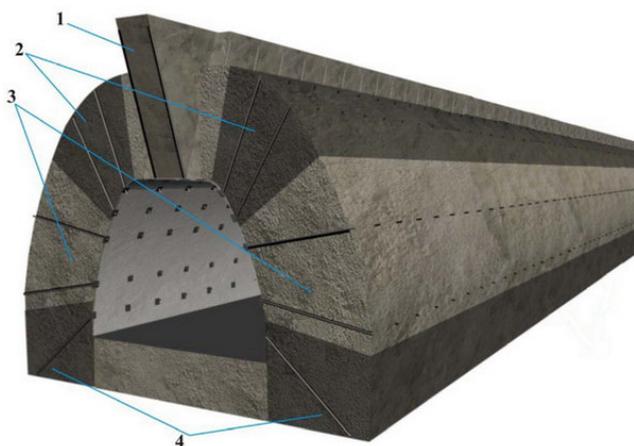


Рисунок 3. Расположение анкеров

1 – силовая часть перекрытия выработки – элемент конструкции, сформированный основными анкерами для противодействия деформациям и смещению горных пород кровли выработки в ее пространство;

2 – подпорная часть перекрытия выработки – элементы конструкции, сформированные дополнительными анкерами для восприятия и передачи нагрузки от силового элемента перекрытия на опору, а также для управления сроком службы конструкции в зависимости от назначения выработки;

3 – опоры перекрытия выработки – элементы конструкции, сформированные боковыми анкерами для восприятия и передачи нагрузки от перекрытия на основание и уменьшения нагрузки горных пород боков выработки;

4 – основание конструкции – элементы конструкции, сформированные анкерами почвы из горных пород боков выработки, в том числе, ниже ее почвы для восприятия нагрузки от конструкции.

Конструкция анкерной крепи представляет собой подземное сооружение, механизм работы которого имеет существенные особенности. Для каждой конструкции анкерной крепи выработки определенной формы поперечного сечения, сформированной анкерами определенного типа, длины, диаметра, прочности их закрепления и схемы размещения, существует предельная площадь обнажения и длина выработки, при которых начинается саморазрушение приконтурных (кровли, боков и почвы) пород и самой конструкции.

Анкерная крепь по всем технико-экономическим показателям имеет значительные преимущества по сравнению с традиционными видами крепи и при условии соблюдения требований нормативов относительно области применения конструкций, технологии их возведения с использованием регламентированных нормативами сырья, материалов, изделий, выполнением требований по проектированию, сооружению, эксплуатации и мониторингу позволяет:

- обеспечить надежное и безопасное функционирование горных выработок в течение всего срока их эксплуатации;
- поднять нагрузку на очистной забой;
- повысить средние темпы проведения горных выработок;
- уменьшить смещение пород в выработку и за счет этого сократить объемы ремонтов при их проведении и эксплуатации;
- упростить схемы организации горных работ;
- значительно улучшить условия и безопасность труда шахтеров, экономические и производственные показатели работы шахт.

Современные компьютерные технологии твердотельного моделирования позволяют создавать 3D (объемные) модели изделий, на которых можно продемонстрировать конструкции машин, методики их конструирования. Использование трехмерных твердотельных моделей, позволяющих производить виртуальный монтаж, демонтаж, компоновку и взаимную увязку оборудования, значительно интенсифицирует процесс изучения конструкций и увеличивает глубину проработки конструкции промышленного оборудования.

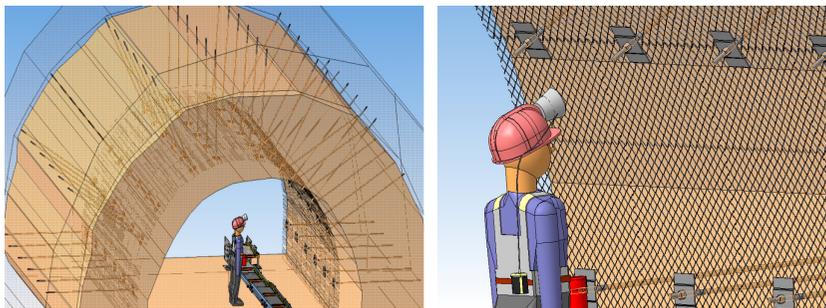


Рисунок 4. Анкерное крепление в программе КОМПАС

КОМПАС-3D – система автоматизированного проектирования с возможностью создавать 3-х мерные ассоциативные модели деталей и отдельных единиц, которые содержат оригинальные либо стандартизированные конструктивные элементы. Благодаря параметрической технологии, модели типовых изделий быстро создаются на основе ранее рассчитанных прототипов. Твердотельное моделирование – более эффективный способ выразить суть изделия. Например, из модели можно автоматически получить изображение всех компонентов в разобранном виде, и использовать его в качестве иллюстрации в инструкции по сборке.

Компьютерная модель подземной горной выработки, представленная на рисунке 4, выполнена в программе КОМПАС-3D.

Возможности моделирования поверхностей не исчерпываются рассмотренным примером и могут быть значительно расширены путем изменения направляющих линий в пространстве.

## Список литературы

1. Судариков, А.Е. Современные компьютерные технологии в обучении при подготовке горных инженеров / А.Е. Судариков, Е.В. Сименко, Э.Х. Муратбаев. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I». – Т 2. – 2016. – С 42-47.
2. Сименко, Е.В. Моделирование и визуализация поверхностей, их особенности и применение / Е.В. Сименко, Р.Р. Копейкин, А.И. Сименко ; под ред. Маховикова А.Б. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет. – Т 1. – 2017. – С 888-895.

УДК 378.147

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

**Д.Д. Супрун**, ст. преподаватель,  
**Н.С. Бирилло**, ассистент

*Белорусский государственный университет транспорта,  
г. Гомель, Республика Беларусь*

Ключевые слова: качество графического образования, начертательная геометрия, инженерная графика, информационные технологии.

Аннотация. Рассматривается информатизация учебного процесса в вузе. Анализируется эффективность применения интерактивных учебных пособий по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика». Обосновывается необходимость изменения содержания классического курса начертательной геометрии и методики его преподавания.

В современных социально-экономических условиях актуальной проблемой педагогической науки и практики является повышение качества образования и конкурентоспособности отечественной высшей школы в мировом сообществе. Высокие темпы научно-технического прогресса требуют особого внимания к вопросам разработки и внедрения современной методики обучения графическим дисциплинам в технических вузах.

Важнейшая цель современного профессионального образования – дать будущему специалисту не только определенный