

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ КРЕПИ

Г. Д. Буялич доцент, канд техн наук,  
инж. В. В. Восводиц, КузГТУ, Кемерово

В докладе предлагается методика расчета параметров крепи, оптимальных с точки зрения прочности, а также контактного взаимодействия с породами кровли. Прочностной анализ позволяет выявить наиболее слабые места в конструкции и получить ее с наименьшими затратами на материалы. Анализ контактного взаимодействия верхняка с кровлей позволяет получить наиболее равномерное распределение сопротивления крепи по поддерживаемой площади, что благоприятно сказывается на устойчивости непосредственной кровли в призабойной зоне и уменьшает вероятность локального разрушения кровли непосредственно над верхняком.

Для получения реальных картин распределения удельного давления по поддерживаемой площади и напряженно-деформированного состояния верхняка используется трехмерная конечно-элементная модель «верхняк-кровля», которая затем рассчитывается при помощи пакета программ Algor.

Модель верхняка строится конечными элементами типа 3D Plate/Shell по реальным значениям конструктивных параметров конкретного верхняка в каркасном (проволочном) виде, каждому из которых, в соответствии с конструкцией, задаются свойства материала (модуль упругости, коэффициент Пуассона) и толщина. Усилия от гидростоск и гидропатронов прикладываются в узлы соприкосновения с верхняком в виде распределенной нагрузки. Шарниры моделируются элементами малой толщины, позволяющими поворачиваться двум узлам относительно друг друга без особых усилий.

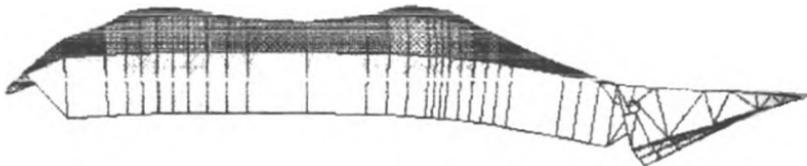
Контактирующая с верхняком кровля заменяется упругими стержнями (пружинами), которые сопряжены с узлами соответствующих элементов на верхняке. Жесткость стержней определяется по закону Гука:

$$f_i = \frac{E \cdot S_i}{L}, \text{ Н/м,}$$

где  $S_i$  - площадь поперечного сечения стержня,  $\text{м}^2$ ;  $L$  - мощность пород кровли, участвующих во взаимодействии, м;  $E$  - эквивалентный модуль упругости слагаемых кровлю пород, Па.

По результатам конечно-элементного расчета определяются напряжения и деформации в элементах верхняка, а также его контактные давления на непосредственную кровлю.

На рисунке показан пример деформированного состояния шарнирного верхняка крепи М130, определенного по вышеописанной методике при масштабе деформаций



Количественное распределение сопротивления верхняка по поддерживаемой площади оценивается коэффициентом неравномерности, который представляет из себя

$$K = \frac{\sqrt{D}}{m},$$

где  $m$  и  $D$  – математическое ожидание и дисперсия удельных давлений верхняка на кровлю.

Предлагаемая методика позволяет на стадии проектирования оценить силовые и конструктивные параметры верхняков крепи как очистных, так и проходческих забоев, наиболее рациональных с точки зрения наилучшего взаимодействия с породами непосредственной кровли и максимальной прочности

### УСЛОВИЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ГРАНИЦЕ С ВЫРАБОТАННЫМ ПРОСТРАНСТВОМ

Н. Н. Денискин аспирант, КузГТУ

Анализ литературных источников показал, что сравнительно слабо изучены структурно-текстурные элементы строения вмещающих горных пород, обрушаемость пород кровли пластов на границе с выработанным пространством, прочностные свойства пород массива, устойчивость их в обнажении и другие горно-геологические факторы влияющие на возможность применения, надежность и эффективность работы анкерной крепи в повторно используемых горных выработках. Особенно слабо изучены эти вопросы применительно к возможности и целесообразности крепления анкерной крепью (самостоятельной и в сочетании с другими типами) выработок, поддерживаемых на границе с выработанным пространством для повторного использования.

Данные о строении вмещающих горных пород, их структурно-текстурных элементах и механических свойствах являются исходной базой для решения вопросов крепления горных выработок анкерной крепью и обоснования их параметров

Исходя из этого, автором проводились специальные исследования особенностей строения кровли рабочих пластов угля месторождений северного Кузбасса, обрушаемости пород кровли в краевых частях угольных массивов на границе с выработанным пространством в зависимости от их структурно-текстурных элементов строения и

**СТРОИТЕЛЬСТВО ШАХТ  
И ГОРОДСКИХ ПОДЗЕМНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ**

**Труды Российско-Китайского симпозиума  
24-27 апреля 2000 г.**



**Кемерово-Тайвань**

Кузбасский государственный технический университет  
Шаньдунский научно-технический университет  
Российская академия Естественных наук  
Академия горных наук

622.33

*50-летию Кузбасского  
государственного  
технического  
университета  
посвящается*

## **СТРОИТЕЛЬСТВО ШАХТ И ГОРОДСКИХ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Труды Российско-Китайского симпозиума  
24-27 апреля 2000 г.

648 933 АМ

Библиотечка КузГТУ

Кемерово - Тайань

УДК 622.268

Редакционная коллегия: С.Д. Евменов, В.В. Першин, А.В. Угляница,  
А.Н. Садохин.

Строительство шахт и городских подземных сооружений: Труды Российско-Китайского симпозиума / Под ред. В.В. Першина, Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2000. - 188 с.

ISBN 5-89070-202-5

Представлены материалы Российско-Китайского симпозиума "Строительство шахт и городских подземных сооружений", посвященные актуальным проблемам совершенствования техники и технологии горнопроходческих работ и освоения подземного пространства крупных городов в обычных и сложных горно-геологических условиях.

Для работников горнодобывающих предприятий и строительной промышленности, ученых и преподавателей вузов.

ISBN 5-89070-202-5

УДК 622.268

© Кузбасский государственный  
технический университет, 2000

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В условиях реструктуризации угольной промышленности России и Китая проблемы строительства городских подземных сооружений приобретают особую актуальность, т.к. достижение рентабельности и конкурентоспособности предприятия в современных условиях может быть обеспечено путем разработки и внедрения новых ресурсосберегающих технических, технологических и организационных решений. При этом важное значение имеет освоение подземного пространства городов.

В этой связи проведение данного Российско-Китайского симпозиума направлено на обмен новой научно-технической информацией в соответствии с договором о сотрудничестве между Кузбасским государственным техническим университетом (Россия) и Шаньдунским научно-техническим университетом (КНР).

В трудах симпозиума представлены следующие основные направления:

- совершенствование технологии горнопроходческих работ в обычных условиях;
- строительство горных выработок в сложных горно- и гидрогеологических условиях;
- проблемы разрушения горных пород;
- прогноз прочностных свойств пород и контроль качества горнопроходческих работ;
- геоинформационные технологии;
- проблемы освоения подземного пространства крупных городов.

В работе симпозиума принимают участие представители учебных и научных организаций из Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, Новосибирска, Якутии, Кемерово и ряда других городов России.

Среди участников симпозиума 16 докторов и более 20 кандидатов наук, докторанты, аспиранты и магистранты.

Проведение Российско-Китайского симпозиума по строительству шахт и городских подземных сооружений послужит дальнейшему развитию и укреплению взаимовыгодных связей между Россией и Китаем, и, конечно же, в первую очередь, между двумя университетами – организаторами проведения данного симпозиума.

Зав. кафедрой строительства  
подземных сооружений и шахт  
КузГТУ, доктор технических наук,  
профессор, действительный член  
Академии горных наук

В. В. Першин

## Содержание

Предисловие	3
Н.Ф. Косарев, В.В. Першин «Становление и развитие шахтного строительства в Кузбассе»	4
В.В. Першин «Основные результаты научных исследований кафедры «Строительство подземных сооружений и шахт»	11
Г.С. Франкевич, Ю.В. Бурков «Научные разработки ОАО «КузНИИшахтострой» для предприятий угольной отрасли»	15
А.П. Ефремов «Модель угледобывающего предприятия нового уровня»	16
А.А. Силантьев «Особенности поддержания горны выработок в условиях ОАО «Гуковуголь»	18
А.В. Угляница «Технология крепления и поддержания пластовых выработок с неустойчивой кровлей»	21
Н.С. Булычев, Н.С. Фотиева «Исследование теоретических проблем формирования полей напряжений в массивах пород»	24
В.А. Шаламанов, К.А. Ковалевский, В.А. Ковалевская «Прогноз прочностных свойств горных пород по данным геофизического обследования геологоразведочных скважин»	28
Г.В. Широколюбов, Ю.П. Соболев, А.Е. Клыков «К оценке показателей объемной прочности горных пород при испытании низких образцов»	32
Ю.А. Масяев «Комплексное решение вопросов повышения эффективности буровзрывных работ на горнодобывающих предприятиях Кузбасса»	37
А.П. Садохин, Н.Н. Баландин «Анализ конструкций крепей сопряжений и метода их расчёта»	45
В.А. Хмяляйнен, В.М. Пампура, В.А. Жеребцов, И.А. Поддубный «Численная модель фильтрации воды вокруг водоупорных перемычек капитальных выработок»	51
А.В. Угляница, А.В. Исаенко «Прочностные свойства зацементированных горелых пород»	54
А.В. Дерюшев «О методе прогнозирования геомеханических процессов в шахтах»	56
Н.В. Давыдова «Обзор проблемы сооружения подземных хранилищ для промышленных отходов»	58
С.М. Простов «Геоэлектрический контроль свойств и технологического состояния породного массива при строительстве и эксплуатации горных выработок»	64
Е.Г. Апросимова, С.Д. Мордовской, В.Ю. Изаксон «Применение комплекса прикладных программ для обоснования оптимального способа сохранения устойчивости копров в криолитозоне»	67
М.Г. Кобылянский «Определение уровня аварийности при бурении скважин»	70

И.А. Паначев, М.Ю. Насонов, М.В. Беленко «Влияние качества взрывной подготовки пород на трещиностойкость основных конструкций экскаваторов»	74
П.А. Маденов «Причины потери устойчивости и анализ особенностей работы крепей подготовительных выработок испытывающих воздействие динамических нагрузок»	78
А.А. Добриян «О резервах повышения эффективности технологических схем выемки крупных угольных пластов с применением шитовых крепей»	81
М.Б. Устюгов, Е.А. Петрова «Особенности экономической оценки эффективности систем тоннельной вентиляции при проектировании метрополитенов»	84
Б.Д. Половов «Опыт формирования программы освоения подземного пространства крупнейших и крупных городов»	88
Б.Д. Половов «Основные положения имитационной геомеханики»	92
Б.Д. Половов, Н.Н. Лещуков «Новая концепция строительства и реконструкции глубоких шахт на Урале»	95
О.Г. Латышев, В.П. Рыбак «Прогнозирование эффективности процессов разрушения пород при проходке горных выработок»	99
Ю.Д. Григоренко, М.Д. Войтов, Г.Ф. Винокуров «Горнопроходческие работы и применяемая техника на шахтах Кузбасса»	104
Ю.Д. Григоренко, М.Д. Войтов «Определение надёжности проходческих комплексов типа «Сибирь»	108
О.С. Белоусова, А.Г. Устинов «Новые разработки вентиляторных установок лаборатории строительных конструкций для предприятий угольной отрасли»	112
А.Н. Садохин, М.А. Копытов «Алгоритмизация технологических процессов строительства выработок многозабойным методом»	113
М.А. Копытов «Обоснование имитационного моделирования как метода исследования многозабойной организации горнопроходческих работ на рудниках»	119
М.А. Копытов «Формализация многозабойной организации горнопроходческих работ на рудниках»	122
С.В. Черданцев «Параметры деформации пространственного стержня при больших перемещениях его осевой линии»	125
В.Н. Кочетков, А.А. Новосельцев «Об информационном подходе в решении задач ранжирования горнотехнических объектов»	132
Ю.А. Масаев, Д.В. Тимофеев «К вопросу о выборе эффективных схем врубковых шпуров при проходке горных выработок»	134
Ю.В. Бурков, Л.П. Понасенко, В.А. Жеребцов «Применение инъекционных технологий в капитальных горных выработках»	138
А.В. Кондратов «Разработка и применение инъекционных технологий упрочнения грунтов в городском подземном строительстве»	140
А.В. Наседкин «Об экономической эффективности технологии строительства око-	

лоствольных дворов» .....	142
Г. Д. Буялич "Показатели сравнительной оценки гидравлических стоек" .....	145
Г. Д. Буялич "Методика расчета параметров верхнего строения крепи" .....	147
Н. Н. Денискин "Условия поддержания горных выработок на границе с выработанным пространством" .....	148
А. П. Политов, В. Д. Полтавцев "Некоторые вопросы состояния и перспективы использования подземного пространства г. Кемерово" .....	150
Т. Н. Теряева, В. В. Першин, В. В. Дорогунцов, А. П. Гайдин, П. А. Филиппов "Восстановление теплоизоляционных и антикоррозионных свойств зданий" .....	153
Ю. А. Масяев "Взаимодействие взрыва зарядов ВВ с законтурным массивом горной выработки" .....	156
А. В. Шалаев "О повышении пожарной безопасности на шахтах России" .....	162
А. Н. Соловицкий "Геодезическое обеспечение развития прогрессивных технологий строительства шахт и подземных сооружений" .....	166
А. Н. Соловицкий "Основные принципы и проблемы проведения прикладных геодинамических исследований при строительстве шахт и подземных сооружений" .....	168
Б. А. Корецкий, А. П. Политов "Борьба с получением горных пород в выработках шахт электромеханическим способом" .....	171
С. А. Латышев "Возможные технологические решения проблемы сооружения устьев наклонных стволов в условиях шахт Кузбасса" .....	173
Я. Ю. Мишура "Влияние временной предохранительной крепи котлавана и материала засыпки на стенки подземного сооружения" .....	176
В. П. Хозяинов, А. М. Семенов, А. В. Салего "Применение ветроэнергетических установок для обеспечения электроэнергии тоннелей транспортного назначения" .....	180
Ю. Н. Огородников, Е. Э. Мартиросяни "Оценка устойчивости породных обнажений при строительстве подземных сооружений в протерозойских глинах" .....	183

**Строительство шахт и городских подземных сооружений**

Труды Российско-Китайского симпозиума  
24-27 апреля 2000 г

ЛР №020313 от 23.12.96

Подписано в печать 27.04.2000. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.

Уч.-изд. л. 14,00. Тираж 100 экз. Заказ 285. Кузбасский Государственный  
Технический Университет 650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Типография Кузбасского Государственного Технического Университета  
650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.