

Слайд 1

Уважаемый Председатель и уважаемые члены ГЭК. Вашему вниманию предлагается выпускная квалификационная работа на тему – Экспериментальное исследование прочностных характеристик чугуно – бетонной крепи в условиях калийных рудников.

Слайд 2

Целью выпускной квалификационной работы являются экспериментальные исследования прочностных характеристик чугуно-бетонной крепи в условиях калийных рудников в виде имитационного моделирования динамики деформаций и нормальных тангенциальных напряжений и возможных напряжений в обнаженной бетонной крепи клетового и скипового стволов Усть-Яйвинского рудника ПАО «Уралкалий» при замене разрушенных тюбингов с учетом фактора времени. Для реализации данной цели выдвинуты задачи, представленные на слайде.

Слайд 3

Верхнекамское месторождение солей (ВКМС) расположено в Пермском крае в основном на левом берегу р. Камы на территориях Чердынского, Красновишерского, Соликамского, Усольского, Добрянского районов и городов Березники, Соликамск и Александровск. Соляная толща площадью 8,2 тыс. км² имеет форму линзы размерами в меридиональном направлении 206 км, а в широтном – до 56 км. Геологические запасы месторождения оцениваются по сильвинитам в 113 млрд. т. Главный водоток месторождения, р. Кама, протекает в западной части его части. Также по территории месторождения протекают Колва, Вишера, Язьва, Яйва, Косьва с их притоками. Питаются реки тальными водами. Существенное влияние до широты Соликамска оказывает подпор Камского водохранилища.

Слайд 4

Усть-Яйвинский рудник ПАО «Уралкалий» является одним из таких объектов. Это место добычи калийной соли, расположенное в Пермском крае в районе городов Березники – Соликамск вблизи села Усть-Яйва, примерно 200 км севернее города Пермь, с западной стороны Уральского хребта. ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» (ТулГУ) по заказу АО «ВНИИ Галургии» осуществил натурное исследование крепи вертикальных стволов Усть-Яйвинского рудника, лабораторные исследования чугуна тюбингов и бетона бетонной крепи. По итогам этих исследований был проведен анализ технологии проходки стволов и выявлены причины разрушения крепи.

Слайд 5

Конструкция тюбингов, которые использовали при проходке скипового и клетового стволов, приведена рисунке.

Слайд 6

Метод конечных элементов – это численный метод, применяемый для решения разнообразных задач математического моделирования и анализа. Основан на разделении сложной геометрической области на более простые подобласти, известные как конечные элементы. Каждый конечный элемент является малой частью области, для которой возможно просто определить математическую модель и провести ее аналитическое или численное решение. С помощью этого метода можно моделировать и изучать поведение сложных систем: механических конструкций, электрических цепей, тепловых процессов и т. д. В шахтном строительстве с помощью метода конечных элементов (МКЭ) можно решать задачи, связанные с определением напряжений и деформаций в крепи стволов, с расчетом прочности и жесткости крепи, с анализом динамических процессов в крепи стволов и многое другое.

Слайд 7

В результате исследований механических свойств материала бетонной крепи в соляном пласте ствола №2 было установлено, что класс бетона изменялся от В15 до В22,6 и в среднем соответствовал классу В20. Можно предположить, что похожие отклонения от проекта в классе бетона возможны и для бетонного слоя многослойной крепи. Такие отклонения в качестве бетона вызвали необходимость вычислений напряженно-деформированного состояния тюбинговой крепи ствола с учетом установленных классов бетона. Моделирование проводилось для условий тюбингового кольца №166 клетового ствола №2 в связи с тем, что в кольце этого ствола зафиксировано наибольшее количество дефектных тюбингов в количестве 31 шт. и осуществлялось численным методом. Для этого были созданы 3D модели тюбингов и бетонной крепи. Результаты этих вычислений представлены на рисунке. Коэффициент запаса прочности для бетона согласно рисунку составляет 1,61. Результатом моделирования стал вывод о том, что замена разрушенных тюбингов рациональна по одному, т.к. процесс разрушения бетона в результате развития трещин будет протекать значительно медленнее.

Слайд 8

Итогом экспериментальных исследований прочностных характеристик бетонно-чугунной крепи вертикальных стволов Усть-Яйвинского рудника стала модель процесса разрушения в затюбинговом бетоне при демонтаже одного тюбинга с учетом горного давления, собственного веса крепи и поддержки по периметру внутреннего контура открывшегося бетонного слоя крепи правым и левым тюбингами рассматриваемого тюбингового кольца и тюбингами вышележащих и ниже-лежащих тюбинговых колец. Вычислительные эксперименты проводились для условий тюбингового кольца №166 клетового ствола №2 в связи с тем, что в этом кольце этого ствола зафиксировано наибольшее количество дефектных тюбингов в количестве 31 шт. Рисунок, на котором показано распределение нормальных тангенциальных напряжений в бетонном слое крепи, внутренняя поверхность которого обнажается при снятии одного тюбинга, наглядно показывает, что максимальные значения достигаются по периметру внутреннего контура в бетонном слое крепи.

Слайд 9

Итогом экспериментальных исследований прочностных характеристик бетонно-чугунной крепи вертикальных стволов Усть-Яйвинского рудника стала модель процесса разрушения в затюбинговом бетоне при демонтаже двух тюбингов с учётом горного давления, собственного веса крепи, и поддержки по периметру внутреннего контура открывшегося бетонного слоя крепи правым и левым тюбингами рассматриваемого тюбингового кольца и тюбингами вышележащих и ниже-лежащих тюбинговых колец. Вычислительные эксперименты проводились для условий тюбингового кольца №166 клетового ствола №2 в связи с тем, что в этом кольце этого ствола зафиксировано наибольшее количество дефектных тюбингов в количестве 31 шт. Рисунок, на котором показано распределение нормальных тангенциальных напряжений в бетонном слое крепи, внутренняя поверхность которого обнажается при снятии двух тюбингов, наглядно показывает, что максимальные значения достигаются по периметру внутреннего контура в бетонном слое крепи.

Слайд 10

Таким образом, Цель работы достигнута. Спасибо за внимание!