

**Панченко Е.В., к.т.н., доцент, Сирченко А.А., аспирант,
Крылов Е.Н., студент гр. ГМ-08-1м**

(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепрпетровск, Украина)

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ АРКИ ТОННЕЛЬНОГО УКЛАДЧИКА УТК-2

Для возведения сборной тоннельной обделки метрополитенов применяется укладчик УТК-2, а для проходки тоннелей с тубинговой и блочной обделкой в грунтах, разрабатываемых взрывным способом, применяют рычажные укладчики.

Научная задача – определение напряженно деформированного состояния арки тоннельного укладчика УТК-2. Техническая проблема – повышенная металлоемкость укладчика (при собственной массе 25 т осуществляет подъем груза массой до 1 т.).

Это связано с большим запасом прочности конструкции укладчика, что обусловлено сложностью определения расчетных нагрузок для укладчика в целом. В данном исследовании моделируется напряженно – деформированное состояние арки укладчика, которые предназначены для фиксации железобетонных блоков (рис.1). Реакции, действующие на балки, которые возникают при последовательной укладке блоков, зависят от их расположения по своду тоннельного кольца. От их значений зависят размеры и конструкция механизмов перемещения арки. Определение расчетных нагрузок это сложная научная задача, связанная с необходимостью учета взаимодействия арки с балками в процессе фиксации железобетонных блоков и козырьков.

Цель работы – разработать компьютерную модель арки тоннельного укладчика УТК-2 для определения расчетных нагрузок.

Идея работы – использование современных методов моделирования для решения задачи определения расчетных нагрузок арки тоннельного укладчика УТК-2.

Арка тубингоукладчика УТК-62 состоит из: 3 козырьков, которые необходимы для защиты людей, от вывалов из кровли падающих кусков породы в забое метро, из 3 направляющих, которые необходимы для поддержания элементов тоннельной обделки, а также 2 двух ползунов, которые необходимы для перемещения всей арки, 8 опорных роликов, расположенных внутри ползунов.

Компьютерная модель создавалась при помощи восходящего способа проектирования. Состоит из 510 компонентов и разработано при помощи современных средств компьютерного моделирования комплекса SolidWorks.

Расчетные нагрузки определяются из следующих соображений: нагрузки, воспринимаемые от балок, фиксирующие железобетонные блоки, а также собственный вес металлоконструкций, которые в процессе работы меняются. Положение центра масс меняется на 1278,04 в зависимости от положения балок и козырьков.



Рисунок 1 – Конструкция арки тубингоукладчика УТК-2

Для анализа напряженно-деформированного состояния для конечно-элементной модели были определены граничные условия: на нижних подгранях опорных роликов (пятно контакта ролика с ползуном) – запрет перемещений в направлении перпендикулярно граням; между осью ролика и ползуном, в местах крепления направляющей к арке условие «штифт» допускающее условие поворота ползуна вызванное изгибом металлоконструкции от заданной конструкции; на свободный край опорной балки, где происходит фиксация блока, задана сила $F = 4080 \text{ Н}$; задано действие силы собственного веса.

Конечно-элементная модель строится с использованием пространственно-твердотельного конечного элемента имеющего 18 степеней свободы. В качестве материала принималась простая углеродистая сталь.

Для ограничения размера задачи при заданной точности вычисления определён конечно-элементной сетки. В ходе эксперимента шаг сетки последовательно уменьшался до тех пор, пока разница максимальных эквивалентных напряжений по Мизесу в двух последовательных расчетах не превысила 1 %. Это произошло при шаге сетки 2 мм.

С учетом указанных результатов может быть проведен вычислительный эксперимент по определению расчетных нагрузок в элементах арки.

Вывод :

1. Компьютерная модель арки тоннельного укладчика УТК-2 подготовленная на базе программного комплекса SolidWorks включает 510 компонентов.

2. Для анализа напряженно-деформированного состояния арки следует задавать следующие граничные условия:

- на нижних подгранях опорных роликов – запрет перемещений в направлении перпендикулярно граням;
- между осью ролика и ползуном –условие «штифт»;
- в местах крепления направляющей к арке –условие «штифт» ;
- на свободный край опорной балки сила $F = 4080 \text{ Н}$;
- действие силы собственного веса.

3. Максимально допустимый шаг конечно-элементной сетки составляет 2 мм.

4. Разработанная компьютерная модель может использоваться для определения расчетных нагрузок в элементах арки.