

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОДНОРЫЧАЖНОГО ТОННЕЛЬНОГО УКЛАДЧИКА УТК-2

К.С. Заболотный, А.А. Сирченко, Е.В. Панченко

Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»

Для возведения сборной тоннельной обделки метрополитенов применяется однорычажный укладчик УТК-2 (рис.1). Техническая проблема – повышенная металлоемкость укладчика (при собственной массе 25 т осуществляет подъем груза массой до 1 т.). Это связано с большим запасом прочности конструкции, что обусловлено сложностью определения расчетных нагрузок для укладчика в целом.



Рисунок 1 – Концепт проект тоннельного укладчика УТК-2

Научная задача – обосновать параметры тоннельного укладчика УТК-2. Основная задача исследования разбита на следующие подзадачи:

Задача 1 – Исследование влияния параметров манипулятора на мощность поворотного привода. Идея задачи – уменьшить мощность поворотного привода, используя подвижный противовес, массу которого определить на основе методов вычислительного эксперимента с использованием программы SolidWorks. Привод противовеса снабжен дополнительным гидроцилиндром, позволяющим менять положение противовеса в зависимости от угла наклона манипулятора и выдвижения штока рычага. Проведенная серия вычислительных

манипулятора; n – ход противовеса; m – масса противовеса. Минимальное значение эквивалентного момента привода манипулятора, соответствует максимальному статическому уравновешиванию конструкции и определяется из решения задачи на поиск экстремума функции эквивалентного момента привода по массе противовеса $\partial M_{эке}/\partial m = 0$. Для условий данного проекта масса балансира составляет 1058 кг при тубинговой обделки и 1539 кг для обделки в виде железобетонных блоков, эквивалентный момент уменьшается на 180 %.

2. Определена зависимость напряжений в опасных сечениях вала от смещения подшипниковой опоры и оптимальные параметры расположение опоры путем смещения её к консольной части вала на 140 мм. Выявлен завышенный коэффициент запаса прочности вала (в 2 раза больше требуемого). В результате оптимизации диаметр вала уменьшиться до 170 мм, масса конструкции снизиться на 48 кг.

3. При моделировании напряженно-деформированного состояния направляющих балок для учета контактных усилий взаимодействия направляющих балок с тоннельной обделкой необходимо использовать граничное условие «упругое основание», обладающие жесткостью $87700 \text{ (Н/м)}/\text{м}^2$. Первая и вторая направляющие балки воспринимают нагрузки равные 4,08 кН и 1,93 кН, а третья – 0,76 кН, что позволяет разработать для нее облегченную конструкцию. Из анализа работы направляющей балки следует, что запас прочности по Мизесу равен 3. Вследствие того, что направляющие балки воспринимают отличающуюся между собой нагрузку параметры конструкции, могут быть выбраны из пропорции $W1:W2:W3=4:2:1$. Здесь W – момент сопротивления балки прямоугольного сечения.

4. Предложенная металлоконструкция площадки яруса представляет собой систему неразъемного соединения продольно-поперечных балок, в зоне установки упорного ролика конструкция подкреплена опорными платиками. После сварки, металлоконструкция обеспечивает снижение максимального перемещения до допустимого (при этом масса конструкции по сравнению с первоначальной уменьшится в пределах семи процентов).

5. Зависимости усилий, возникающих при контакте колес с рельсами ходовой части, от расположения колёсных пар, определяются по результатам вычислительного эксперимента и аппроксимируются линейными функциями с точностью до 3 %. Для условий рассматриваемой задачи оптимальное расстояние колёсных пар вдоль укладчика составляет 4490 мм. Привод рекомендуется расположить только на передних колёсах.