

**Заболотный К.С., д.т.н., профессор, Сирченко А.А., аспирант,
Давиденко Е.И., студентка гр. ГМ-08-1м**

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАНИПУЛЯТОРА НА МОЩНОСТЬ ПОВОРОТНОГО ПРИВОДА УКЛАДЧИКА УТК-2

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

Научная задача – обосновать параметры манипулятора 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. Кроме того конструкция манипулятора выполнена без учета влияния параметров этого узла на установленную мощность поворотного привода. Это приводит к завышенным параметрам привода, что увеличивает стоимость агрегата в целом.

В данном исследовании моделируется процесс работы манипулятора укладчика, который предназначен для установки железобетонных блоков или тьюбингов (рис.1). Крутящий момент, действующий на привод, который возникает при последовательной укладке блоков или тьюбингов, зависит от расположения манипулятора по своду кольца тоннельной обделки. От его значений зависит размеры и конструкция механизма привода поворота. Определение расчетных нагрузок это сложная научная задача, связанная с необходимостью учета взаимодействия манипулятора с железобетонными блоками или тьюбингами.

Цель – уменьшить установленную мощность поворотного привода тоннельного укладчика УТК-2.

Идея проекта – уменьшить мощность поворотного привода, используя подвижный противовес, массу которого определить на основе методов вычислительного эксперимента с использованием программы SolidWorks.

Для достижения поставленной цели, на основе конструкторской документации, создана компьютерная модель тоннельного укладчика УТК-2 (рис.1,а). На рисунке 1,б показана конструкция рычага, которая состоит из 1 – захват манипулятора; 2 – шток манипулятора; 3 – корпус манипулятора; 4 – приводной вал манипулятора; 5 – противовес манипулятора.

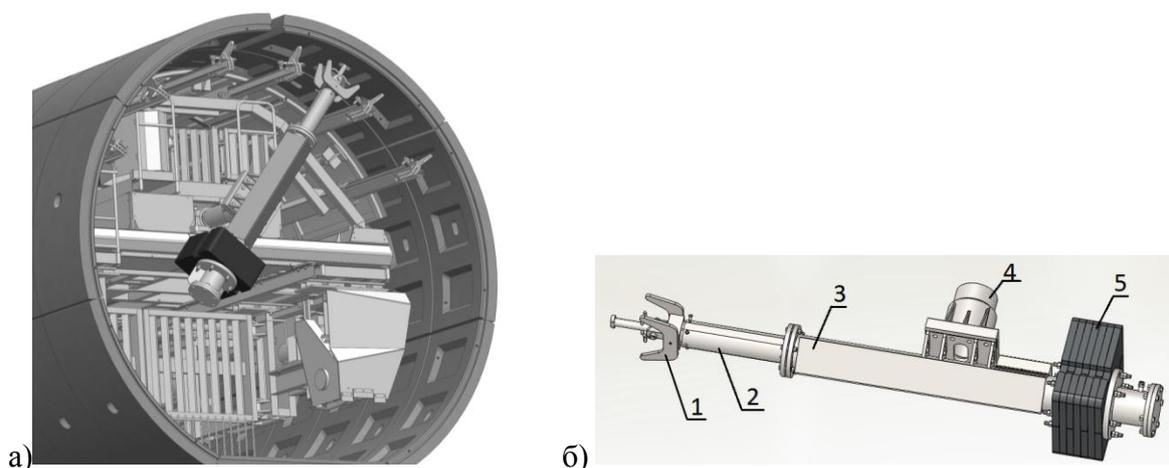


Рисунок 1 – Концепт проект тьюбингоукладчика

На разработанной компьютерной модели был проведен вычислительный эксперимент по определению параметров противовеса, где определено значение момента на валу привода наклона установки штанги в зависимости от массы противовеса. Показано что изменение массы противовеса незначительно влияет на установленную мощность привода. Поэтому предложено изменить конструкцию манипулятора. Привод противовеса снабжен дополнительным гидроцилиндром, позволяющим менять положение противовеса в зависимости от угла наклона манипулятора и выдвижения штока рычага.

Для новой конструкции было проведена серия вычислительных экспериментов, которые позволили получить зависимость крутящего момента от массы противовеса и положения рычага. При этом положение противовеса менялось таким образом, чтобы в каждый момент времени система была уравновешенна. На рисунке 2 показаны результаты исследований для тубингов (для железобитонных блоков получена аналогичная зависимость). Далее установлена аналитическая зависимость между входными и выходными величинами, представленная в виде уравнения $M(n, m) = -k \cdot n \cdot m + b$, где M – момент на валу манипулятора; n – ход противовеса; m – масса противовеса. Для получения значений неизвестных коэффициентов уравнение решалось методом наименьших квадратов.

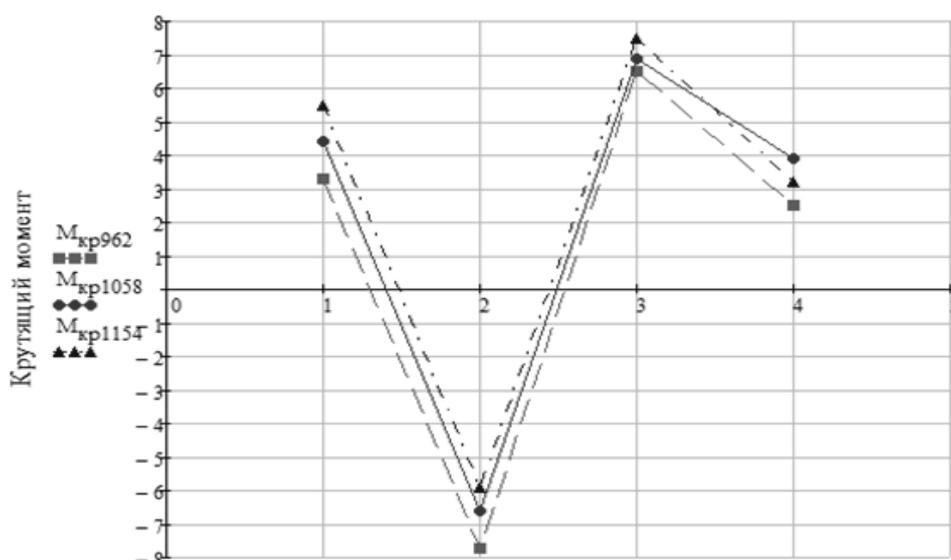


Рисунок 1 – Зависимость крутящего момента от массы и положения противовеса

Выводы:

1. Анализ результатов вычислительного эксперимента с использованием программы SolidWorks и метода наименьших квадратов показал, что математическую модель зависимости момента на валу привода манипулятора от массы и хода противовеса можно представить с точностью до 2 % в виде линейных уравнений вида $M(n, m) = -k \cdot n \cdot m + b$.

2. 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 $\partial M_{\text{эки}} / \partial m = 0$. Для условий данного проекта масса балансира составляет 1058 кг при тубинговой обделке и 1539 кг для обделки в виде железобетонных блоков, эквивалентный момент уменьшается на 180 %.