

УДК 622.289.23

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ТЮБИНГОУКЛАДЧИКА РЫЧАЖНОГО ТИПА НА РЕЛЬСОВОМ ХОДУ

Ю.А. Драгомирецкий, директор, В.Е. Болотин, зам. директора,
ПАО «Днепротяжмаш», А.А. Сирченко, аспирант, Государственное высшее
учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск

Аннотация. Рассмотрена конструкция самоходного тоннельного тубингоукладчика. Представлены разработанные расчетные схемы, а также результаты проверочного расчета напряженно-деформированного состояния рычажного рабочего органа тубингоукладчика и его приводного вала.

Ключевые слова: метод конечных элементов (МКЭ), рабочий орган рычажного типа, напряженно-деформированное состояние, расчетные схемы, поверочный расчет.

ДО ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО ТЮБІНГОУКЛАДАЧА ВАЖІЛЬНОГО ТИПУ НА РЕЙКОВОМУ ХОДУ

Ю.О. Драгомирецький, директор, В.Е. Болотін, заст. директора,
ПАТ «Дніпроважмаш», А.О. Сірченко, аспірант, Державний ВНЗ
«Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ

Анотація. Розглянуто конструкцію самохідного тунельного тубінгоукладача. Представлено розроблені розрахункові схеми, а також результати перевірного розрахунку напружено-деформованого стану важільного робочого органу тубінгоукладача і його приводного вала.

Ключові слова: метод кінцевих елементів (МКЕ), робочий орган важільного типу, напружено-деформований стан, розрахункові схеми, перевірочний розрахунок.

TO THE PROBLEM OF CREATING A DOMESTIC LEVER-TYPE RAIL-MOUNTED TUBING LAYER

Y. Dragomiretskyi, Director, V. Bolotin, Vice Director «Dneprotyazhmash» plc,
A. Sirchenko, post-graduate, State Higher Educational Establishment
«National Mining University», Dnipropetrovsk

Abstract. A design of a self-propelled tubing layer has been considered. The developed design diagrams as well as the checking calculation results for the deflected mode of a lever-type tubing-layer work tool and its driving shaft have been presented.

Key words: finite element method (FEM), lever-type work tool, deflected mode, design diagrams, checking calculation.

Введение

Для возведения сборной тоннельной обделки метро применяют специальные механические устройства – укладчики. Многие типы укладчиков представляют собой металлическую рамную конструкцию порталного типа, оснащенную средствами передвижения

вдоль сооружаемого тоннеля и сборки кольца обделки. Применяющиеся в Украине при строительстве тоннелей метрополитена тубингоукладчики физически изношены, а конструкции их морально устарели. Требуется разработать современную конструкцию тубингоукладчика с обоснованием его рациональных параметров.

Анализ публикаций

Известны следующие конструкции тубингоукладчиков: рычажные с одним и двумя рычагами [1, 2], кольцевые на внутренних и внешних опорах [3], кассетные, дуговые с неподвижной и поворотной дугой, стреловые.

Для проходки тоннелей с тубинговой и блочной обделкой в грунтах, разрабатываемых взрывным способом, применяют рычажные тубингоукладчики. Буровая машина в забое бурит шпур для закладки взрывчатки, которую производят с выдвигаемых площадок тубингоукладчика. На время взрывания тубингоукладчик отгоняют от забоя для защиты от разлетающихся кусков породы. Погрузка обрушенной породы осуществляется породопогрузочной машиной. Далее следует установка сегментов кольцевой обделки выработанного пространства из чугуновых тубингов или железобетонных блоков. Подают сегменты на тележке к тубингоукладчику. Исполнительный орган опускается к сегменту, и происходит закрепление его с захватным устройством. Далее сегменты устанавливаются по очереди слева и справа, начиная с нижнего лоткового сегмента.

Для монтажа сборной обделки укладчик сегментов должен обладать по крайней мере тремя степенями подвижности, обеспечивающими перемещения монтируемого элемента обделки по радиальному направлению в поперечном сечении тоннельной выработки, кольцевому и продольному вдоль оси тоннеля.

Последним укладывается верхний ключевой сегмент с клиновидными гранями, на который укладчик давит, чтобы разжать кольцо обделки, после чего с помощью болтов сегменты соединяются друг с другом.

Наиболее просто такой набор перемещений монтируемого элемента осуществляется широко распространенными однорычажными укладчиками, рабочий орган которых вращается в плоскости, перпендикулярной оси тоннеля, и смещается по оси тоннеля [4, 5].

Цель и постановка задачи

Выполнить качественный анализ работы привода однорычажного тубингоукладчика

для определения запаса прочности наиболее нагруженных узлов.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Разработка концепт-проекта однорычажного тубингоукладчика.
2. Исходя из анализа условий работы определить запас прочности конструкции укладчика.

Описание проекта однорычажного укладчика

Исходя из технологии укладки сегментной обделки авторы разработали концепт-проект рычажного тубингоукладчика для перегонного тоннеля (рис. 1). Его основным элементом является рычаг 4 с противовесом 5 и выдвигной штангой, на конце которой помещен захват 2 для закрепления тубингов или блоков. Штанга выдвигается гидроцилиндром. Рычаг укреплен на главном валу с гидравлическим приводом вращения 8. Рычаг может совершать поступательные движения (0–16 см) вдоль оси тоннеля от гидроцилиндра 9, помещенного в торце главного вала. Несущая металлоконструкция выполнена в виде тележки 1 на рельсовом ходу.

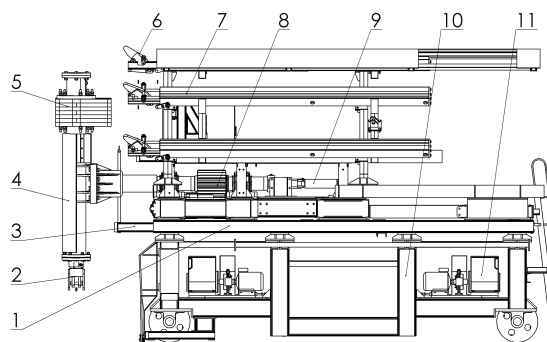


Рис. 1. Однорычажный тубингоукладчик

Для удобства монтажа кольца обделки укладчик оборудован выдвигаемыми рабочими платформами 3, расположенными в двух уровнях. При сборке обделки из железобетонных блоков без связей растяжения используют выдвигаемые с приводом от гидроцилиндров балки 7, на концах которых закреплены упоры 6, поддерживающие и поджимающие блоки к оболочке щита. Направляющие балок опираются на две арки. Для защиты людей от вывалов из кровли ук-

ладчик оборудован выдвижным секционным козырьком. На укладчике размещены щитовые насосные установки, электрошкафы, пульт управления. Для предохранения механизмов укладчика при ведении взрывных работ в скальных грунтах он оборудован защитными решетками. Механизм перемещения расположен на опорных стойках 10 и представляет собой четыре независимых привода 11, которые соединяются с приводными колесами с помощью цепной передачи [6].

Определение запаса прочности привода однорычажного тубингоукладчика

В ходе установки тоннельной обделки вся нагрузка от одного сегмента передается на исполнительный орган, который закреплен на приводном валу. Вал установлен в подшипникоопорах, расположенных на раме. Коэффициенты запаса прочности рамы могут быть определены стандартными методами строительной механики. Расчет привода исполнительного органа требует применения метода конечных элементов.

Была построена твердотельная модель привода однорычажного тубингоукладчика совместно с тубингом, состоящая из рамы, привода поступательного и вращательного движения исполнительного органа рычага, включающего в себя противовес и захват. Для качественного анализа методом конечных элементов было учтено действие силы тяжести и осуществлено фиксирование поперечных нижних балок рамы (рис. 2).

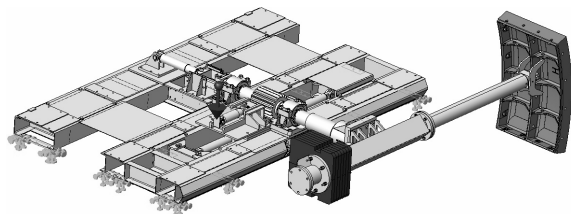


Рис. 2. Расчетная модель привода

В результате качественного анализа были выбраны два наиболее нагруженных узла: 1 – рычаг с захватом и противовесом, где учитывалась сила тяжести, а вес тубинга моделировался приложенной к грани захвата силой, фиксировалось место стыка с приводным валом и рассматривались условия контакта «нет проникновения» между корпусом и штоком рычага (рис. 3); 2 – приводной вал с

наиболее нагруженным полувкладышем подшипника скольжения (рис. 4).

Из анализа работы первого узла следует:

1 – запас прочности по критерию Мизиса составляет 3,8 (были приняты допускаемые напряжения для стали 35 – 240 МПа);

2 – в месте стыка с валом действует сила реакции 25,4 кН и реактивный крутящий момент 12,7 кН.

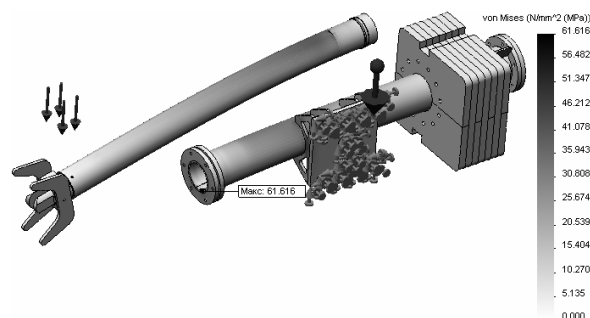


Рис. 3. Расчетная модель рычага

Во втором расчетном случае учитывалась сила тяжести, были приложены вычисленные в первом случае сила и реактивный крутящий момент к месту стыка с рычагом, установлен запрет кручению – в месте установки приводной шестерни, запрет радиальных перемещений в месте установки менее нагруженного подшипника и были установлены условия контакта «нет проникновения» между приводным валом и полувкладышем более нагруженного подшипника скольжения (нижняя наружная поверхность полувкладыша была зафиксирована).

В результате решения установлено, что запас прочности не превышает 1,8 (были приняты допускаемые напряжения для стали 40X – 310 МПа).

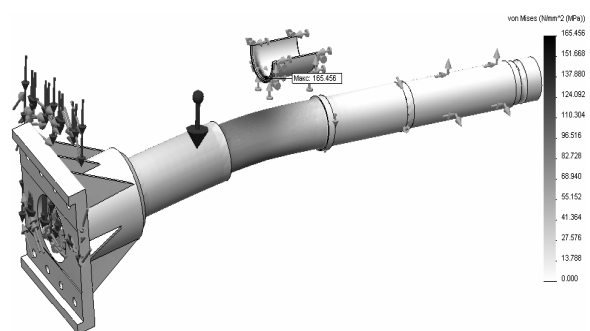


Рис. 4. Расчетная модель приводного вала

Выводы

1. В результате анализа технологии обкладки перегонных тоннелей был разработан концепт-проект однорычажного тьюбингоукладчика.
2. Создана твердотельная модель привода исполнительного органа и выполнен качественный анализ исследования методом конечных элементов привода исполнительного органа; выбраны две модели наиболее нагруженных узлов, из результата расчета которых следует, что запас прочности не превышает 1,8 и, следовательно, масса рациональной конструкции тьюбингоукладчика может быть значительно уменьшена.

Литература

1. В Днепропетровске идут активные работы по строительству второй очереди метрополитена [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.litsa.com.ua/news/partners/4356/v-dnepropetrovske-idut-aktivnyye-raboty-po-stroitelstvu-vtoroy-ocheredi-metropolitena-foto.htm>.
2. Оборудование для бестраншейной прокладки трубопровода и коммуникаций, буровых и горношахтных работ. – Скура-товский опытно-экспериментальный завод [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www/URL: http://www.soeztula.ru/1/73/](http://www.soeztula.ru/1/73/).
3. Shani Wallis Triumph out of tough going on Delhi Metro [Электронный ресурс] / Shani Wallis. – Режим доступа: [www/URL: http://www.tunneltalk.com/India-Oct04-Delhi-Metro-triumph.php](http://www.tunneltalk.com/India-Oct04-Delhi-Metro-triumph.php).
4. Тоннели и метрополитены / под ред. В.П. Волкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1975. – 552 с.
5. Тоннели и метрополитены : учеб. / В.Г. Храпов.; под ред. В.Г. Храпова. – М.: Транспорт, 1989. – 383 с.
6. Строительство тоннелей и метрополитенов. Организация, планирование, управление: учеб. пособие для вузов / Н.Г. Туренский, А.П. Ледяев; под ред. Н.Г. Туренского. – М.: Транспорт, 1992. – 264 с.

Рецензент: В.И. Мощенко, профессор, к.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 14 мая 2012 г.