

Разработка метода определения канатных нагрузок на барабан шахтной подъемной машины

*Заболотный Константин Сергеевич д.т.н., проф,
Жупиев Александр Леонидович ст. пр.,
Рутковский Максим Александрович аспирант,
Кафедра Горных машин и инжиниринга
Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»
г. Днепрпетровск*

Для выбора параметров шахтных подъемных машин (ШПМ) необходимо точное определение канатных нагрузок на барабан. Известно, что при деформации барабана происходит ослабление натяжения ранее намотанных витков каната. Б.С. Ковальским [1] предложен метод определения канатных нагрузок на барабан ШПМ, рассматриваемый как полубесконечная гладкая неподкрепленная осесимметричная оболочка. Такой подход не позволяет учесть влияние лобовин и подкреплений, а также положения наматываемого и разматываемого канатов на ослабление радиального давления каната. Вследствие этого, на этапе проектирования барабана, расчетные нагрузки занижаются, что в свою очередь может привести к уменьшению прочности и долговечности его конструкции. Известен подход определения канатных нагрузок с использованием конечно-элементного анализа, предложенный в работе [2], который состоит в проведении большого количества громоздких численных экспериментов на конечно-элементной модели барабана. Это затрудняет разработку рациональной конструкции барабана т.к. даже при незначительном изменении расчетной модели необходимо заново проводить серию численных экспериментов.

Таким образом, разработка метода определения канатных нагрузок на подкрепленный барабан шахтной подъемной машины является **актуальной научной задачей**.

Метод определения канатных нагрузок на барабан ШПМ состоит в том, что канатная нагрузка определяется с учетом ослабления натяжения в витках из-за деформации барабана, с использованием таких допущений: спиральную канавку на барабане можно заменить последовательностью кольцевых канавок, осесимметричную обечайку можно моделировать осредненной гладкой цилиндрической оболочкой, а лобовины и подкрепления - пружинами сжатия и кручения. Метод имеет такую последовательность действий:

1. Строится физическая модель барабана [2] в виде составной конструктивно-ортотропной гладкой осесимметричной оболочки подкрепленной кольцевыми пружинами сжатия и кручения. Жесткость лобовин и подкреплений определяются из вычислительных экспериментов при помощи метода конечных элементов или известных аналитических решений. Механические характеристики для элементарного участка оболочки получены в работе [3] на основании принципа возможных перемещений и метода двух масштабов.

2. Строится матрица податливости, компоненты которой представляют собой радиальные перемещения i -ой канавки, вызванное натяжением j -ого витка каната. Структура матрицы податливости зависит от конструкции барабана и физико-механических свойств материалов. Матрица податливости строится на основе математической модели деформирования обечайки барабана, полученной на основе системы канонических уравнений по методу сил.

3. Используя представление намотки-размотки витков круглого каната в виде последовательного надевания или снятия колец, используя закон совместности деформации и закон Гука, записывается система линейных алгебраических уравнений для прогибов барабана натяжений в кольцах и их первоначальных радиусов. В результате определяется канатная нагрузка от витков каната для любого положения скипа в стволе при подъеме груза.

4. По нагрузке определяются осредненные напряжения обечайки барабана, и выбирается наиболее опасный расчетный случай для уточненного расчета при помощи МКЭ. Для определения осредненных напряжений используется модель составной конструктивно-ортотропной гладкой осесимметричной оболочки полученная на первом этапе.

Разработанный метод позволяет не только определять канатные нагрузки, но и эффективно (с минимальным трудозатратами) анализировать структуру барабана, в частности определить снижение максимального прогиба обечайки в зависимости от расположения лобовины с уменьшением на два порядка количества вычислительных экспериментов.

Литература

1. Ковальский Б.С. Нагрузка канатных барабанов и бобин / Б.С. Ковальский // Стальные канаты : сб. научн. трудов. – Киев.: Техніка, 1966 – Вып.3. – С. 89-106

2. Заболотный К.С. Обоснование компьютерной модели барабана и расчетных нагрузок шахтной подъемной машины/ К.С. Заболотный, А.Л. Жупиев, Е.Н. Соснина // Геотехническая механика: Межведомственный сборник научных трудов / Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск: 2011. – Вып. 92. – 280 с.: ил., табл. – библиогр.: с. 275–278

3. Заболотный К.С. Разработка физической модели барабана шахтной подъемной машины / К.С. Заболотный, М.А. Рутковский, А.Л. Жупиев // Проблемы и перспективы совершенствования горного оборудования: Форум горняков – 2012, 03-06 окт. 2012 г., Днепропетровск, Украина : материалы международной конф. – С. 186–193

4. Заболотный К.С. Полуэмпирический метод построения обобщенной параметрической модели обечайки барабана шахтной подъемной машины/ К.С. Заболотный, М.А. Рутковский// Научный вестник НГУ: научно-технический журнал. – Днепропетровск, 2012 – №4(130). – С. 88-92