

Колосов Д.Л., к.т.н.; Бабченко В.В., студент
(Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпропетровськ, Україна)

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ГУМОТРОСОВОГО СТУПІНЧАТОГО КАНАТА В БОБІННОМ ОРГАНІ НАМОТЦІ

Зростання глибини підйому вантажів супроводжується зростанням маси каната та відповідним зниженням реальної вантажопідйомності машини. Підвищення міцності канатів традиційними способами, такими як збільшення діаметрів канатів, їх кількості пов'язано зі збільшенням габаритів підйомної машини. Застосування гумотросового каната в якості головного замість традиційного круглого каната не вимагає значного зростання ширини барабана та дозволяє навіть зменшити його діаметр. Зменшення маси каната, збільшення кінцевого навантаження може бути досягнуто використанням канатів змінного поперечного перерізу [1], в якому кількість тросів за його довжиною ступінчато змінюється – зменшується від барабана шахтної машини до кінця приєднання корисного вантажу. При цьому довжина кожної ступені обирається з умови рівної міцності усіх ділянок каната. Отже, зміною конструктивних елементів та поперечного перерізу досягається можливість забезпечення рівномірності тягового каната за довжиною при зменшенні маси каната та збільшенні кінцевого навантаження та глибини підйому.

Застосування нових канатів вимагає розв'язання багатьох актуальних науково-технічних задач. До таких задач відноситься і задача визначення впливу змінної ширини каната на його напружено-деформований стан в бобіні (рис. 1), утвореній багатошаровим намотуванням. Мета роботи полягає у визначенні основних закономірностей напружено-деформованого стану намотаного в декілька шарів плоского гумотросового каната та навантаженого тиском шару меншої ширини.



Рис. 1 – Гумотросовий ступінчастий канат у намотці в бобіні

Загальні закономірності деформування досліджувалися з використанням методів комп'ютерного скінченно-елементного моделювання в середовищі універсального пакета COSMOSWorks, інтегрованого в CAD-систему SolidWorks [2]. Розглянемо канат в бобіні як систему шарів. Конструкція каната характерна його симетричністю, що дозволяє розглядати половину каната по його ширині. Задача визначення напружено-деформованого стану канату вісесиметрична – достатньо розглянути напружений стан сектора, а не усього кільця. Прийmemo, що тіло виготовлене з гуми з поперечним перерізом, що відповідає перерізу каната з чотирьох тросів товщиною 30 мм, утворює кільце. Внутрішній діаметр кільця – 1 м. Кільце навантажено по зовнішній поверхні не по усій ширині. Виріжмо з кільця сегмент, прикладемо до нього навантаження та обмежимо нормальні переміщення внутрішньої поверхні та двох бічних, що були утворені при вирізання сегменту з кільця.

На границях ділянок зміни кількості тросів в канаті відбувається зміна схеми навантаження укладених шарів. Рівномірно розподілене навантаження замінюється навантаженням на смугу, ширина якої менша на два кроки укладання тросів в канаті. Відносне зменшення ширини смуги навантаження набуває максимального значення, коли починається процес намотування останньої (з найменшою кількістю тросів) сходинки каната змінного перерізу. Найменша кількість тросів становить два – розглянемо такий випадок. Прийmemo, що на барабан намотано один шар каната з чотирьох тросів, а поверх нього – шар, що має два троси. З урахуванням симетричності, як це вказано вище,

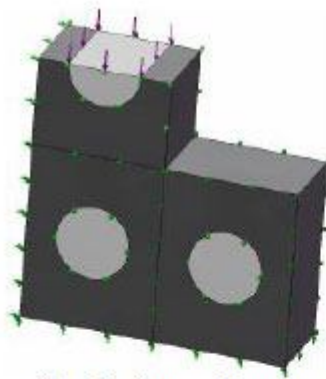


Рис. 2 – Схема обмежень деформування та прикладання навантаження зразка, утвореного багат шаровим укладанням каната

ні по смугі контакту шарів каната. Наявність троса в канаті обмежує поперечні деформації каната. Для встановлення впливу жорсткості тросів на стискання визначались деформації стискання нижнього шару каната для наступних випадків: троси мають жорсткість сталевих стрижнів; в оболонці тросів немає (оболонка каната суцільна, гумова); в оболонці тросів немає, але її товщина менша на величину, що дорівнює діаметру троса. Приймаючи деформації стискання нижнього шару в першому випадку за 100 %, деформації в другому та третьому випадку становили відповідно 139 % та 108 % при товщині каната 20 мм. Для випадку, коли товщина каната дорівнює 30 мм ці значення відповідно становили 145 % та 106 %.

Висновки. Встановлено, що перерізи ступінчастого каната в бобіні, утворений багат шаровим укладанням каната, деформуються неоднаково. При цьому величини нормальних напружень по поверхні взаємодії шарів істотно залежать від товщини каната. Наявність троса в канаті обмежує його поперечні деформації. Доведено, що при реальних товщинах каната деформації практично однаково залежать від умов їх визначення.

розглянемо половину зразка. Для зручності прикладення навантаження, зумовленого тиском верхнього шару, умовно розріжемо верхній шар площиною, яка проходить через осі тросів та відкинемо половину каната. Прикладемо до зразка зовнішнє навантаження та задамо обмеження на деформування (рис. 2) і визначимо напружено-деформований стан розрахункової моделі (рис. 3).

Аналіз отриманих результатів показав, що не усі перерізи каната однаково деформуються. При цьому величини нормальних напружень по поверхні взаємодії шарів залежать від товщини каната. Так, при товщині каната меншій за 20 мм, ширина смуги дії нормальних напружень близька до величини діаметра тросів в канаті. В межах смуги дії нормальних напружень відсутні зони суттєвої нерівномірності. За межами цієї смуги напруження стають на порядок менші. У випадку, коли товщина каната перевищує 30 мм, нормальні напруження практично рівномірно розподілені

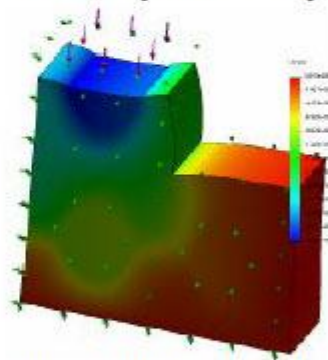


Рис. 3 – Приклад визначення напружено-деформованого стану зразка, утвореного багат шаровим укладанням каната

Перелік посилань

1. Бельмас І.В., Білоус О.І., Колосов Д.Л. Канат підйому робототехнічного комплексу зі значної глибини // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2008. – № 4. – С. 96-98.
2. Алямовский А.А. *SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов.* – М.: ДМК Пресс, 2004. – 432 с.