

Башинський С.І., ст. викладач
Дубченко Є.О., студент 4-го курсу, РР – 32, ГЕФ
Чапська К.Р., студентка 4-го курсу, РР – 32, ГЕФ
Житомирський державний технологічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКОСТІ АЛМАЗНОГО КАНАТУ НА КРУЧЕННЯ З МЕТОЮ УТОЧНЕННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЮВАННЯ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

Робота присвячена виконанню досліджень у сфері видобутку порід блочного облицовального каменю, зокрема розглядається робота гнучкого ріжучого органу – алмазного канату. Виконані дослідження є актуальними, оскільки даний тип інструменту набув широкого поширення лише в останні десятиліття.

Метою даної роботи є удосконалення обчислювальних алгоритмів комп'ютерної моделі процесу різання природного каменю за допомогою алмазного канату. Завдання полягає у визначенні коефіцієнта жорсткості на вільне кручення. Для цього була використана методика яка максимально відповідає ГОСТ 3565-80 «Метали. Метод дослідження на кручення».

Розглянуто основні принципи моделювання геометрії алмазного канату під час його роботи та вказано, але не враховано явище бічного уводу канату від теоретичної площини розпилювання. Явище бічного уводу канату залишається невивченим до цього часу. Дослідження цього явища стримується необхідністю визначення жорсткості алмазного канату на кручення.

Для створення можливості більш точного підбору раціональних параметрів різання, розроблюється програма моделювання процесу пиляння природного каменю алмазним канатом. Ця програма, враховуючи початкові дані, такі як, швидкість пиляння, діаметр канату, довжина канату, міцність породи, сила натягу канату, моделює процес розпилювання і виводить діаграму напружень канату під час пиляння у реальному часі. У процесі роботи програми можна обрати швидкість моделювання, інтервал графічної фіксації лінії одиничного пропилю, масштаб. Під час моделювання є можливість слідкувати за зміною таких показників як: радіус кривизни, сила притиску канату, сила натягу. Ці дані мають мінімальне, середнє, та максимальне значення, які змінюються у реальному часі. Недопрацьованою частиною цієї програми є те, що при моделюванні процесу різання не враховується кручення канату у пропилі. Саме це не дозволяє створити точну модель пропилю у тривимірному просторі.

Для числового визначення впливу явища бічного уводу канату на процес різання і можливості його обрахунку потрібно визначити коефіцієнт жорсткості алмазного канату на кручення. Ступінь кручення гнучкого інструменту у пропилі визначається відповідною жорсткістю. Для експериментального визначення даного параметру алмазоносного канату був проведений ряд дослідів. При цьому використовувався алмазоносний канат з діаметром втулки 11,5 мм, діаметром плетіння 6,5 мм. Канат шестипрядний, прогумований. Відліки знімалися як при закручуванні, так і при розкручуванні. На рис. 1 наведено схему дослідної установки.

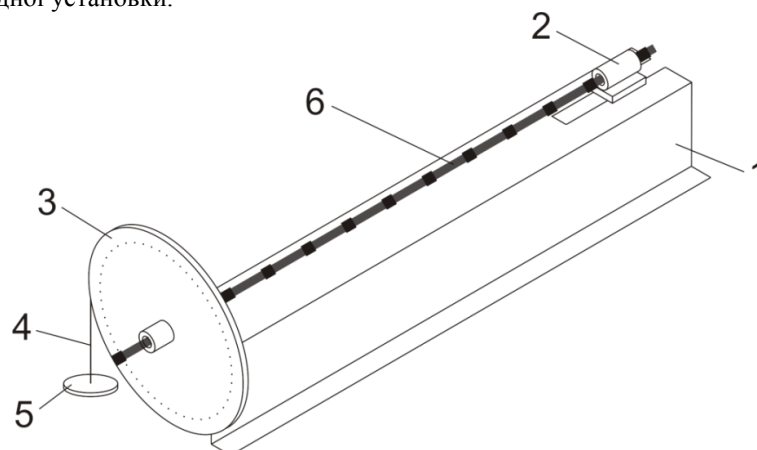


Рис. 1. Схема дослідної установки

Установка складається з металевого П-подібного профілю (1). На ньому закріплена задня фіксуюча втулка (2), яка може здійснювати поздовжнє переміщення. Посадочна втулка з підшипником, у яку кріпиться порожнистий вал, з насадженим на нього шківом, діаметром 300 мм, з градуванням (3). На шків кріпиться трос (4) з набором гирьок (5). За допомогою задньої фіксуючої втулки та посадочної втулки закріплюється дослідний зразок канату (6). Після цього на трос (4) поступово підвищуємо

додаткові гирьки для збільшення навантаження, або знімаємо для його зменшення, при цьому знімається відлік кута повороту шківів.

У процесі експерименту на вільне кручення було досліджено 3 зразки прогумованого алмазного канату довжиною 0,92; 0,93 та 0,95 м з напрацюванням усіх зразків до 3 м²/м.п. Вага вантажу змінювалась в межах 50 – 500 г з кроком 50 г. При цьому кут закручування змінювався в межах 24° – 282°.

Регресійний аналіз виявляє сильний кореляційний зв'язок – коефіцієнт кореляції рівний 0,91. По отриманим даним було побудовано спільний графік залежності кута закручування від навантаження та проведено лінійну апроксимацію (рис. 2).

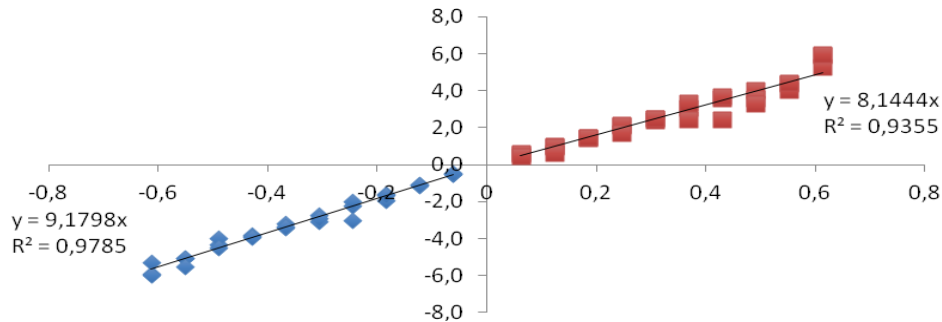


Рис. 2. Графік залежності відносного кута закручування від моменту

Закон Гука для випадку кручення можна записати у вигляді:

$$\varphi = \frac{M \cdot l}{J_0 \cdot G} \quad (1)$$

де M – силовий момент, що викликає деформацію кручення; l – довжина зразка; J_0 – геометричний полярний момент інерції; G – модуль зсуву.

Використавши поняття відносного кута закручування, перепишемо (1) у вигляді:

$$\theta = \frac{1}{H} \cdot M \quad (2)$$

де H – коефіцієнт жорсткості на кручення, Н·м²; $H = J_0 \cdot G$.

Коефіцієнти лінійної апроксимації становлять: для закручування 8,144; для розкручування 9,180. Тоді, середнє значення буде дорівнювати 8,662. Згідно (2), обчислене значення коефіцієнта жорсткості на вільне кручення: 0,115 (Н·м²). Порівняння з розрахованим по методиці, яка наведена у [4], значенням коефіцієнта жорсткості на вільне кручення для сталевого (без полімеризації) канату такої ж конструкції ($H=0,112$ Н·м²) показує, що полімеризація підвищує жорсткість на кручення майже на 103%.

Тоді бічне зусилля на i -ій втулці алмазного канату буде обчислюватися за формулою:

$$P_i = \frac{2M}{d_b} = \frac{2\varphi \cdot H}{d_b \cdot l} = \frac{2\pi \cdot n_{об} \cdot H}{d_b \cdot n_z} \quad (3)$$

де $n_{об}$ – кількість обертів закручування 1 метра погонного канату; n_z – кількість алмазних втулок на одному метрі канату; d_b – діаметр алмазної втулки.

Швидкість відхилення алмазного канату від проектної площини пропила можна виразити наступною залежністю:

$$v_b = v_n \cdot \frac{P}{F_N} \quad (4)$$

де v_n – швидкість заглиблення канату у породу; F_N – сила притиску канату до вибою.

Введення залежностей (3) та (4) у алгоритм програмного модуля дозволяють моделювати положення алмазного канату, під час виконання припили, у тривимірному просторі.