

## МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ РІЖУЧОГО ІНДЕНТОРУ (СВЕРДЛА) З КІСТКОВИМ БІОМАТЕРІАЛОМ

Хавін В.Л., Марусенко С.І., Шергін С.Ю.  
*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»,  
м. Харків*

Свердління кісткового матеріалу застосовується в різних областях хірургії - ортопедії, нейрохірургії, стоматології та ін. Прогнозування та контроль зусиль, що виникають в процесі свердління кісткового матеріалу, відіграє важливу роль для процесу хірургічного втручання, тому що неконтрольовані рівні зусиль можуть викликати неприпустиме тепловиділення в зоні різання, що викликає некроз кісткового біоматеріалу. Значні рівні зусиль можуть викликати макроруйнування кістки і прилеглих м'яких тканин, а також руйнування інструменту (свердла). Внаслідок цього, при розробці ортопедичних імітаційних систем для хірургічних тренажерів і хірургічних роботів важливого значення набувають адекватні моделі для оцінки осьового зусилля і обертаючого моменту.

Основні методи прогнозуючого моделювання зусиль, що виникають під час свердління кісткового матеріалу, - це емпіричний (експериментальний), механістичний (аналітико-експериментальний) і математичний (чисельний).

В роботі розглянуто механістичну модель, яка заснована на питомій роботі (енергії) різання кісткового матеріалу. Для прогнозування зусиль при свердлінні кісткового матеріалу адаптуються моделі механіки свердління металів. Геометрія зони різання описується аналітично, властивості кісткового матеріалу і умови тертя задаються на основі обмеженої кількості каліброваних експериментів для відповідного діапазону умов різання і геометрії свердла. Також окремо моделюються додаткові евакуаційні компоненти осьової сили і обертаючого моменту, що виникають при вході свердла в кістковий матеріал.

В роботі розроблено модифіковану модель осьової сили і обертаючого моменту, яка заснована на підході, запропонованому в роботі [1] і розвиненому в [2] з урахуванням додаткових зусиль, що пов'язані з евакуацією відокремленого кісткового матеріалу назовні із отворів, що засверлюються, а також питомої енергії руйнування кісткового матеріалу.

На прикладі свердління трубчастої кістки проведено тестові розрахунки, які показали хороший збіг з експериментом.

### Література:

1. Allotta B., Giacalone G., Rinalde L. A hand-held drilling tool for orthopedic surgery. JEEE/ASME Transactions on Mechatronics.- 1997.- V.2, № 4.- PP. 218-229.
2. MacAvelta T. Force and torque modeling for the drilling of bone for use in orthopaedic haptic simulation systems. Thesis and dissertation. Ryerson University, Toronto, Ontario, Canada, 2012.