

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНОГО КІЛЬЦЕВОГО ШТАМПА ТА ПРУЖНОГО ПІВПРОСТОРУ З ПОЧАТКОВИМИ НАПРУЖЕННЯМИ

Дослідження та математичне моделювання процесів контактної взаємодії пружних тіл із врахуванням початкових (залишкових) напружень є частиною великої за обсягом та актуальної області механіки суцільних середовищ, що безперервно розвивається. Підтримкою цього слугує виступ академіка НАН України Л. Лобанова із доповіддю «Про виконання цільової програми наукових досліджень НАН України «Надійність і довговічність матеріалів, конструкцій, обладнання та споруд»» [1] від 09.12.2020 р.

Оскільки математичне моделювання фізичних та механічних процесів має достатньо вагомий вплив і дозволяє оптимізувати розрахунок витрат матеріалів, їх економічну вартість, покращити експлуатаційні характеристики конструкцій та деталей машин, що додатково підкреслює важливість проведення досліджень з механіки твердого деформованого тіла.

Тому дане дослідження присвячене проблемі контактної взаємодії пружного кільцевого штампа на пружний півпростір з початковими (залишковими) напруженнями (без врахування сил тертя), які мають суттєвий вплив на контактні характеристики процесу.

Мета дослідження – представити математичну модель, граничні умови та результати числового розв'язку задачі про контактну взаємодію пружного кільцевого штампа та пружного півпростору з початковими напруженнями в межах лінеаризованої теорії пружності без врахування сил тертя. Дослідження виконати у загальному вигляді для стислих і нестисливих тіл для теорії великих початкових деформацій і двох варіантів теорії малих початкових деформацій при довільній структурі пружного потенціалу. Аналітичні результати представити для випадку рівних коренів визначального рівняння, а числові – для потенціалу Бартенєва-Хазановича. Зробити висновки про вплив початкових напружень на контактну взаємодію пружного кільцевого штампа та пружного півпростору з початковими напруженнями.

Проведене дослідження складається із постановки проблеми, граничних умов та аналітичного і числового розв'язку. В роботі представлено розв'язок для кільцевого пружного штампа, що враховує вплив початкових напружень. Задача зводиться до розв'язку потрійних інтегральних рівнянь, які зводимо до одного, використовуючи розривний інтеграл. Задачу розв'язано у випадку рівних коренів визначального рівняння. Дослідження представлено в загальному вигляді для теорії великих початкових деформацій і двох варіантів теорії малих початкових деформацій у рамках лінеаризованої теорії пружності при довільній структурі пружного потенціалу. Робиться припущення, що початкові стани пружного кільцевого штампа та пружного півпростору однорідні й рівні. Дослідження проводиться в координатах початкового деформованого стану, які пов'язані з лагранжевими координатами (природного стану). Крім того, вплив кільцевого штампа викликає невеликі збурення відповідних величин основного напружено-деформованого стану.

Числова реалізація методу представлена у вигляді графіків для потенціалу Бартенєва-Хазановича. Алгоритм розв'язку поставленої задачі реалізовано у Maple.

Висновки. Отже, враховуючи проведене математичне моделювання та дослідження процесу контактної взаємодії пружного кільцевого штампа на півпростір з початковими напруженнями, був виявлений достатньо суттєвий вплив початкових напружень на контактні характеристики розподілу зусиль. Тому, отримані результати можуть бути використані для регулювання контактних характеристик при розрахунках конструкцій на міцність, що безпосередньо впливатиме на їх економічну складову.