

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Овчарової Наталії Юріївни «Скінченно-елементний аналіз швидкісного деформування захисних елементів машинобудівних конструкцій», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин

Актуальність теми.

Актуальність теми дисертаційної роботи Овчарової Н.Ю. визначається необхідністю забезпечення динамічної міцності захисних елементів сучасних відповідальних конструкцій при ударних і імпульсних навантаженнях. В процесі експлуатації ударним та імпульсним навантаженням піддаються елементи машинобудівної, транспортної та авіаційно-космічної техніки. Для України дуже актуальним є забезпечення ударної міцності засобів індивідуального та групового захисту. Під дією ударних та імпульсних навантажень в елементах конструкцій виникають процеси швидкісного деформування, які проходять в пружно-пластичній стадії з великими переміщеннями та деформаціями. Хоча таким задачам присвячено досить велику кількість досліджень, далеко не завжди в них враховується залежність характеристик матеріалу від швидкості деформації і від зміни величин самих деформацій.

У великій кількості робіт захисні елементи розглядаються на основі теорії пластин і оболонок. Однак при локальних навантаженнях основні градієнти напружень спостерігаються саме по товщині елемента в обмеженій області. Тому, виникає необхідність використання тривимірних моделей.

У дисертації Овчарової Н.Ю. задача вирішується саме з урахуванням перелічених обставин. Природно, що такі задачі слід вирішувати чисельно, за допомогою методу скінченних елементів (МСЕ). Слід зазначити, що дисертація виконувалася відповідно до бюджетних тем і цільових програм ІПМаш НАН України, а також госпдоговірних робіт з промисловими підприємствами, що ще раз свідчить про актуальність роботи.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації. Робота виконувалася на основі

фундаментально обґрунтованих положень механіки деформівного твердого тіла та динаміки та міцності машин. Так, використовувалися останні досягнення в теорії пружності та пластичності, чисельні методи та дані динамічних характеристик матеріалу. Достовірність результатів підтверджується доброю відповідністю даних чисельних розрахунків з експериментальними, які одержані іншими авторами, а також аналізом збіжності розв'язків для ряду тестових задач. Немаловажним є той факт, що практичні рекомендації, зроблені в роботі, знайшли впровадження на практиці на промислових підприємствах.

Наукова новизна дисертаційної роботи.

На підставі фундаментальних рівнянь, що описують швидкісне деформування тривимірних тіл вперше розроблена скінченно-елементну модель пружно-пластичного деформування елементів конструкції, яка відрізняється урахуванням динамічних властивостей матеріалів і скінченних деформацій і переміщень. Ця модель дозволяє досягти мети, що поставлена в роботі.

На підставі цієї моделі, вперше виявлені особливості швидкісного пружно-пластичного деформування плоских і пологих елементів конструкцій, проведено дослідження впливу швидкості ударників, властивостей матеріалів, на напружено-деформований стан (НДС) плоских елементів. Це дозволило перейти до практичних задач динамічної міцності облицювання транспортних засобів та інших елементів.

Вперше виявлено нові особливості впливу локальних навантажень на циліндричні елементи і показано, що при збільшенні швидкості ударника інтенсивні напруження виникають в обмеженій області, яку можна розглядати за допомогою більш густої сітки. Такі дослідження дозволили перейти до задач динамічної міцності відповідальних конструкцій таких як, захисні конструкції корпусів ГТД і інших конструкцій.

Практичне значення отриманих результатів.

Результати роботи дозволили оцінити динамічну міцність ряду захисних елементів, які представляють практичну цінність. Такими елементами є корпуси транспортних засобів, газотурбінних двигунів, хвильових передач і інших конструкцій.

Результати досліджень та практичні рекомендації були впроваджені на ДП НВКГ «Зоря» - «Машпроект», ЗНКБ «Івченко - Прогрес» і сприяли підвищенню динамічної міцності елементів ГТД. Результати впровадження підтверджені документально.

Повнота викладу наукових положень, висновків, результатів і рекомендацій в опублікованих роботах

За темою дисертації опубліковано 22 роботи, з них 9 статей у фахових виданнях України, 3 в зарубіжних виданнях, які входять до наукометричної бази Scopus, 10 - в матеріалах міжнародних науково-технічних конференцій.

Дані публікації в повній мірі відображають основні положення дисертації. Автореферат повністю відповідає змісту дисертації.

Оцінка змісту дисертаційної роботи.

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку літератури і додатків. Дисертація викладена на 168 сторінках, з них 151 сторінка основного тексту, 76 рисунків, 5 таблиць, список використаних джерел становить 150 найменувань, 2 додатки на 11 сторінках.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, представлені мета і завдання дослідження, вказані методи дослідження, наукова новизна отриманих результатів, практичне значення отриманих результатів та інші обов'язкові пункти вступу.

У **першому** розділі проведено огляд літературних джерел, які відносяться до теми дисертації. Окремо виділено загальні проблеми динаміки елементів конструкцій при ударних та імпульсних навантаженнях. Далі виконано огляд експериментальних методів дослідження швидкісного деформування елементів конструкцій і визначення характеристик динамічних властивостей матеріалу. Проведено огляд аналітичних і чисельних методів аналізу процесів швидкісного деформування за допомогою різних методів і на основі різних теорій.

На підставі результатів літературного огляду сформульовані цілі і завдання дослідження і напрямки їх досягнення.

У **другому** розділі наведено основні фундаментальні залежності швидкісного деформування тривимірних тіл, в прямокутній і циліндричній системах координат.

Основна увага приділяється способам урахування динамічних властивостей матеріалу, скінченних деформацій і переміщень. Для наочності приведена схема процесу швидкісного деформування на різних етапах в тривимірному зображенні. Показано як проводиться розрахунок динамічного процесу швидкісного деформування та розв'язується в часі нелінійна задача.

У **третьому** розділі проводяться тестові розрахунки деформації циліндричного ударника при зустрічі з жорсткою перешкодою. Розглянуто задачу про вплив ударної хвилі на прямокутну пластину з склотекстоліту з розрізом. У цій задачі проводиться зіставлення чисельних результатів з експериментальними, відомими з літератури. При цьому величина розбіжності чисельних і експериментальних результатів не перевищує 8%. Проводиться аналіз впливу різних способів урахування динамічних властивостей матеріалу для прямокутної плити, при різних швидкостях ударника. Крім того, проводиться аналіз впливу дії ударника на НДС пластини зі сталевого, алюмінієвого і композитного матеріалу. Ці результати використовувались для аналізу динамічної міцності облицювання корпусу тепловоза. Крім того розглядається зіткнення ударників під різними кутами зустрічі з пологим елементом корпусу транспортного засобу.

У **четвертому** розділі розглянуто задачі зіткнення ударників з циліндричними елементами конструкцій. Показано, що при збільшенні швидкості ударника, до 150 м/с зона інтенсивних напружень, є вельми обмеженою і доцільно проводити розрахунки в цій обмеженій зоні з більш густою сіткою. Цей підхід використовується для аналізу динамічної міцності захисних елементів газотурбінних двигунів при ударному навантаженні, яке виникає внаслідок відриву фрагментів лопаток або потрапляння сторонніх предметів у повітряний потік. Показано перевагу двошарових захисних елементів, які мають більшу ефективність, навіть якщо сумарна товщина шарів менша товщини одношарового елемента. У цьому ж розділі розглянуто задачу про напружено-деформований стан гнучких двошарових металополімерних коліс силової хвильової передачі.

П'ятий розділ присвячений дослідженню тришарового елемента, який складається з двох тонких шарів титанового сплаву і середнього керамічного шару.

Показано, що при збільшенні швидкості ударника в зовнішньому шарі виникають пластичні деформації і утворюється кратер. В середньому керамічному шарі відбувається поширення деформацій по об'єму, в результаті відбувається розсіювання енергії удару. Нижній шар обмежує поширення цих деформацій, що сприяє збереженню захисних властивостей елемента.

У **висновках** наведено підсумки досліджень і вказано основні досягнення.

У **додатках** наведені акти впровадження на ДП НВКГ «Зоря» - «Машпроект» та на ДП «Івченко-Прогрес» ім. академіка О.Г. Івченко, список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. В дисертаційній роботі представлено комплекс теоретичних досліджень, які ґрунтовані на динамічному варіанті теорії пластичних деформацій, проте потребує додаткового обґрунтування вибір даного підходу шляхом порівняння результатів, що отримані на основі інших теорій, наприклад теорії течії.

2. В роботі представлено порівняння отриманих чисельних розв'язків з експериментальними даними, що одержані іншими авторами, але наведені експериментальні дані подано занадто стисло. Бажано було б розкрити особливості їх вимірювання, похибки та інші чинники.

3. В третьому четвертому та п'ятому розділах наведено велику кількість результатів чисельних розрахунків для різних задач, можна було б навести тільки частину чисельних розрахунків, але приділити більше уваги аналізу та обробці результатів.

4. Робота суттєво виграла б, якщо авторка спробувала б отримати аналітичні рішення для певних часткових випадків.

5. В четвертому розділі на рис. 4.7 та 4.20 показано розподіл полів переміщень, але доцільно було б в обох випадках навести кількісне значення напружень, які виникають в елементах.

Висновок

Вказані недоліки і зауваження до тексту дисертації не знижують загального позитивного враження про роботу. В цілому дисертаційна робота має наукову та практичну цінність і заслуговує високу оцінку.

Дисертація здобувача Овчарової Наталії Юріївни «Скінченно-елементний аналіз швидкісного деформування захисних елементів машинобудівних конструкцій», яка є завершеною науково-дослідною роботою, за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.02.09 – динаміка та міцність машин. В роботі вирішується важлива науково-технічна задача дослідження тривимірного динамічного напружено-деформованого стану захисних елементів машинобудівних конструкцій при імпульсному та ударному навантаженнях, для забезпечення їх міцності й ефективної експлуатації.

Оформлення дисертації і автореферату відповідає чинним нормативним документам.

В цілому робота за актуальністю теми, змістом й обсягом досліджень, ступенем новизни, науковим і практичним значенням результатів відповідає п.п. 9, 11 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів», які пред'являються до кандидатських дисертацій. Здобувач Овчарова Наталія Юріївна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин.

Офіційний опонент
професор кафедри фізики і теоретичної
механіки Харківського Національного
технічного університету сільського
господарства імені Петра Василенка,
доктор фізико-математичних наук, проф.

Ольшанський В.П.



Ольшанської В.П.

ЗАСВІДЧУЮ

Керівник відділу діловодства ХНТУСГ

Вашин