

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Лук'янченко Ольги Олексіївни

«Чисельна реалізація методу скінченних елементів при ймовірнісній постановці задач надійності та безпеки тонких оболонок з недосконалостями форми»,
поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.23.17 - будівельна механіка

Актуальність теми дисертації. Для вирішення проблеми забезпечення надійної і безаварійної експлуатації оболонкових конструкцій широке застосування отримали статистичні і ймовірнісні підходи, які дозволяють враховувати випадковий характер як навантажень, так і жорсткісних характеристик конструкцій. Розробка ймовірнісних підходів до розв'язання проблеми оцінки надійності тонких оболонок з урахуванням виникнення в них дефектів, до яких відносяться недосконалість форми, є актуальною проблемою із-за обмежених статистичних даних про них. Чисельна реалізація ймовірнісних підходів методом скінченних елементів дозволяє досліджувати складні оболонкові конструкції.

Відомо, що недосконалість форми значно впливають на стійкість тонких оболонок, що може призвести до зниження ймовірності їх безвідмовної роботи. Сучасне поширення чисельних методів, в тому числі методу скінченних елементів (МСЕ), у практику наукових і інженерних досліджень дозволяє створювати розрахункові моделі тонких оболонкових конструкцій різної складності і розв'язувати задачі їх нелінійного деформування, стійкості та динаміки. Уточнення скінченних оболонкових елементів, яка пов'язана з проблемою жорстких зміщень, є актуальною і не до кінця вирішеною в задачах стійкості тонких оболонок з початковими недосконалостями форми.

Важливим питанням сучасної будівельної механіки є створення комп'ютерних діагностичних моделей для структурного моніторингу відповідальних оболонкових конструкцій з метою забезпечення їх безаварійної експлуатації. Тому розробка алгоритмів комп'ютерного моделювання різних видів дефектів з оцінкою їх впливу на стан конструкції представляє значний практичний інтерес.

Аналіз змісту дисертації. Дисертація складається із вступу, семи розділів, висновку, списку використаних джерел та додатку. Загальний обсяг дисертації становить 330 сторінок. Дисертація містить 122 рисунки, 48 таблиць та додатки зі створеними авторкою програмами моделювання недосконалостей, адаптованими до програмного комплексу NASTRAN. Список використаних джерел нараховує 210 назв.

В представленій роботі розглядається чисельна реалізація методу скінченних елементів в ймовірнісній постановці задач надійності і безпеки тонких оболонок з урахуванням недосконалостей форми.

У вступі обґрунтована актуальність теми, визначені мета і задачі досліджень, наведена загальна характеристика роботи.

В першому розділі представлена сучасна методологія забезпечення надійності та безпеки будівельних конструкцій на всіх стадіях життєвого циклу. Зроблено висновок про ефективність застосування ймовірнісних підходів до розв'язання проблеми надійності та безпеки тонких оболонкових конструкцій як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації із-за появи в них дефектів.

У другому розділі розглянуто існуючі підходи до урахування недосконалостей форми в задачах нелінійного деформування і стійкості тонких оболонок. Представлена нова модифікована схема методу скінченних елементів до розв'язання проблеми стійкості тонких оболонок з довільними недосконалостями форми на основі векторної апроксимації функції переміщень у загальній криволінійній системі координат. Досліджена вірогідність та ефективність запропонованої схеми методу скінченних елементів.

В третьому розділі представлено ймовірнісний підхід до визначення проектною надійності за стійкістю недосконалих оболонок, який базується на основних положеннях В.В. Болотіна і використовує процедури програмного комплексу NASTRAN та спеціально розроблені автором програми, які адаптовані до даного комплексу. Оцінена проектна надійність за стійкістю нафтоналивних резервуарів при дії поверхневого тиску та оболонки-опори при дії комбінованого навантаження.

В четвертому розділі реалізовано чисельний підхід до визначення ймовірності безвідмовної за стійкістю роботи оболонок зі змодельованими недосконалостями їх стінок. Розглянуті довга гнучка циліндрична оболонка при дії пар сил, сферичні

оболонки при дії поверхневого тиску. Оцінено вплив корозії металу на надійність паливного резервуара в системі з захисною ємністю.

В п'ятому розділі представлено чисельний підхід до визначення в ймовірнісній постановці експлуатаційної надійності за стійкістю тонких оболонок з реальними недосконалостями форми. Оцінена експлуатаційна надійність паливного резервуару при дії поверхневого тиску, чотирьох нафтоналивних резервуарів при дії комбінованого навантаження. Проаналізовано застосування кілець жорсткості для підвищення експлуатаційної надійності нафтоналивного резервуару.

В шостому розділі представлено ймовірнісний підхід та його чисельно аналітичну реалізацію до оцінки ризику аварії тонких оболонок в наслідок втрати їх загальної стійкості за рахунок реальних недосконалостей форми.

В сьомому розділі наведено алгоритм скінченноелементного моделювання тонких оболонок з дефектами зварних швів для багатокласового розпізнавання та прогнозування їх технічного стану.

Наукова новизна. Основними результатами, що складають наукову новизну роботи, може вважатися розробка нових ймовірнісних підходів до визначення проектної та експлуатаційної надійності за стійкістю тонких оболонок з реальними і змодельованими недосконалостями форми та їх чисельна реалізація методом скінченних елементів; побудова нової модифікованої схеми методу скінченних елементів до розв'язання проблеми нелінійного деформування і стійкості тонких оболонок з довільними недосконалостями форми на основі векторної апроксимації функції переміщень у загальній криволінійній системі координат; нові алгоритми комп'ютерного моделювання недосконалостей форми різної амплітуди з можливістю їх візуалізації; новий ймовірнісний підхід до оцінки ризику аварії тонких оболонок за рахунок втрати загальної стійкості із-за наявності реальних недосконалостей форми; новий алгоритм комп'ютерного моделювання оболонкових конструкцій з дефектами зварних швів у вигляді крізних тріщин з урахуванням їх розповсюдження; нові розв'язки практичних задач дослідження впливу геометрії, граничних умов, корозії металу, кілець жорсткості на загальну стійкість, надійність та безпечну експлуатацію тонких оболонок.

Достовірність результатів обґрунтовується строгістю математичних перетворень, узгодженням чисельних результатів з аналітичними результатами інших авторів,

збіжністю результатів в залежності від числа невідомих скінченноелементної моделі та точності розв'язання системи рівнянь.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені нові ймовірнісні підходи до оцінки надійності та безпечної експлуатації тонких оболонкових конструкцій з недосконаlostями форми, які чисельно реалізовані в сучасному програмному комплексі скінченноелементного аналізу, дозволили отримати значну кількість нових науково-практичних результатів, що можуть бути корисними для науковців в області ймовірнісних та чисельних методів, інженерів-проектувальників, викладачів і аспірантів вищих навчальних закладів технічного профілю.

Публікації за темою дисертації. Робота пройшла апробацію на вітчизняних та міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, її зміст відображений у 33 публікаціях автора, в тому числі в 3-х монографіях і в 23 статтях у фахових наукових журналах і збірниках наукових праць.

Зміст автореферату повно відображає основні положення дисертації, його оформлення відповідає всім вимогам.

По розглянутій дисертаційній роботі є наступні зауваження:

1. Було б доцільно оцінити ефективність запропонованої схеми до побудови геометрично нелінійних скінченноелементних моделей тонких недосконалих оболонок з векторною апроксимацією функцій переміщень на прикладі розв'язання задач стійкості не лише циліндричних оболонок;

2. Вважаю, що отримані результати досліджень стійкості тонких оболонок з реальними і змодельованими недосконаlostями форми із застосуванням програмного комплексу NASTRAN, було б доцільно перевірити в іншому програмному комплексі скінченноелементного аналізу (SCAD, LIRA).

3. Не ясно, який вид розподілу недосконалистей форми треба застосувати при визначенні проектної та експлуатаційної надійності за стійкістю оболонкових конструкцій.

Зазначені зауваження мають на меті уточнення отриманих автором наукових та практичних результатів і не впливають на загальну позитивну оцінку виконаних досліджень.

Вважаю, що дисертаційна робота Лук'янченко Ольги Олексіївни «Чисельна реалізація методу скінченних елементів при ймовірнісній постановці задач надійності та безпеки тонких оболонок з недосконаlostями форми», виконана на високому

науковому рівні, є завершеним дослідженням, в якому отримані нові наукові результати в галузі будівельної механіки. По теоретичному рівню, новизні отриманих результатів, їх практичній значимості представлена дисертаційна робота відповідає вимогам, встановленим департаментом атестації кадрів МОН України для докторських дисертацій. Авторка дисертації Лук'янченко Ольга Олексіївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.17 - будівельна механіка.

Офіційний опонент

завідувач кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», доктор технічних наук, професор



О.В. Гондлях

«Підпис д.т.н., проф. О.В.Гондляха засвідчую»

Зам дакана ІХФ



Валерій ЩЕРБИНА