

ВІДГУК
офіційного опонента

на дисертаційну роботу кандидата технічних наук

Лук'янченко Ольги Олексіївни

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

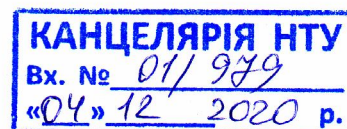
Дослідження стійкості оболонок при наявності геометричних недосконалостей є однією із складних задач теорії пружності, бо розрахункові співвідношення теорії стійкості оболонок вимагають обліку нелінійних складових, які мають різні форми.

Для оцінки надійності за стійкістю оболонкових конструкцій при наявності недосконалостей форми потрібно мати залежності критичних навантажень від параметрів, які характеризують недосконалість. Такі залежності аналітично можна побудувати лише для простих оболонок при докритичному однорідному напруженому стані. Для більш складних оболонок доцільно використовувати чисельні методи розрахунку їх стійкості в нелінійній постановці.

Як правило, недосконалості форми тонких оболонок призводять до значного зменшення критичних навантажень і впливають на їх безаварійну експлуатацію. Досягти необхідну надійність в процесі експлуатації тонких оболонок можна за допомогою оцінки впливу ймовірнісних характеристик недосконалостей форми на статичні і динамічні характеристики оболонок ще на стадії проектування.

Безперечно, розробка нових ефективних ймовірнісних методів оцінки надійності та безпеки тонких оболонок різної складності з чисельною реалізацією методом скінченних елементів є важливою задачею будівельної механіки і практично доцільною.

Зважаючи на викладене, тема дисертаційної роботи Лук'янченко О.О. є актуальною. Це підтверджується також узгодженням теми дисертації з низкою держбюджетних науково-дослідних робіт, виконання яких здійснювалось за активною участі Лук'янченко О.О. Результати виконання цих робіт склали основну частину розглядуваної дисертаційної роботи.



Дисертація складається із вступу, семи розділів, висновку, списку використаних джерел та додатку. Загальний обсяг дисертації становить 330 сторінок. Дисертація містить 122 рисунки, 48 таблиць, список використаних джерел з 210 найменувань на 22 сторінках.

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

В першому розділі розглянуті питання надійності та безпеки будівельних конструкцій, методи і підходи до їх оцінки. Наведені методи і засоби забезпечення безаварійної експлуатації будівельних конструкцій з можливістю прогнозування їх поведінки. Підкреслена доцільність застосування імовірнісних підходів до визначення надійності будівельних конструкцій на всіх стадіях життєвого циклу.

В другому розділі виконано огляд літератури з результатами досліджень напружено-деформованого стану та стійкості тонких оболонкових конструкцій з недосконаlostями форми чотирьох видів: довільних (реальних), у вигляді форм втрати стійкості ідеальної оболонки або форм деформування в граничному стані; локальних вм'ятин або випучин; випадкових прогинів. На основі огляду робіт з використання криволінійних скінченних елементів для розв'язання проблеми жорстких зміщень в задачах геометрично нелінійного деформування тонких оболонок зроблено висновок про ефективність застосування представленої авторкою нової схеми методу скінченних елементів до розв'язання проблеми стійкості тонких оболонок з довільними недосконаlostями форми.

В третьому розділі описано новий ймовірнісний підхід до визначення проектної надійності за стійкістю недосконалих оболонок, основним положенням якого є існування функціональної залежності критичного навантаження від початкової недосконалості, що дає можливість визначити надійність як імовірність того, що конструкція не втратить стійкість, якщо навантаження буде меншим за деяку задану величину. Наведено алгоритм комп'ютерного моделювання регулярних і нерегулярних недосконалостей форми стінок оболонок в програмному комплексі NASTRAN та програм, які розроблені автором і представлені в додатках. Досліджено вплив недосконалостей форми різної амплітуди на граничні (критичні) значення поверхневого тиску для оболонок зі змінною товщиною стінки та комбінованого навантаження для оболонки-опори з неоднорідною структурою. Побудовані криві та поверхні проектної надійності для рівномірного, трикутного та Гаусового розподілу щільності ймовірності недосконалостей.

В четвертому розділі наведені результати чисельного дослідження впливу недосконалості форми на ймовірність безвідмовної за стійкістю роботи довгої гнучкої циліндричної оболонки при дії пар сил, сферичного сегменту та півсфери при дії поверхневого тиску. Виконано комп'ютерне скінченноелементне моделювання зварних стінок паливного резервуара та захисної ємності у вигляді поясів, розміри яких відповідають листам прокату. Досліджено вплив корозії металу, який представлено у вигляді різних варіантів потоншення стінки на коефіцієнт запасу стійкості окремо та в системі із захисною ємністю.

В п'ятому розділі запропоновано новий ймовірнісний підхід до визначення експлуатаційної надійності за загальною стійкістю тонких оболонок з реальними недосконалостями форми. Представлено алгоритм комп'ютерного моделювання реальних недосконалостей за допомогою сплайн-кривих комплексу NASTRAN з можливою візуалізацією в заданому масштабі, для якої авторкою створена спеціальна програма, що адаптована до даного комплексу. Визначена експлуатаційна надійність за стійкістю паливного резервуара при дії поверхневого тиску та чотирьох нафтоналивних резервуарів зі змінною по висоті товщиною стінки при дії комбінованого навантаження, недосконалості яких є реальними відхиленнями стінок оболонок від вертикалі та реальними кутівими координатами. Розв'язана практична задача підвищення експлуатаційної надійності нафтоналивного резервуару з реальними недосконалостями форми стінки за рахунок введення в конструкцію двох кілець жорсткості.

В шостому розділі представлено ймовірнісний підхід до оцінки ризику аварії тонких оболонок з недосконалостями форми, який базується на теоремах теорії ймовірності, підходів нечіткої логіки, методів прийняття рішень в умовах невизначеності і визначається за величиною інформаційної ентропії, і подаються у вигляді графіку. Запропоновано математичне сподівання надійності резервуара, яке, як правило, визначається за допомогою статистичної обробки даних про стан конструкцій методом Монте-Карло вважати експлуатаційною надійністю за стійкістю оболонки. Безпечний ресурс недосконалих оболонок в роботі визначається на основі його фактичного зносу.

В сьомому розділі наведено алгоритм скінченноелементного моделювання тонких оболонок з дефектами зварних швів з урахуванням багатоосередкованого їх розповсюдження з оцінкою статичних і динамічних характеристик оболонок в місцях можливого розташування датчиків.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в чисельній реалізації методу скінченних елементів задач надійності та безпеки тонких оболонок з урахуванням недосконалостей форм; розробці нового ймовірнісного підходу до визначення проектної та експлуатаційної надійності за загальною стійкістю тонких оболонок з реальними і змодельованими недосконалостями форми при окремій та сумісній дії статичних навантажень; розробці ймовірнісного підходу до оцінки ризику аварії тонких недосконалих оболонок в наслідок втрати загальної стійкості; побудові нової схеми методу скінченних елементів до розв'язання проблеми жорстких змішень в задачах нелінійного деформування та стійкості тонких оболонок з довільними недосконалостями форми; створені та реалізації ефективних алгоритмів комп'ютерного моделювання недосконалостей форми різної амплітуди тонких оболонок із застосуванням програмного комплексу NASTRAN; отримані нових розв'язків практичних задач дослідження впливу геометрії, граничних умов, корозії металу, кілець жорсткості та дефектів зварних швів на загальну стійкість, надійність та безпечну експлуатацію тонких оболонок.

Обґрунтованність та достовірність результатів підтверджено 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 та рекомендації до їх застосування. Нові ймовірнісні підходи до оцінки надійності та безпечної експлуатації тонких оболонкових конструкцій з недосконалостями форми дозволили оцінити реальний стан існуючих оболонкових конструкцій та надати рекомендації до подальшої їх безаварійної експлуатації. Представлені алгоритми моделювання реальних та змодельованих недосконалостей форми оболонкових конструкцій в програмному комплексі NASTRAN з використанням розроблених авторкою програм можуть бути корисними для інженерів-проектувальників та аспірантів вищих технічних навчальних закладів.

Оцінка змісту роботи, публікації та автореферату. Дисертація Лук'янченко О.О. являє собою достатньо завершене наукове дослідження, яке виконано на сучасному рівні. Загальні висновки по дисертації достатньо чіткі і в цілому відображають викладені в роботі результати досліджень. Зміст роботи відображено в 3-х монографіях, в матеріалах 7 міжнародних наукових конференцій та в 23 статтях у фахових наукових журналах.

Текст автореферату відповідає змісту дисертації і повністю його відображає, його оформлення відповідає всім вимогам.

По розглянутій дисертаційній роботі є наступні зауваження:

1. На мій погляд в першому розділі дисертації не достатньо висвітлено питання застосування статистичних і ймовірнісних підходів в задачах надійності саме оболонкових конструкцій.

2. Вважаю, що в нелінійних розрахунках стійкості оболонок методом Ньютона-Рафсона треба вказати яким чином зроблено вибір кроку інтегрування диференціальних рівнянь рівноваги.

3. Було би доцільно оцінити вплив корозії металу на надійність тонких оболонок не лише за значеннями коефіцієнтів запасу стійкості, але й в ймовірнісній постановці з представленням її наявності у вигляді розподілу щільності ймовірності.

Зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаних досліджень в дисертації і не знижують їх наукову цінність.

Вважаю, що дисертаційна робота «Чисельна реалізація методу скінченних елементів при ймовірнісній постановці задач надійності та безпеки тонких оболонок з недосконаlostями форми» відповідає вимогам МОН України щодо порядку присудження наукових ступенів. Авторка дисертації Лук'янченко Ольга Олексіївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.17 - будівельна механіка.

Офіційний опонент

завідувач кафедри опору матеріалів та машинознавства
Національного транспортного університету МОН України,
доктор технічних наук, професор

О.В. Марчук

«Підпис завідувача кафедрою опору матеріалів та машинознавства
Національного транспортного університету д.т.н., проф. О.В. Марчука засвідчую»
Вчений секретар НТУ,
професор



О.І. Мельниченко