До разової спеціалізованої вченої ради ДФ. 26.056.010

ВІДГУК

опонента на дисертацію Кошевого Олександра Олександровича «**Багатокритеріальна параметрична оптимізація оболонок обертання при сейсмічних впливах**» на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерії».

Відгук підготовлено на підставі вивчення поданої дисертаційної роботи, яка складається з анотації, вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків, а також наукових публікацій, зарахованих за темою дисертаційної роботи.

Актуальність теми. Розробка ефективних чисельних методів досліджень параметричної оптимізації є важливою проблемою будівельної механіки. Задачі оптимального проектування будівельних конструкцій потребують розвитку так як дають можливість використовувати максимально фізико-механічні характеристики конструкційних матеріалів та розглядати напружено-деформований стан з різних боків, при різних цільових функцій та обмежень.

При вирішення багатокритеріальної параметричної оптимізації найчастіше застосовується методика переходу від багатокритеріальної до однокритеріальної задачі, при цьому використовують додаткові вихідні дані по Паретто та інше. Це призводить до грубого моделювання задачі багатокритеріальної параметричної оптимізації, що зводиться до недостатньо чітких та неякісних результатів дослідження та оптимального проектування. Дана робота розглядає дві цільові функції одночасно, що врахувує їх взаємодію, та показує точку, де вони пересікаються. Враховуючи це, задача дослідження багатокритеріальної параметричної оптимізації оболонок обертання при сейсмічних впливів та статичних навантажень, є актуальною і цікавою з точки зору будівельної механіки.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Достовірність та обґрунтованість наукових висновків дисертації обумовлюється використанням сучасних методів проведення чисельних експериментів, будівельної механіки, новітніх програмних комплексів на основі методу скінченних елементів (МСЕ), а також задовольняється збіжністю та співставленням чисельних експериментальних даних отриманих на базі запропонованої методики рішеннями. Дослідженням умов збіжності отримуваних рішень, співставленням розв'язків задач, що отримані іншими авторами

Наукова новизна одержаних результатів:

- на основі запропонованої методики виконані чисельні дослідження багатокритеріальної параметричної оптимізації оболонок обертання при парі цільових функцій: вага і напруження по Мізесу;
- на основі запропонованої методики виконані чисельні дослідження багатокритеріальної параметричної оптимізації оболонок обертання при парі цільових функцій: вага і переміщення по осям OX,OY,OZ;
- за рахунок введення додаткових обмежень на параметри напружено-деформованого стану елементів конструкції *удосконалено* алгоритм однокритеріальної параметричної оптимізації при дослідженні напружено-деформованого стану оболонок обертання;
- *удосконалено* алгоритм розв'язування задачі однокритеріальної параметричної оптимізації з урахуванням сейсмічного і статичного навантажень при дослідженні вимушених коливань і власних частот оболонок обертання. Запропоновано використання точних критеріальних обмежень, пов'язаних із частотами нижньої полоси спектру власних значень;
- *удосконалено,* за допомогою створеного програмного забезпечення, запропоновано використання точних елементних напружень, які співпадають, із заданим обмеженням напруженням по Мізесу, в парі цільових функцій: вага і напруження по Мізесу оболонок обертання. визначена взаємодія пар цільових функцій при багатокритеріальній параметричній оптимізації оболонок обертання.

Практичне значення одержаних результатів.

В ході виконання роботи створене теоретичне підґрунтя для розробки сучасних обчислювальних комплексів, орієнтованих на розв'язування складних задач в області оптимального проектування, що наразі стоять перед будівельною механікою та механікою деформованого твердого тіла. Реалізований підхід дозволяє ефективно оцінити багатокритеріальну параметричну оптимізацію оболонок обертання, при цьому є можливість скоротити витрати конструкційної сталі та автоматизувати оптимізаційний розрахунок. Використання результатів роботи сприятиме розвитку інженерної бази для знаходження оптимальних досліджень просторових конструкцій для промислового і цивільного призначення.

Розроблена методика і реалізований алгоритм у вигляді програмного забезпечення може використовуватися у проектній практиці, наукових дослідженнях, навчальному процесі. Окремі результати використані в різних проектах будівництва та підсилення металевих конструкцій, а також у

навчальному процесі на кафедрі металевих і дерев'яних конструкцій Київського національного університеті будівництва та архітектури.

Повнота викладу основних наукових положень, висновків, рекомендацій, в опублікованих роботах.

По матеріалам досліджень за темою дисертації опубліковано 13 наукових праць, 7 з яких – у виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України, 2 з яких – що включені у наукові періодичні видання інших держав, які входять до міжнародних наукометричних баз, та 4 праці є тезами доповідей вітчизняних та міжнародних науково-практичних конференціях.

Опубліковані роботи не містять порушень академічної доброчесності і з достатньою повнотою передають зміст дисертації.

Оцінка основного змісту дисертаційної роботи.

У вступі обгрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, визначено об'єкт і предмет досліджень, викладено наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів в умовах проектування і навчального процесу, описаний особистий внесок здобувача, наведено структуру та обсяг дисертаційної роботи, надані відомості про апробацію та публікації.

В першому розділі виконаний огляд вітчизняних та закордонних літературних джерел, в котрих викладено аналіз сучасних проблем дослідження параметричної оптимізації. Показано, що проблема багатокритеріальної параметричної оптимізації в рамках метода скінченних елементів вивчена недостатньо.

Виконаний теоретичний огляд методу скінченних елементів для двовимірних об'єктів на площині у стандартній та варіаційній поставці.

За результатами виконаного огляду сформульовані мета і завдання досліджень.

Другий розділ виконаний теоретичний огляд однокритеріальної і багатокритеріальної параметричної оптимізації методом градієнтного спуску. При багатокриетріальній параметричній оптимізації розписані можливі взаємодії між цільовими функціями.

Створені основні положення математичної моделі цільового функціоналу по декільком параметрам багатокритеріальної параметричної оптимізації на основі співвідношень теорії пружності.

Виконані перевірочні розрахунки збіжності результатів чисельного дослідження оболонок обертання на сейсмічне навантаження, а також перевірена достовірність досліджень параметричної оптимізації на прикладі прямокутної пластини з отвором.

Розраховані тестові приклади однокритеріальної параметричної оптимізації для стержневих та оболонкових конструкцій будівлі, яка є прототипом Національного цирку України.

В третьому розділі виконано збір навантаження, розрахунок оболонок обертання на сейсмічний вплив, створення комбінації навантажень при сейсмічних і статичних впливах, а також виконання розрахунку однокритеріальної параметричної оптимізації для оболонок обертання, де цільова функція – вага оболонки, змінні проектування – товщина скінченного елементу, ліміт – напруження по Мізесу і переміщення по осям OX,OY,OZ. Оптимізаційний розрахунок – статичний.

Розрахунок однокритеріальної параметричної оптимізації оболонок обертання, де цільова функція – вага оболонки, змінні проектування – товщина скінченного елементу, ліміт – перша власна частоти коливань. Оптимізаційний розрахунок – на власні частоти коливання з урахуванням навантаження.

В четвертому розділі виконується розрахунок багатокритеріальної параметричної оптимізації при сейсмічних впливах. Пари цільових функцій представлені у вигляді: вага і напруження по Мізесу, та ваги і переміщення по осям OX,OY,OZ. Змінні проектування – товщина скінченного елементу. Ліміт – напруження по Мізесу. Показані графіки взаємодії цільових функцій, та точку де вони пересікаються. Зроблені в цілому висновки, що цільові функції конфліктують, і точка оптимуму для обох цільових функціях одночасно неможлива.

В п'ятому розділі виконаний огляд програмного забезпечення для багатокритеріальної параметричної оптимізації, яке створено здобувачем. Розписаний функціонал, його можливості, інтерфейс і взаємодію між Femap with Nastran 11.4 і MS Exsel. Розкритий алгоритм роботи програмного забезпечення.

В загальних висновках по роботі сформульовані основні досягнення дисертаційного дослідження наукового і практичного характеру.

Зауваження за текстом дисертації:

1. По тексту дисертаційного дослідження незрозуміло, за допомогою чого передавалося прискорення від сейсмічного впливу на оболонки обертання?
2. Чому в дисертаційному дослідженні не використовувалися оболонкові скінченні елементи, а пластинчасті, для оболонок обертання?
3. По тексту дисертаційного дослідження, незрозуміло, яким чином моделювалося навантаження від рідини для циліндричної оболонки обертання з плаваючим дахом?

Наведені вище зауваження мають за мету уточнення отриманих автором результатів і не впливають на обґрунтованість наукових положень та висновків дисертації, а також не знижують загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, оформлення.

За ознаками об'єкту та предмету дослідження, наукової та практичної новизни результатів, дисертаційна робота відповідає спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

В роботі на базі сучасних чисельних реалізацій методу скінченних елементів запропонована методика багатокритеріальної параметричної оптимізації при сейсмічних впливах для оболонок обертання. Автором вперше розроблено програмне забезпечення, яке реалізує вищевикладені підходи. Виконано чисельні експериментальні дослідження, що підтверджують ефективність запропонованої методики, здійснено впровадження результатів роботи. Завдання, поставлені в дисертаційному дослідженні, виконані у повній мірі.

Дисертаційну роботу написано українською мовою, технічно якісно, оформлення дисертації в цілому відповідає діючим нормативним документам.

Дисертаційна робота є закінченою науко-дослідницькою роботою, що пройшла достатню апробацію і містить висновки, які мають наукове і прикладне значення.

Загальний висновок. Дисертаційна робота «Багатокритеріальна параметрична оптимізація оболонок обертання при сейсмічних впливах» відповідає вимогам, що висувається до дисертацій, які подаються на здобуття ступеню доктора філософії, згідно з Порядком проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167, а її автор Кошевий Олександр Олександрович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Опонент: в.о. завідувача відділу будівельної
механіки тонкостінних конструкцій.
Інституту механіки ім. С. П. Тимошенка
НАН України Доктор технічних наук, професор,
Заслужений діяч науки і техніки України П.З. Луговий

Підпис П.З. Лугового засвідчую:
Вчений секретар Інституту механіки
ім. С. П. Тимошенка НАН України.
Доктор фізико-математичних наук О.П. Жук

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНА м. КИЇВ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ім. С.П.Тимошенка
Ідентифікаційний код 05417070