

## ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Гудя Михайла Івановича

*Оцінювання довговічності тонкостінних циліндричних оболонок при транспортуванні літаком*

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності

01.02.04 --механіка деформівного твердого тіла

### **Актуальність теми дослідження.**

Пошкодження конструкційних елементів РН при їх транспортуванні мають механічну природу внаслідок дії довготривалих циклічних навантажень при транспортуванні і призводять до значних матеріальних збитків. Оцінка міцності та втомної довговічності конструкційних елементів РН при транспортуванні є комплексною фундаментальною проблемою, яка вимагає розробки методик: вимірювань зовнішніх впливів; аналізу та обробки зовнішніх впливів.

Проблемами міцності, надійності та довговічності космічних РН займаються провідні світові організації розробники космічної техніки: Державне підприємство „Конструкторське бюро „Південне” (Україна), NASA (США), Indian Space Research Organisation (ISRO) (Індія), National Association of Rocketry (США), РКК «Энергия» імені С. П. Королёва (Росія), Центр міцності ФГУП ЦНИИМАШ (Росія) та інші.

Основні дослідження спрямовані на розробку експериментально-аналітичних методологій, які поєднують інформаційні системи вимірювання зовнішніх впливів, скінченноелементне моделювання натурних конструкцій, розрахунок НДС та виявлення найбільш навантажених ділянок РН, методики оцінки та моніторингу пошкоджуваності і втомної довговічності конструкційних елементів РН.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Наукові результати, що складають основу дисертації, отримані здобувачем, як виконавцем держбюджетної теми «Розробка методів розрахунку експлуатаційних впливів і моніторингу довговічності елементів конструкції ракети носія при транспортуванні

літаком» (№ державної реєстрації 0115U002448), яка виконувалась у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя у 2015-2017 рр. за тематичними планами НДР Міністерства освіти і науки України. Тематика наукових досліджень відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки України.

**Мета роботи** полягає у виявленні основних закономірностей впливу конструктивних особливостей на НДС і власні частоти модельної підсиленої оболонки при транспортуванні.

**Наукова новизна роботи** полягає в тому, що

- геометричні і фізичні параметри моделі першої ступені РН у вигляді підсиленої циліндричної оболонки;
- МСЕ досліджено власні частоти циліндричної, підсиленої стрингерами тонкостінної модельної конструкції першої ступені РН.
- розроблено математичну модель циліндричної тонкостінної гладкої оболонки, на основі якої визначено частоти власних коливань непідсиленої циліндричної оболонки.
- отримала подальший розвиток методика комп'ютерного моделювання і виявлено основні закономірності впливу частот та амплітуд власних коливань на напружено-деформований стан підсиленої циліндричної оболонки для великого числа мод.
- розроблено методику експериментальних досліджень впливу частоти та амплітуди навантаження на вимушені коливання підсиленої стрингерами циліндричної оболонки.

**Практична цінність роботи** підтверджена можливістю застосування методики моделювання власних коливань підсилених циліндричних оболонок при виборі конструктивних і геометричних параметрів виробів у вигляді тонкостінних циліндричних оболонок на етапі проєктування та методики експериментального

дослідження впливу конструктивних факторів на вимушені коливання модельної циліндричної оболонки при обґрунтуванні геометричних параметрів циліндричних тонкостінних оболонок. ДІ «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля підтвердило використання зазначених вище методики відповідною довідкою

**Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації і їх достовірність і новизна.**

Обґрунтованість наведених в дисертації тверджень та висновків заснована на обранні перспективного напрямку вирішення сформульованої проблеми, а також комплексним підходом із застосуванням скінченно-елементного моделювання, експериментального дослідження та аналітичного розв'язку.

#### **Оцінка змісту дисертації.**

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 123 сторінки, в т. ч. 48 рисунків, 14 таблиць та список використаних літературних джерел із 127 найменувань.

**У вступі** проаналізовано сучасний стан розв'язуваної в роботі задачі, обґрунтовано актуальність теми дисертації, відзначено зв'язок роботи з науковими темами, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів дисертації на конференціях і семінарах та висвітлення їх у друкованих працях.

**У першому розділі** проаналізовані літературні дані стосовно навантаженості довгомірних тонкостінних оболонок під час транспортування наземним та водним транспортом, в т.ч. РН.

Проаналізовано існуючі методики експериментального дослідження, вимірювання та статистичної обробки прискорень, що виникають при транспортуванні РН на судні типу «Кондок-4».

Для забезпечення цілісності РН при транспортуванні повітряними суднами необхідно дослідити спектр навантаження при транспортуванні, форми і частоти

власних коливань аналітичним і числовим методом з урахуванням впливу геометричних розмірів, способу закріплення, а також підсилення оболонок.

У другому розділі проведено розрахунок впливів при транспортуванні літаком та оцінювання навантаженості елементів конструкції РН з використанням модального аналізу власних коливань.

Чисельне моделювання виконували в програмному комплексі ANSYS APDL, який базується на MSC. Для визначення частот і форм (мод) власних коливань конструкції використовували модальний аналіз.

У третьому розділі з використанням розробленої методики експериментально досліджено вплив конструктивних факторів на вимушені коливання модельної оболонки.

У четвертому розділі для повнорозмірної підсиленої циліндричної оболонки для великого числа мод, від дії навантажень при транспортуванні авіацією, визначено основні місця концентрації нормальних і дотичних напружень та їхні значення.

У висновках сформульовано основні наукові результати дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, за структурою, мовою і стилем відповідає вимогам МОН України, які ставляться до кандидатських дисертацій.

**Висновки про повноту опублікування основних положень дисертації, аналіз автореферату.**

Результати дисертаційної роботи опубліковано в 12 друкованих працях, з них 4 – статті у фахових наукових журналах і збірниках, 1 – стаття у виданнях внесених до науково-метричної бази Scopus, 7 – тез та праць у збірниках наукових конференцій. Основні наукові положення і висновки, що представлені в авторефераті та дисертації, ідентичні між собою. Автореферат повністю відображає актуальність роботи, зміст і суть одержаних наукових результатів, їх практичне значення, відокремлює особистий внесок здобувача та демонструє апробацію результатів. Запозичень та плагіату у дисертації немає.

**Проте, є низка зауважень по дисертації та автореферату, зокрема:**

1. Слід уточнити, з яких міркувань товщина оболонки в масштабній моделі залишається аналогічна повнорозмірній конструкції.
2. Вважаю, що варто було б вказати марку і модель літака для якого проводились розрахунки та яким передбачається транспортування циліндричної оболонки.
3. Вартувало б провести дослідження впливу на НДС розлянутих оболонок наявність тріщинно-дібних дефектів.
4. В дисертації та авторефераті автор часто вживає «чисельні методи» замість «числові методи».

Варто зазначити, що відмічені недоліки не знижують високого наукового рівня та практичної цінності результатів дисертаційного дослідження здобувача.

### **Загальні висновки**

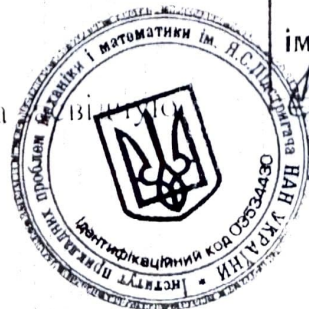
Загалом, дисертаційна робота Гудя Михайла Івановича на тему: «Оцінювання довговічності тонкостінних циліндричних оболонок при транспортуванні літаком», яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла, є завершеною науковою працею, в якій вирішено важливу наукову задачу з підвищення надійності довгомірних циліндричних оболонок при транспортуванні на основі виявлення основних закономірностей впливу на НДС і власні частоти модельної підсиленої оболонки та запропоновано методіку масштабування першої ступені РН у вигляді підсиленої циліндричної оболонки та методіку експериментальних досліджень впливу частоти та амплітуди навантаження на вимушені коливання підсиленої стрингерами циліндричної оболонки.

Робота відповідає паспорту вказаної спеціальності, а також чинним вимогам до кандидатських дисертацій, а здобувач заслуговує приєднання йому наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент:  
кандидат ф.-м. наук, науковий співробітник  
Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України,  
науковий співробітник відділу термомеханіки.

 Т. М. Ніколишина

Підпис Т. М. Ніколишина



Підпис *Т. М. Ніколишина*  
засвідчую  
Вчений секретар ІАПММ  
ім. Я.С. Підстригача НАНУ  
*О.З. Кравченко*