

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0421U102520

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 30-05-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гудь Михайло Іванович

2. Hud Mykhailo Ivanovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 01.02.04

Назва наукової спеціальності: Механіка деформівного твердого тіла

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 07-05-2021

Спеціальність за освітою: Промислове і цивільне будівництво

Місце роботи здобувача: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, буд. 56, м. Тернопіль, Тернопільський р-н., Тернопільська обл., 46001, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 58.052.01

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, буд. 56, м. Тернопіль, Тернопільський р-н., Тернопільська обл., 46001, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, буд. 56, м. Тернопіль, Тернопільський р-н., Тернопільська обл., 46001, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 30.19.17, 30.19.51

Тема дисертації:

1. ОЦІНЮВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТОНКОСТІННИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ЛІТАКОМ

2. Evaluation of the durability of thin-walled cylindrical shells during transportation by air

Реферат:

1. У першому розділі проаналізовано літературні дані стосовно оцінки навантаженості довгомірних тонкостінних оболонок під-час транспортування наземним та водним транспортом. Проаналізовано існуючі методики експериментального дослідження прискорень, вимірювання та статистичної обробки. Для забезпечення цілісності РН при транспортуванні повітряними суднами необхідно дослідити спектр навантажень при транспортуванні, форми і частоти власних коливань аналітичним і числовим методами з урахуванням впливу геометричних розмірів, способу закріплення, а також підсилення оболонок. Визначено критерії допустимої втомної довговічності елементів конструкції РН. Визначено поріг напружень для

алюмінієвого сплаву Д16АТ У другому розділі розроблено скінченно елементу модель першої ступені РН у вигляді підсиленої та гладкої циліндричних оболонок. З використанням модального аналізу методом скінченних елементів (МСЕ) досліджено власні частоти та форми коливань гладкої оболонки – моделі першої ступені ракети-носія. Визначено вплив наявності підсилюючих елементів(стрингерів) на власні частоти циліндричної оболонки. Виявлено характер зміни частот власних коливань підсиленої оболонки в залежності від типу закріплення та зміни площі підсилюючих елементів. Розроблено оригінальну методику переходу від повнорозмірної оболонки першої ступені РН до її модельної оболонки. За результатами модального аналізу отримані значення власних частот циліндричної підсиленої стрингерами тонкостінної модельної конструкції першої ступені ракети носія. Для зменшення значень частот власних коливань моделі до частот повнорозмірної оболонки запропоновано використовувати поліуретановий наповнювач із наступними фізико-механічними властивостями $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3$, $E = 1,6 \text{ МПа}$. Розроблено математичну модель циліндричної тонкостінної гладкої оболонки, на основі якої визначено частоти власних коливань непідсиленої циліндричної оболонки. Показано добру узгодженість результатів аналітичного і чисельного розрахунків власних частот коливань оболонки. У третьому розділі розроблено методологію експериментальних досліджень вимушених коливань підсиленої стрингерами циліндричної оболонки на базі сервогидравлічної випробувальної машини СТМ-100. На основі застосування афінної подібності спроектовано і виготовлено експериментальну модель першої ступені РН у вигляді підсиленої стрингерами та шпангоутами оболонки, а також платформу для її кріплення і систему зчитування параметрів коливань при випробуванні на базі серво-гидравлічної випробувальної машини СТМ-100. Експериментальним шляхом досліджено параметри та амплітуду вимушених коливань підсиленої модельної оболонки з наповнювачем та без нього. На основі отриманих експериментальних даних визначені граничні напруження підсиленої масштабної оболонки з наповнювачем. З використанням кривої втоми для сплаву Д16АТ визначену кількість циклів до руйнування в залежності від частоти вимушених коливань наповненої підсиленої модельної оболонки при сталоамплітудному зовнішньому навантаженні. У четвертому розділі для повнорозмірної підсиленої циліндричної тонкостінної оболонки з використанням програмного комплексу ANSYS досліджено вплив власних коливань на НДС матеріалу оболонки. Встановлено, що характер зміни напружень є криволінійним та обернено пропорційним до частоти власних коливань підсиленої циліндричної оболонки. Проте, на відміну від величини нормальних напружень σ_x , визначенні значення дотичних напружень σ_{xy} перевищують границю текучості матеріалу Д16АТ. Виявлено, що місцями концентрацій напружень σ_x , σ_y , σ_z є вершини поперечних та поздовжніх хвиль. Місцями концентрації дотичних напружень σ_{xy} , σ_{xz} є місця зміни напрямку переміщень хвиль, на відміну від напружень σ_{xz} . Визначено максимальні значення напружень в тонкостінній підсиленій циліндричній оболонці при дії власних коливань. Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що: розроблено методику масштабування і обґрунтовано геометричні і фізичні параметри моделі першої ступені РН у вигляді підсиленої циліндричної оболонки; МСЕ досліджені власні частоти циліндричної, підсиленої стрингерами тонкостінної модельної конструкції першої ступені ракети носія; 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.

2. The first section analyzes the literature data on the assessment of the load of long thin-walled shells during transportation by land and water transport. The existing methods of experimental research of accelerations, measurements and statistical processing are analyzed. It is established that to ensure the integrity of the LV during transportation by aircraft, it is necessary to investigate the range of loads during transportation, the shape and frequency of natural oscillations by analytical and numerical methods, taking into account the influence of geometric dimensions, fastening method and shell strengthening. Criteria of admissible fatigue durability of elements of a design of LV are defined. The stress threshold for the D16AT aluminum alloy is determined In the

second section, a finite element model of the first stage of launch vehicle (LV) in the form of reinforced and smooth cylindrical shells is developed. Using the modal analysis of the FEM, the natural frequencies and forms of oscillations of the smooth shell - the model of the first stage of the launch vehicle - were studied. The influence of the presence of amplifying elements (stringers) on the natural frequencies of the cylindrical shell is determined. The nature of the change in the frequencies of the natural oscillations of the reinforced shell depending on the type of fastening and the change in the area of the reinforcing elements is revealed. An original method of transition from a full-size shell of the first stage of LV to a model shell of the first stage of LV has been developed. According to the results of the modal analysis, the natural frequency values of the cylindrical stringer-reinforced thin-walled model structure of the first stage of the launch vehicle are obtained. It is found that the natural frequencies of the model structure exceed by several orders of magnitude the values of the natural oscillations taken as the basis of the first stage of the LV. In the third section the methodology of experimental researches of the forced oscillations of the stringer-reinforced cylindrical shell on the basis of the STM-100 servohydraulic test machine is developed. Based on the application of affinity similarity, an experimental model of the first stage of LV in the form of a shell reinforced with stringers and frames, as well as a platform for its attachment and a system for reading oscillation parameters when tested on the basis of servo-hydraulic test machine STM-100. The parameters and amplitude of forced oscillations of the reinforced model shell with and without filler were investigated experimentally. Based on the obtained experimental data, the ultimate stresses of the reinforced scale shell with filler are determined. Using the fatigue curve for the D16AT alloy, the number of cycles to failure is determined depending on the frequency of forced oscillations of the filled reinforced model shell at a constant amplitude external load. In the fourth section, for the full-size reinforced cylindrical thin-walled shell using the ANSYS software package, the influence of natural oscillations on the SSS of the shell material is investigated. It was found that the nature of the stress change is curvilinear and inversely proportional to the natural frequency of the reinforced cylindrical shell. However, in contrast to the value of normal stresses σ_y , the values of the tangential stresses σ_{xy} exceed the yield strength of the material D16AT. It is found that the places of stress concentrations σ_x , σ_y , σ_z are the vertices of transverse and longitudinal waves. The places of concentration of tangential stresses σ_{xy} , σ_{xz} are the places of change of the direction of displacements. The maximum values of stresses in a thin-walled reinforced cylindrical shell under the action of natural oscillations are determined. The scientific novelty of the obtained results is that: the method of scaling is developed and the geometric and physical parameters of the model of the first stage of LV in the form of a reinforced cylindrical shell are substantiated; The natural frequencies of the cylindrical, stringer-reinforced thin-walled model structure of the first stage of the launch vehicle were studied; a mathematical model of a cylindrical thin-walled smooth shell has been developed, on the basis of which the natural oscillation frequencies of an unreinforced cylindrical shell have been determined; the method of computer modeling was further developed and the main regularities of the flow of frequencies and amplitudes of natural oscillations on the stress-strain state of the reinforced cylindrical shell for a large number of modes were revealed; the technique of experimental researches of influence of frequency and amplitude of loading on the forced fluctuations of the cylindrical shell strengthened by stringers is developed.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ясній Петро Володимирович
2. Yasniy Petro Volodymyrovych

Кваліфікація: д. т. н., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Силованюк Віктор Петрович
2. Sylovanyuk Viktor Petrovich

Кваліфікація: д.т.н., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

