**Каіров Олексій Сергійович. Несуча здатність конструктивно неоднорідних оболонок при динамічному навантаженні: дис... д-ра техн. наук: 05.23.17 / Київський національний ун-т будівництва і архітектури. - К., 2004.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Каiров О.С. Несуча здатність конструктивно неоднорiдних оболонок при динамічному навантаженні.– Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технiчних наук за спецiальнiстю 05.23.17 – будівельна механiка. – Київський нацiональний унiверситет будiвництва i архiтектури, Київ, 2004.  Дисертація присвячена розв’язанню комплексної наукової проблеми під-вищення несучої здатності оболонкових конструкцій, пов’язаної з теоретичним та експериментальним дослiдженням нестаціонарної динамічної поведінки та власних коливань тонких пружних оболонок обертання з конструктивними неоднорідностями у виглядi пiдкрiплюючих ребер, отворiв, багатошарового ортотропного матерiалу, пружних зв’язків i приєднаних твердих тiл.  Наведені постановка та обгрунтування динамічних задач теорії дискретно підкріплених оболонок на основi геометрично нелінійної типу С.П.Тимошенка і класичної теорій. Розвинуті і теоретично обгрунтовані ефективні чисельні методи для розв’язання розглянутих в дисертації задач.  Розв’язані нові задачi динамічної поведінки при нестаціонарних наван-таженнях та власних коливань дискретно неоднорідних пружних оболонкових систем. Одержані результати кількісного та якісного характеру для оболонок з дискретними неоднорiдностями, що характеризують особливості динамічної поведінки при iмпульсному навантаженнi і власних коливань. Досліджено вплив недосконалостей форми оболонок на динамічну стійкість і напружено-деформований стан. Розглянуто задачi оптимізації динамічно навантажених неоднорідних оболонкових конструкцій. Експериментально підтверджена адекватність розроблених математичних моделей.  **Ключовi слова:** теорія оболонок, коливання, несуча здатнiсть, неста-ціонарні навантаження, напружено-деформований стан, математичне моде-лювання, розрахунковi методики, оптимiзацiя, чисельні методи, конструктивнi параметри. | |
| |  | | --- | | До числа найбільш важливих результатів, які одержані автором, вiдно-сяться наступні:  1. Виконано постановку нового класу двомірних динамічних задач неста-ціонарного поводження неоднорідних пружних оболонок обертання з дис-кретним поздовжньо-поперечним підкріпленням ребрами при імпульсному навантаженні з урахуванням поперечних деформацій зсуву і початкових недосконалостей на основі геометрично нелінійної теорії типу С.П.Тимо-шенка. Розроблено уточнену математичну модель нестаціонарних динамічних процесів у дискретно підкріплених оболонках, яка є гіперболічною нелінійною системою диференціальних рівнянь у частинних похідних. Сформульовано критерій динамічної стійкості оболонок при імпульсних навантаженнях.  Зазначене в цілому вирішує важливу наукову проблему будівельної механіки в напрямку підвищення несучої здатності складних оболонкових конструкцій та отримання нових результатів в галузі дискретно підкріплених оболонок, що має велике наукове і практичне значення.  2. Виконано постановку задач власних коливань конструктивно неодно-рідних дискретно підкріплених оболонок обертання на основі класичної теорії. Побудовано нові уточнені математичні моделі, що дозволяють адекватно описувати динамічне поводження складних оболонкових конструкцій та одер-жувати вібродинамічні характеристики для широкого класу оболонок з локаль-ними конструктивними особливостями та урахуванням ортотропії матеріалу.  3. Одержали подальший розвиток ефективні чисельні методи розв’язання поставлених задач нестаціонарного поводження і дослідження несучої здат-ності тонкостінних оболонок з конструктивними особливостями та початко-вими недосконалостями форми при імпульсному навантаженні.  На цій основі створено універсальні розрахункові методики, обчислю-вальні алгоритми і програми для ЕОМ з використанням інтегро-інтерполяційного методу побудови явних скінченно-різницевих схем з ураху-ванням розривних коефіцієнтів, які дозволяють одержувати розв’язки нових класів досліджуваних нестаціонарних динамічних задач механіки оболонок і конкретні чисельні результати. Розроблений алгоритм розвинутий для розв’язання динамічних задач теорії дискретно підкріплених оболонок з початковими недосконалостями. Виконано теоретичне дослідження стійкості різницевих схем. Проведено чисельне дослідження збіжності отриманих розв’язків і адекватності математичних моделей, а також зіставлення чисель-них результатів з відомими рішеннями та експериментальними даними.  4. В межах єдиного підходу побудовано універсальні обчислювальні алго-ритми з використанням варіаційного методу Рітца для розрахунку основних характеристик вільних коливань конструктивно неоднорідних підкріплених  29  оболонок, що дозволило поширити застосування останнього та одержати нові чисельні результати для широкого класу оболонок і різних граничних умов, які добре узгоджуються з експериментальними даними. Виконано дослідження практичної збіжності розв’язків усіх задач.  5. За допомогою розроблених алгоритмів досліджено основні класи розгля-даємих динамічних задач при імпульсному навантаженні та отримано нові чисельні розв’язки. Виконано аналіз отриманих результатів і виявлено нові залежності, закономірності і фізико-механічні ефекти, що обумовлені неоднорідностями конструкцій, для різних граничних умов у широкому діапазоні зміни геометричних, фізико-механічних і амплітудно-частотних параметрів з урахуванням початкових прогинів. Розглянуто розв’язання ряду конкретних задач динамічного поводження для дискретно підкріплених цилін-дричних оболонок з початковими прогинами при нестаціонарних наванта-женнях. Досліджено вплив ребер на НДС оболонок при нормально розподі-леному радіальному і поздовжньому імпульсному навантаженнях. Аналіз чисельних результатів показав, що використання критерію втрати стійкості з умови початку різкого зростання прогину, який відповідно до розрахунків має найбільший темп росту, приводить до якісно інших результатів у порівнянні з застосуванням критерію виникнення пластичних деформацій.  6. Досліджено вплив структури, різних варіантів армування і фізико-механічних властивостей конструкційних композиційних матеріалів, локаль-них конструктивних неоднорідностей (наявність отворів, пружних зв’язків, пружно або жорстко приєднаних твердих тіл, змінність товщини, підкріп-люючих ребер) на власні частоти і форми коливань одно- та багатошарових оболонок для різних видів граничних умов. Аналіз результатів дозволив виявити нові динамічні ефекти, що мають важливе практичне значення.  7. Створено узагальнену математичну модель, методику і програму роз-рахунку оптимальних геометричних параметрів оболонкових систем при забезпеченні заданих динамічних характеристик і мінімальної матеріалоємно-сті конструкцій для різних варіантів граничних умов з урахуванням конструк-тивних особливостей. Уперше чисельно розглянуті задачі багатофакторної оптимізації циліндричних оболонок з отворами і приєднаними твердими тілами, підкріплених однією і двома регулярними системами ребер при обмеженні на власні частоти коливань.  Пошуковий алгоритм розрахунку оптимуму розроблений на основі кла-сичної теорії оболонок, методу штрафних функцій у поєднанні з чисельним методом Хука і Дживса, що дало змогу виконувати проектування складних конструкцій.  8. Розроблено методику експериментального дослідження методом голо-графічної інтерферометрії амплітудно-частотних характеристик резонансних  30  коливань і НДС оболонок з локальними неоднорідностями на вібростенді, який складається з вібровимірювального та оптичного обладнання, спеціально спроектованих універсальних фіксуючих блоків і затискних пристроїв, що дозволяють підвищити точність отриманих результатів і розширити клас досліджуваних задач і граничних умов.  9. Отримано експериментальні результати, що дозволили виявити ряд нових явищ, пов’язаних із власними коливаннями оболонкової системи, і характеризують вплив конструктивних неоднорідностей, у тому числі отворів, підкріплюючих ребер, пружних зв’язків і приєднаних твердих тіл, а також граничних умов, на амплітудно-частотні характеристики і НДС. Експери-ментально підтверджена адекватність запропонованих математичних моделей власних коливань оболонок.  10. Розроблено рекомендації з поліпшення основних вібродинамічних ха-рактеристик конструктивно неоднорідних оболонкових систем з урахуванням конструктивних особливостей, що дозволяють підвищити їхню несучу здат-ність, надійність і довговічність. Обґрунтовано необхідність урахування конст-руктивних особливостей при розрахунку коливань і динамічного поводження тонкостінних пружних оболонок з локальними неоднорідностями.  Отримані автором і наведені в дисертації результати є суттєвим науковим внеском у розвиток будівельної механіки і теоретичною основою інженерних розрахунків оболонкових елементів будівельних конструкцій.  11. Розроблені математичні моделі, методики і пакети прикладних розра-хункових програм впроваджені на ряді провідних підприємств машино-будування і суднобудування України при проектуванні, доведенні і монтажі оболонкових конструкцій газотурбінних двигунів, спеціальних суднових конструкцій та обладнання, що дозволило підвищити якість їхнього проек-тування, виключити необхідність у проведенні багатокоштовних пошукових експериментальних досліджень і скоротити витрати на виконання конст-рукторських та випробувально-довiдних робiт. | |