

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ МАЛОГАБАРИТНОГО НАВАНТАЖУВАЧА З УРАХУВАННЯМ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Розглядається питання комп'ютерного моделювання робочого обладнання навантажувача з метою вдосконалення конструкції. Результатом роботи є тривимірна модель нової стріли навантажувача. Розрахунки металоконструкції виконано за класичною методикою та за допомогою програми Nastran. Проведено порівняльний аналіз одержаних результатів для різноманітних конструкцій стріл.

Ключові слова: *метод кінцевих елементів, Nastran, максимальне навантаження, універсальність методу, візуалізація.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. Галузь використання навантажувача на базі трактора класу 6 кН досить широка: на малих будівельних майданчиках, при незначних об'ємах робіт з розроблення, копання і переміщення сипких ґрунтів. Малогабаритні навантажувачі можуть застосовуватися в малих господарствах, фермах, у дорожньому будівництві.

Характерною рисою таких машин є їх мобільність, що дозволяє значно збільшити їх експлуатаційну продуктивність, зменшити час перебазування.

У статті розглянуто основні конструктивні показники, головні технічні параметри малогабаритної машини, виконано розрахунок робочого обладнання навантажувача, всі основні розрахунки, необхідні для проектування цієї машини.

У праці для аналізу робочого обладнання запропоновано нову конструкцію стріли навантажувача. Виконано статичний і динамічний розрахунки методом кінцевих елементів, проведено порівняльний аналіз одержаних результатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми та на які спирається автор. Основи комп'ютерного моделювання за допомогою Solidworks та Mechanical Desktop викладено в роботі [1-3], сучасні тенденції проектування та основні напрями розвитку БДМ – у роботі [4].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою цієї праці є вдосконалення конструкції робочого обладнання малогабаритного навантажувача за рахунок розроблення комп'ютерної моделі та її аналізу з

метою поліпшення кінематичних характеристик і зниження матеріалоемності машини.

До задач належать: 1) огляд методів динамічного моделювання БДМ; 2) розроблення динамічної моделі стріли в Nastran; 3) розрахунки на міцність за класичними методиками; 4) аналіз динамічної навантаженості робочого устаткування малогабаритного навантажувача 5) опрацювання методики проектування динамічних моделей робочого обладнання в Nastran.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Моделювання робочого обладнання малогабаритного навантажувача

Усі пакети програм різних фірм можна розділити на дві основні групи.

Перша група – програми кінцево-елементного аналізу, вбудовувані на рівні меню у відомі пакети САПР, мають у розпорядженні необхідний інструментарій для швидкого розрахунку (експрес-аналіз) елементів або складальних одиниць безпосередньо в середовищі їх розроблення. При цьому реалізують алгоритми автоматизованого розбиття конструкції на кінцеві елементи, інтуїтивно зрозумілі схеми призначення граничних умов і навантажень. Програми цієї групи мають обмежений набір можливостей для створення і розрахунку моделей з ускладненими властивостями за функціональними схемами, граничними умовами, навантаженнями, геометричними особливостями тощо.

Друга група – це програми, орієнтовані в першу чергу на підготовку повноцінної кінцево-елементної моделі з максимальними можливостями моделювання, облік особливостей геометричного, силового характеру і виконання різних видів розрахунків.

Для розробленої або імпортованої з будь-якої САПР-програми моделі MSC/N4W дозволяють виконувати лінійний і нелінійний міцнісний аналізи при статичному навантаженні, визначати власні форми коливань, проводити динамічний та частотний, у тому числі при випадковому характері навантажень, здійснювати розрахунок на загальну й місцеву пружну стійкість, оптимізувати параметри конструкції при заданій системі обмежень.

При моделюванні робочого обладнання для зменшення часу створення нової моделі стріли й автоматизації роботи зі створення креслень використовували Solid Works (рис. 1).

При вдосконаленні металоконструкцій, схильних до змінних навантажень, прагнуть зменшити коефіцієнт динамічності. В більшості випадків для цього необхідно збільшити власну частоту коливань металоконструкції, що знизить можливість появи резонансів у металоконструкції.

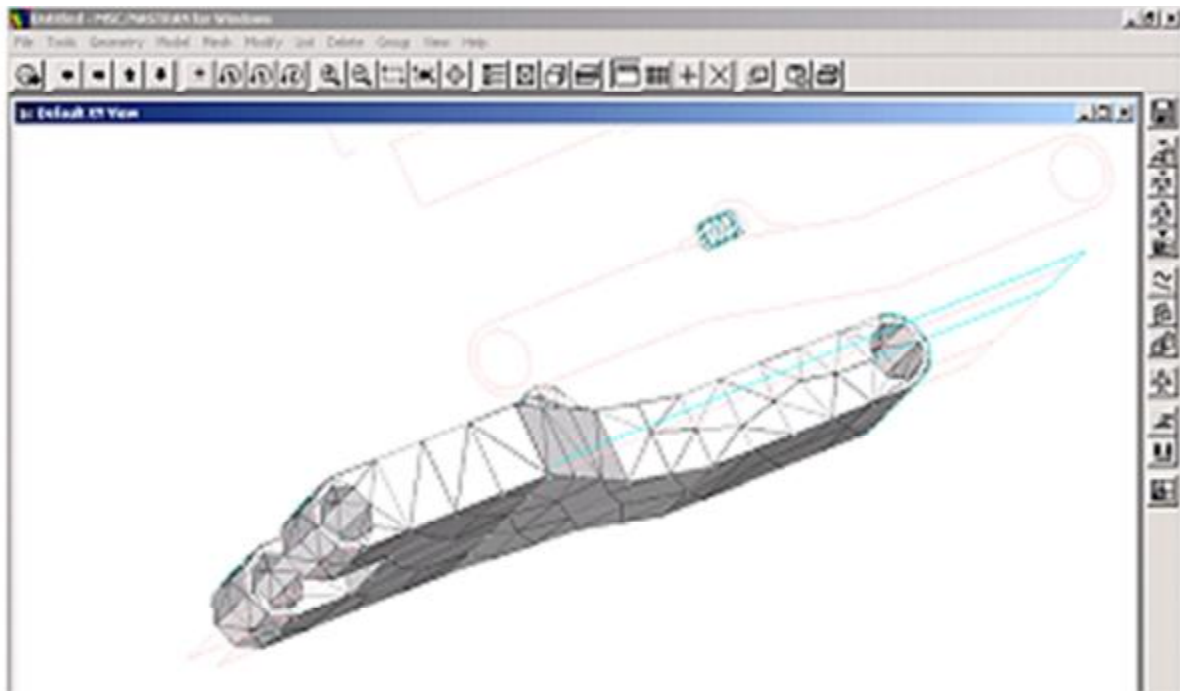


Рис. 1. Розбиття на кінцеві елементи

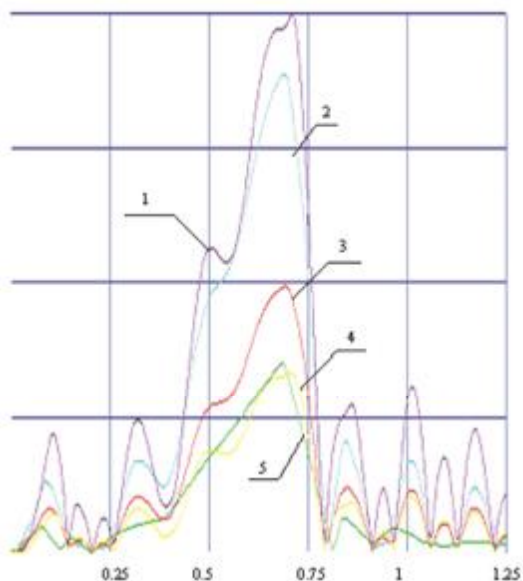
Перед виконанням динамічного розрахунку проведено розрахунок на власні коливання металоконструкції. В результаті розрахунку власна частота коливань нової металоконструкції виявилася вищою, ніж попередньої. Це свідчить про більшу жорсткість металоконструкції. Оскільки частота коливань і зовнішньої сили, діючої на робоче устаткування навантажувача має невелике значення, природно, що зменшення динамічних навантажень у цьому випадкові прямо пропорційне збільшенню власних частот коливань.

У цілому при аналізі одержаних графіків навантажень можна зробити висновок про те, що коливання в новій металоконструкції затухають швидше і практично непомітна поява великих амплітуд коливань.

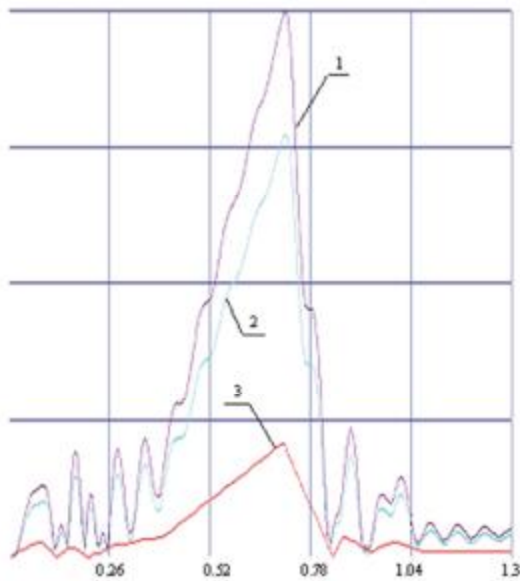
При аналізі процесу впровадження в штабель матеріалу чітко видна різниця амплітуд, виникаючих у цих металоконструкціях (коефіцієнт динамічності 1,06 у порівнянні з попереднім 1,18) (рис.2).

При аналізі решти видів навантаження одержано аналогічні результати. В цілому при всіх режимах навантаження спостерігається зниження коефіцієнта динамічності (рис. 3).

Оскільки основними засобами вдосконалення металоконструкцій з метою зменшення динамічних навантажень є збільшення частоти власних коливань, то можна зробити висновок про доцільність другого виконання металоконструкції.

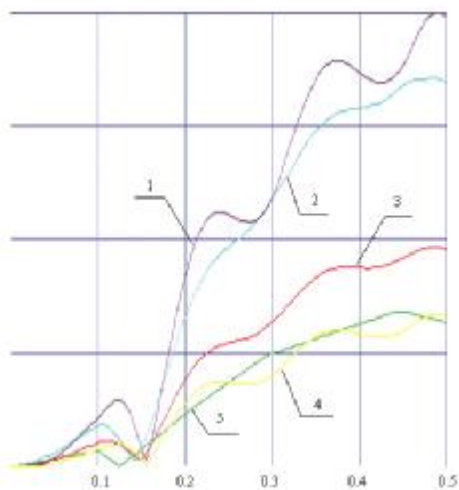


- 1 – кріплення стріли до гідроциліндра;
- 2 – шарнірне з'єднання стріли;
- 3 – накладка;
- 4 – стик швелера і стріли;
- 5 – кріплення ковша до стріли

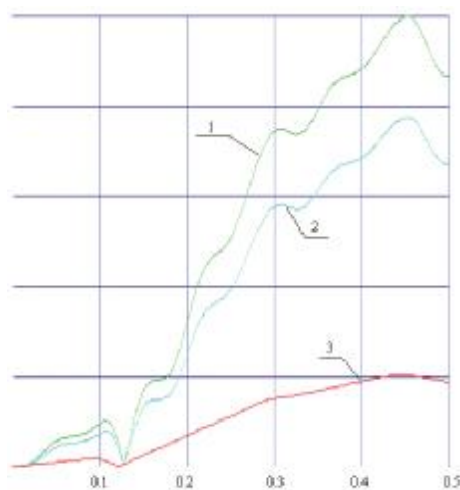


- 1 – кріплення стріли до гідроциліндра;
- 2 – шарнірне з'єднання стріли;
- 5 – кріплення ковша до стріли

Рис. 2. Аналіз навантаженості двох конструкцій робочого обладнання в режимі набору матеріалу



- 1 – кріплення стріли до гідроциліндра;
- 2 – шарнірне з'єднання стріли;
- 3 – накладка;
- 4 – стик швелера і стріли;
- 5 – кріплення ковша до стріли



- 1 – кріплення стріли до гідроциліндра;
- 2 – шарнірне з'єднання стріли;
- 3 – кріплення ковша до стріли

Рис. 3. Аналіз навантажень робочого устаткування при різкому гальмуванні та кидку педалі зчеплення

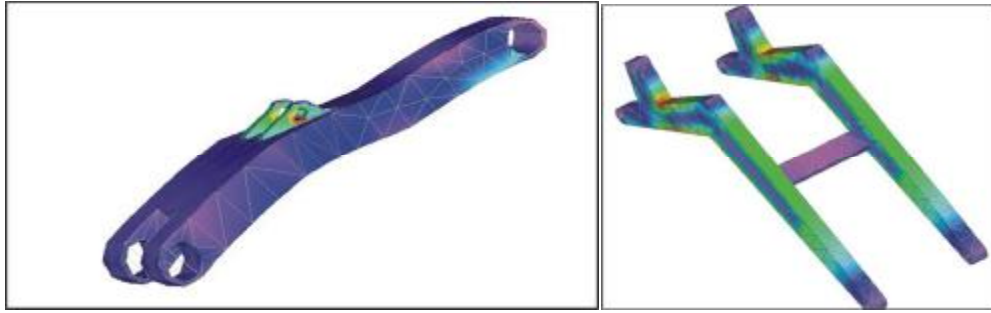


Рис. 4. Результати розрахунків конструкцій стріл у NASTRAN

У роботі запропоновано використовувати таку методику проектування робочого обладнання за допомогою комп'ютерного моделювання (рис. 5):

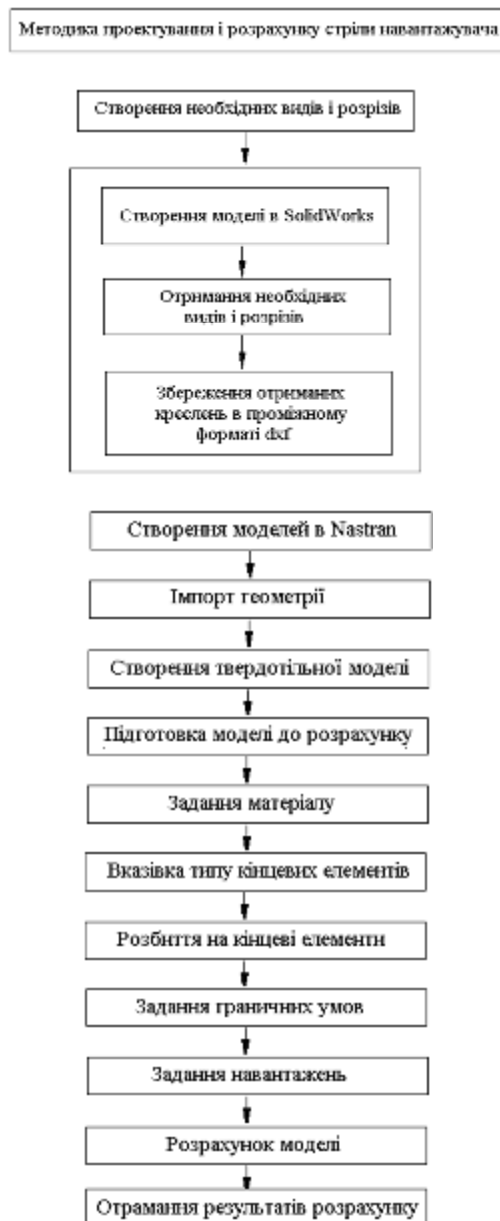


Рис. 5. Методика проектування робочого обладнання в NASTRAN

Висновки з цього дослідження

1. При порівняльному аналізі обох металоконструкцій (рис. 4) при операції впровадження в штабель матеріалу можна зробити висновок про меншу навантаженість нової стріли як за статичними, так і за динамічними навантаженнями. На попередній стрілі навантажувача коливання мають велику амплітуду, що свідчить про значні динамічні навантаження, коефіцієнти динамічності відповідно дорівнюють 1,19 і 1,07.

2. В запропонованій конструкції режим навантаження викликає незначні статичні напруги, що свідчить про рівномірність конструкції. Максимальні напруги відповідно дорівнюють 55 МПа (80 МПа в попередній металоконструкції).

3. При порівняльному аналізі графіків зміни напруги при операції копання (рис. 2) у попередній металоконструкції амплітуда коливань значно вища.

4. При порівняльному аналізі графіків зміни навантаження при подоланні перешкоди прямокутної форми амплітуда коливань у попередньої металоконструкції значно вища в порівнянні з новою. Таке зростання амплітуд можна пояснити тим, що частота навантаження близька до резонансної.

5. Аналіз навантажень робочого устаткування нової стріли при різкому гальмуванні й кидку педалі зчеплення (рис.3) і його порівняння з аналогічним графіком металоконструкції попередньої стріли дозволяє зробити висновок про меншу динамічну навантаженість елементів попередньої.

Література

1. Крег Стінчкомб *Mechanical Desktop 6: короткий візуальний курс*. – Київ: Видавничий будинок Вільямс, 2003.
2. Е.М. Кудрявцев. *Mechanical Desktop Power Pack. Основи роботи в системі*. – М.: ДМК Прес, 2001. – 544с. (серія "Проектування")
3. Алямовский А.А. *SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике* / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.
4. Хмара Л.А. *Анализ тенденций и перспектив развития подъёмно-транспортных, дорожно-строительных и землеройных машин* : Зб.науч.тр. –Днепропетровск. – 1998. –Вып.4. – С.5-8

Надійшла до редакції 20.11.2012

© І. Г. Кириченко, О. В. Єфименко

УДК 681.5.015:658.786

*И. Г. Кириченко, д.т.н., проф.,
О. В. Ефименко, к.т.н., доц.*

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ МАЛОГАБАРИТНОГО ПОГРУЗЧИКА С УЧЁТОМ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Рассматривается вопрос компьютерного моделирования рабочего оборудования погрузчика с целью усовершенствования его конструкции. Результатом работы является трехмерная модель новой стрелы погрузчика. Расчёт металлоконструкции выполнен по классической методике и с помощью программы Nastran. Выполнен сравнительный анализ полученных результатов для разнообразных конструкций стрел.

Ключевые слова: *метод конечных элементов, Nastran, максимальная нагрузка, универсальность метода, визуализация.*

UDC 681.5.015:658.786

*I. G. Kirichenko, Doctor of Technical Sciences, Professor,
O. V. Yefimenko, Ph. D., Associate Professor
Kharkiv National Automobile and Highway University*

MODERNIZATION OF SMALL-SIZED CONSTRUCTION LOADER WITH REGARD DYNAMIC PROCESSES

The question of computer modeling work equipment truck to improve its design is considered. The result of a work is a three-dimensional model of a new boom truck. The calculation is made by metal and classical method using Nastran.

Keywords: *finite element method, Nastran, maximum load, the versatility of the method, visualization.*