

УДК 631.348.45: 519.876.5

М.Я. Сташків, канд. техн. наук, доц.; М.І. Підгурський, докт.техн.наук., проф.;

І.М. Підгурський, канд. техн. наук, доц.; І.М. Борис, асп.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОДАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ШТАНГИ ШИРОКОЗАХВАТНОГО ПОЛЬОВОГО ОБРПРИСКУВАЧА

M. Stashkiv, Ph.D, Assoc. Prof.; M. Pidgurskyi, Dr. Prof.;

I. Pidgurskyi, Ph.D, Assoc. Prof.; I. Borys

MODAL ANALYSIS OF THE WIDECAPTURE FIELD SPRAYER BOOM

Концептуальною основою комплексного аналізу складних несучих конструкцій є дослідження їхньої міцності, надійності та довговічності при експлуатаційних навантаженнях. Основною проблемою такого комплексного аналізу є якнайповніше відображення у дослідженні властивостей реальної конструкції, моделювання параметрів її статичної поведінки, врахування особливостей формування та зміни напружено-деформованого стану (НДС) у динамічній постановці задачі.

Початковим етапом розв'язку такої динамічної задачі є аналіз власних коливань системи. У загальному випадку функцію коливань системи в часі можна розкласти на ряди, кожен з яких характеризується своєю формою та частотою коливань. Такий вид аналізу називають модальним. Основна задача модального аналізу при проектуванні конструкцій – виключення явища резонансу.

Мода (у фізиці) – вид коливань, що збуджуються в складних коливальних системах. Мода характеризується просторовою конфігурацією коливної системи (формою), яка визначається положенням її вузлових точок (ліній або поверхонь), а також власною частотою, притаманною для конкретної форми коливань. Ці власні характеристики не залежать від зовнішніх впливів та визначаються виключно жорсткісними (погонні жорсткості) та масовими (вага мас) характеристиками системи. Розрахунок при цьому здійснюється за абстрактними одиничними інерційними силами, що діють у напрямку кожного з можливих динамічних ступенів свободи системи.

Дослідження стійкості коливань багатомодових структур – нетривіальне завдання динаміки, яке може вирішуватись глобально або локально.

Кожне з цих рішень має як переваги, так і недоліки. Очевидною перевагою глобального рішення є можливість передбачення поведінки системи за будь-яких початкових умов. Але у той же час, реалізація глобального рішення є надзвичайно праце- та наукомістким процесом.

Побудова локального розв'язку набагато простіша, бо він не вимагає глибокого розуміння фізики процесів, що протікають в системі. Але локальний розв'язок є неповним і коректним тільки для заданих початкових умов. Хоча цього, у більшості випадків, достатньо для вирішення науково - інженерних задач.

Ефективним інструментом пошуку локальних рішень є імітаційне моделювання. Імітаційне моделювання не описує фізику процесів, що проходять у системі. Сама ж система представляється як сукупність пов'язаних пружно - в'язких елементів (механічна модель).

Математичною основою імітаційної моделі є система диференціальних рівнянь руху. Застосування чисельних методів на вирішення вихідних диференціальних рівнянь дозволяє отримати числові значення координат у заданий час. Раніше застосування імітаційного моделювання було утруднено у зв'язку із трудомісткістю чисельного розв'язання диференціальних рівнянь. З поширенням програмної реалізації чисельних методів, а також завдяки впровадженню паралельних обчислень, імітаційне

моделювання набуло значного застосування у інженерній практиці.

У даній роботі проведено імітаційне моделювання штанги широкозахватного польового обприскувача. Загальний вигляд конструкції штанги широкозахватного польового обприскувача довжиною 13 м показано на рис. 1.

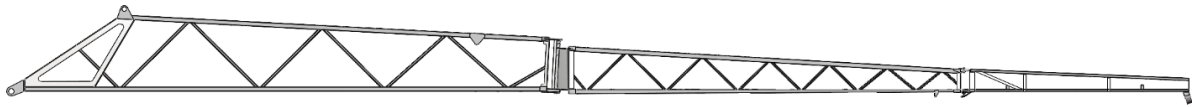


Рис. 1 – Загальний вигляд штанги широкозахватного польового обприскувача

Проведено попередній статичний розрахунок НДС штанги польового обприскувача під дією сили власної ваги. Розрахунок проводили методом скінчених елементів. Конструкцію штанги розбивали на сітку кінцевих елементів розміром 5мм.

Ізограма розподілу середніх напружень за Мізесом та характер деформації штанги відображено на рис. 2.

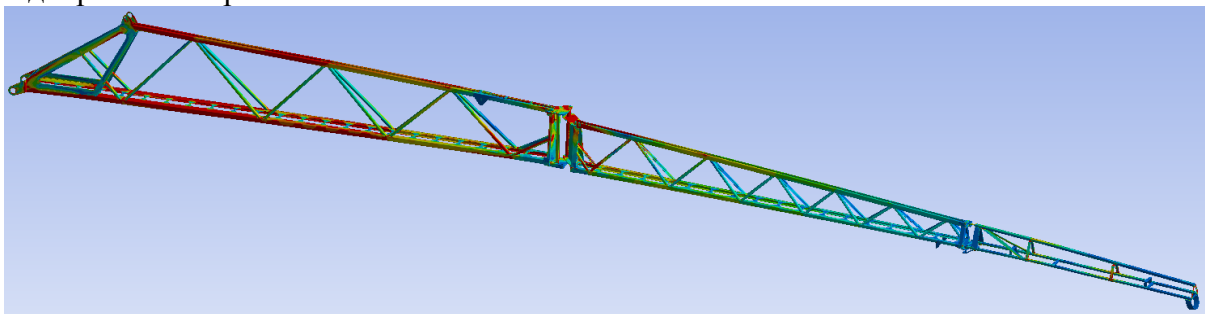


Рис. 2 – Ізограма напружень штанги широкозахватного польового обприскувача

За результатами статичного розрахунку НДС штанги широкозахватного польового обприскувача під дією власної ваги, встановлено, що максимальні напруження величиною приблизно 36 МПа виникають у місці кріплення внутрішньої та середньої секції штанги (рис. 3).

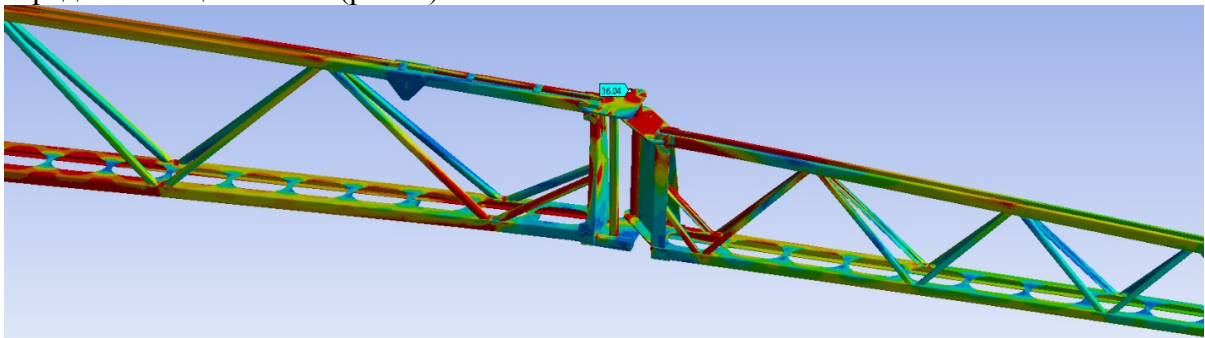


Рис. 3 – Місце знаходження максимальних напружень при статичному розрахунку

Проведено модальний аналіз штанги широкозахватного польового обприскувача з обмеженням у 10 мод. За результатами модального аналізу штанги широкозахватного польового обприскувача встановлено одну характеристичну моду з частотою 1,85 Гц з формою деформації, якій відповідає поворот відносно вертикальної осі кріплення штанги (переміщення штанги здійснюються, відповідно, у горизонтальній площині).

Модальний аналіз є основою для проведення інших видів динамічного аналізу, таких, як аналіз перехідних процесів (наприклад, при ударному навантаженні), гармонічний і спектральний аналіз, тощо. Результати таких розрахунків на зовнішні впливи розкладаються за тими ж власними формами коливань, отриманими при модальному аналізі.