

УДК 670.191.33

Рибак Т., д.т.н., проф.; Паламарчук П., к.т.н.; Бортник І.М.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ШТАНГИ ОБПРИСКУВАЧА ШИРОКОЇ РОЗГОРТКИ

Rybak T., Dr., Prof.; Palamarchuk P., Ph.D.; Bortnyk Ig.

### STUDY OF A STRAINED-DEFORMED STATE OF SPRAYER BARBELL

Аналіз публікацій з дослідження штанг обприскувачів широкої розгортки, показує, що вони спрямовані, в основному, на математичне чи імітаційне моделювання коливних процесів з переходом до дослідження напружено-деформівного стану (НДС) штанг широкої розгортки [1], у котрих застосовуються існуючі чи спеціально сконструйовані додаткові динамічні елементи та використовуються інноваційні матеріали. Інформація ж про експериментальні дослідження НДС штанг широкої розгортки практично відсутня, хоча такі данні є основою для проектування машин для хімічного захисту рослин [2].

Мета роботи – запропонувати методику дослідження напружено – деформівного стану елементів штанги обприскувача широкої розгортки за наступними напрямками

1. Розвиток модифікованого методу мінімуму потенціальної енергії деформації (МММПЕД) для оцінки НДС елементів мобільних с/г агрегатів.
2. Експериментальні напрямки досліджень НДС несучих систем с/г агрегатів.

При розрахунках на міцність, наприклад, несучих систем штангових обприскувачів, найбільш ефективним виявився, модифікований метод мінімуму потенціальної енергії деформації (МММПЕД) з розвитком адитивності функції потенціальної енергії деформації; правила Лейбніца про дефернціювання підінтегральних функцій; теореми про найменшу роботу та окремих властивостей інтегрального числення.

Формування основ МММПЕД. Базовими аналітичними положеннями при формуванні та розвитку МММПЕД увійшли теореми: потенціальна енергія деформації є однорідна функція другої степені від зовнішніх сил або переміщень (класичний постулат); та Кастеліано: «Якщо потенціальна енергія деформації пружної системи є однорідною функцією другої ступені від зовнішніх сил або переміщень, то часткова похідна від потенціальної енергії за шуканим внутрішнім силовим фактором дає переміщення яке відповідає цій силі».

Для отримання залежності, наприклад, функції потенціальної енергії деформації при розтягу-стиску силою  $F$ , розглянемо конструктивний елемент довжиною  $l$ . Усі наступні твердження справедливі при виконанні для матеріалу елемента закону Гука, тобто абсолютне видовження (позначимо  $\Delta l$ ) прямопропорційне силі  $F$  та довжині  $l$  елемента і обернено-пропорційне його жорсткості, а саме добутку площі поперечного перетину  $A$  елемента на фізичну характеристику матеріалу елемента  $E$ .

У випадку, коли на тіло діє одна сила, наприклад  $F$ , теорема Кастіліано легко доводиться графічно (рис. 1).

Надамо переміщенню  $\delta$  нескінченно малий приріст  $d\delta$ , тоді приріст потенціальної енергії (заштрихована площа на рис. 1) буде

$$dU = F d\delta \quad (1)$$

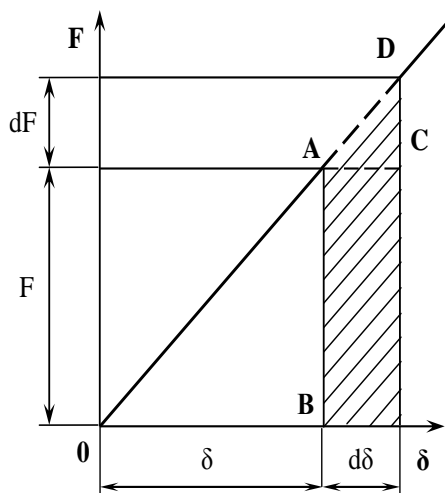


Рис. 1. Діаграма потенціальної енергії деформації розтягу-стиску

При розгляді таких систем “зайві” невідомі відкидаються і вплив їх на систему замінюють поки що невідомими зусиллями  $X, Y, Z$ . Якщо “зайві” закріплення такі, що переміщення за напрямком зусиль  $X, Y, Z$  дорівнюють нулю, то з теореми Кастиліано випливає, що:

$$\frac{dU}{dX} = 0; \quad \frac{dU}{dY} = 0; \quad \frac{dU}{dZ} = 0. \quad (4)$$

Описану методику застосовано для розрахунку штанги широкої розгортки обприскувача. Для визначення зовнішніх силових факторів проведено експериментальні дослідження на спеціальному стенді, який відноситься до нестандартизованих засобів досліджень.

Мета експериментальних досліджень – визначення величини зовнішніх динамічних факторів та розподілу напружень у найбільш небезпечних перетинах елементів штанг обприскувача широкої розгортки, величини та характеру зміни прискорень і кутових швидкостей секцій штанг обприскувача широкої розгортки.

Експериментальні дослідження проводились спільно провідними інженерами ПАТ «Богуславська сільгосптехніка» та фахівцями «Навчально-науково-виробничого центру випробування функціонально-технічних засобів виробництва і взаємодії з науково-промисловими комплексами» ТНТУ імені Івана Пулюя [3].

Результати проведених стендових випробувань штанг обприскувача широкої розгортки, тобто значень напружень в елементах штанг, величин та характеру зміни прискорень і кутових швидкостей секцій штанг обприскувача, є базовими даними для розрахунку напружено – деформованого стану елементів штанг при проектуванні машин для хімічного захисту рослин.

#### Література

1. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. / Рибак Т.І. – ВАТ “ТВПК “Збруч”, 2003. – 332 с.
2. Рибак Т.І., Олексюк В.П., Сташків М.Я. Експериментальні методи досліджень довговічності металоконструкцій мобільних машин для хімічного захисту рослин // Вісник ХДТУСГ, 2004. – Випуск 23. – С. 119-122.
3. Паламарчук П.В. Стендові випробування штанг широкозахватного обприскувача / П.В. Паламарчук, М.П. Гавриленко, М.Я. Сташків, І.М. Бортник // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – Вип. 45. – Ч. II. – С. 98 – 102.