

УДК 632.08

**П.В. Паламарчук, канд. техн. наук, М.П. Гавриленко\*, гол. інж., М.Я. Сташків, доц., канд. техн. наук, І.М. Бортник, асп.**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна, stam77@ukr.net*

*\*ПАТ «Богуславська сільгосптехніка», м. Богуслав, Україна*

## Стендові випробування штанг широкозахватного обприскувача

В статті описано стендові випробування штанг широкозахватного штангового обприскувача виробництва ПАТ «Богуславська сільгосптехніка». Дослідження проведено на стенді для випробування причіпних обприскувачів на динамічні навантаження. У результаті проведених досліджень отримано значення напружень у найбільш небезпечних перетинах елементів штанг обприскувача, значення прискорень та кутових швидкостей секцій штанг.

**обприскувач, штанга обприскувача, динамічне навантаження, напруження, віброприскорення**

**П.В. Паламарчук, канд. техн. наук, Н.П. Гавриленко\*, гл. інж., Н.Я. Сташків, доц., канд. техн. наук, І.М. Бортник, асп.**

*Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, г. Тернополь, Украина*

*\*ОАО «Богуславская сельхозтехника», г. Богуслав, Украина*

**Стеновые испытания штанг широкозахватного опрыскивателя**

В статье описано стеновые испытания штанг широкозахватного штангового опрыскивателя производства ОАО «Богуславская сельхозтехника». Исследование проведено на стенде для испытания прицепных опрыскивателей на динамические нагрузки. В результате проведенных исследований получены значения напряжений в наиболее опасных сечениях элементов штанг опрыскивателя, значение ускорений и угловых скоростей секций штанг.

**опрыскиватель, штанга опрыскивателя, динамическая нагрузка, напряжение, виброускорения**

**Постановка проблеми.** Як свідчить практика світового землеробства, із впровадженням інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур значно зростає виробництво та застосування пестицидів. Основним і найбільш перспективним методом застосування пестицидів є обприскування, яке полягає у нанесенні їх в рідкому стані (у вигляді краплин) на об'єкт обробки.

Ринок України зараз насичений як вітчизняними, так і зарубіжними машинами для застосування пестицидів. Технічний рівень вітчизняних обприскувачів в останні роки значно зріс. Вони комплектуються імпортними вузлами та робочими органами і за якістю роботи сягають рівня зарубіжних аналогів [1].

Однією з провідних вітчизняних компаній, що спеціалізується на виробництві техніки для захисту рослин та внесення рідких мінеральних добрив є ПАТ «Богуславська сільгосптехніка», яка на даний час випускає самохідні обприскувачі BOGUSLAV IBIS, причіпні обприскувачі ОДІСЕЙ та КРОНОС зі штангами шириною 18 м та 22 м, а також обприскувачі ТИТАН, АТЛАНТ та ШТОРМ з додатковою системою примусового осадження крапель робочого розчину.

Проте вітчизняні обприскувачі дещо поступаються імпортним за надійністю роботи. Причинами виходу техніки з ладу є конструктивні недоробки на стадії проектування (20-30%), відмови внаслідок низької якості виготовлення та складання машин (20-30%), низького технічного рівня та якості матеріалів і елементної бази комплектуючих (35-40%), відмови через порушення правил експлуатації техніки в господарствах та низьку кваліфікацію обслуговуючого персоналу (10%), інші відмови – 5-10% [2].

Однією з основних причин виходу з ладу сільськогосподарської техніки для хімічного захисту рослин є недостатній запас втомної міцності елементів їх несучих систем, зокрема таких як штанги широкозахватних обприскувачів (рис. 1).



Рисунок 1 – Типові поломки елементів штанг обприскувача виробництва ПАТ «Богуславська сільгосптехніка»

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз публікацій з дослідження штанг широкозахватних обприскувачів, показує, що вони спрямовані, в основному, на математичне чи імітаційне моделювання коливних процесів та напруженого стану штанг [3, 4], застосування додаткових динамічних елементів [5] чи інноваційних матеріалів [6]. У той же час, інформація про експериментальні дослідження напружено-деформованого стану штанг широкозахватних обприскувачів практично відсутня, хоча такі дані є основою для проектування машин для хімічного захисту рослин [7].

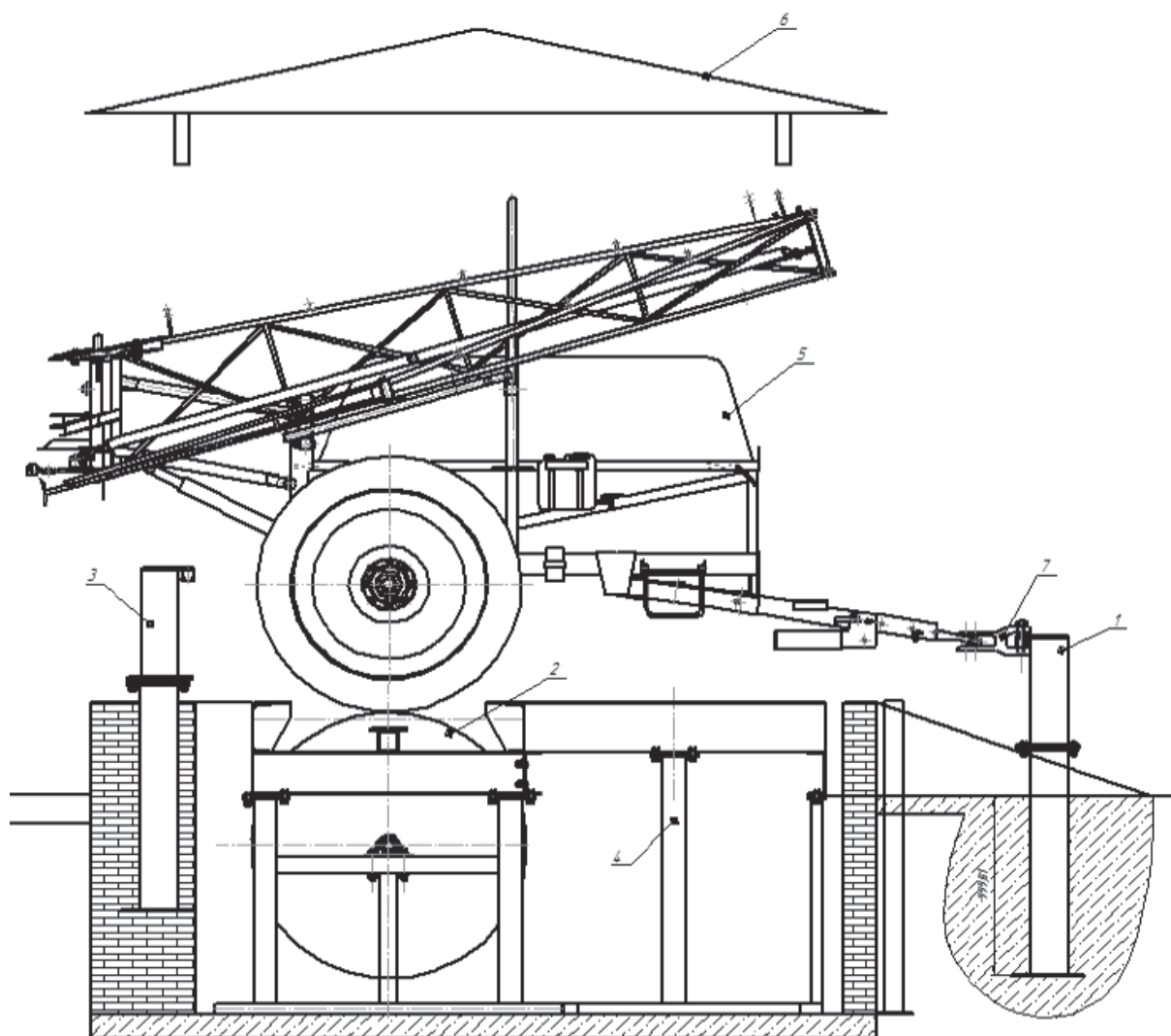
**Постановка завдання.** Провести експериментальні дослідження розподілу напружень у найбільш небезпечних перетинах елементів штанг широкозахватного обприскувача, визначити величину та характер зміни прискорень і кутових швидкостей секцій штанг широкозахватного обприскувача.

**Результати досліджень.** Дослідження широкозахватного штангового обприскувача проводились на стенді для випробування причіпних оприскувачів на динамічні навантаження, який відноситься до нестандартизованих засобів досліджень. Такий стенд для випробування причіпних оприскувачів на різні види навантаження було сконструйовано та створено у ПАТ «Богуславська сільгосптехніка» [8].

Загальний вигляд випробувального стенда подано на рис. 2.

Конструктивно випробувальний стенд виконано у вигляді бетонно – металевій конструкції, що складається із наступних вузлів. Передня опора 1 призначена для переднього фіксування оприскувача та перешкоджає вертикальному і горизонтальному руху. Барабан 2 із механічним збудувачем на зовнішньому радіусі забезпечує обертальний рух коліс оприскувача та імітує наїзд оприскувача на перешкоду. Задня опора 3 запобігає горизонтальному руху оприскувача. Подовжувач причіпного пристрою 7 застосовується для збільшення ступенів свободи випробувального оприскувача. Всі

елементи випробувального стенду монтуються на металевому каркасі 4, який встановлено у бетонній ямі. Накриття 6 призначене для запобігання попадання атмосферних опадів на вузли випробувального стенду.



1 – передня опора; 2 – барабан; 3 – задня опора; 4 – каркас стенду; 5 – досліджуваний обприскувач;  
6 – накриття; 7 – подовжувач причіпного пристрою

Рисунок 2 – Загальний вигляд випробувального стенду

Електрично-механічна частина випробувального стенду складається з щита керування та безпосередньо виконавчого механізму. Щит керування складається з електричного щита, перетворювача частоти та накриття. Щит керування забезпечує регулювання обертів барабанів стенду, час прискорення та час гальмування і зупинки. На екран блоку керування частотного перетворювача виводяться параметри випробування, стан частотника, час випробування. Після встановлення відповідних параметрів перемикачем задається команда запуску виконавчого механізму.

Виконавчий механізм складається з електродвигуна, редуктора, барабанів, запобіжних муфт та валу передачі крутного моменту. Двигун працює в комплексі із планетарним редуктором, який забезпечує зниження частоти обертання вала електродвигуна. Пружинні запобіжні муфти, які знаходяться у з'єднанні «редуктор – барабан» та між барабанами, забезпечують плавність обертального руху між вузлами.

Барaban обертається з максимальною лінійною швидкістю на зовнішньому діаметрі  $\approx 15$  м/с, висота збурювача регулюється в межах до 90 мм.

У ході експериментальних досліджень визначалися значення напружень у найбільш небезпечних перетинах елементів штанг широкозахватного обприскувача, величина та характер зміни прискорень та кутових швидкостей секцій штанг широкозахватного обприскувача.

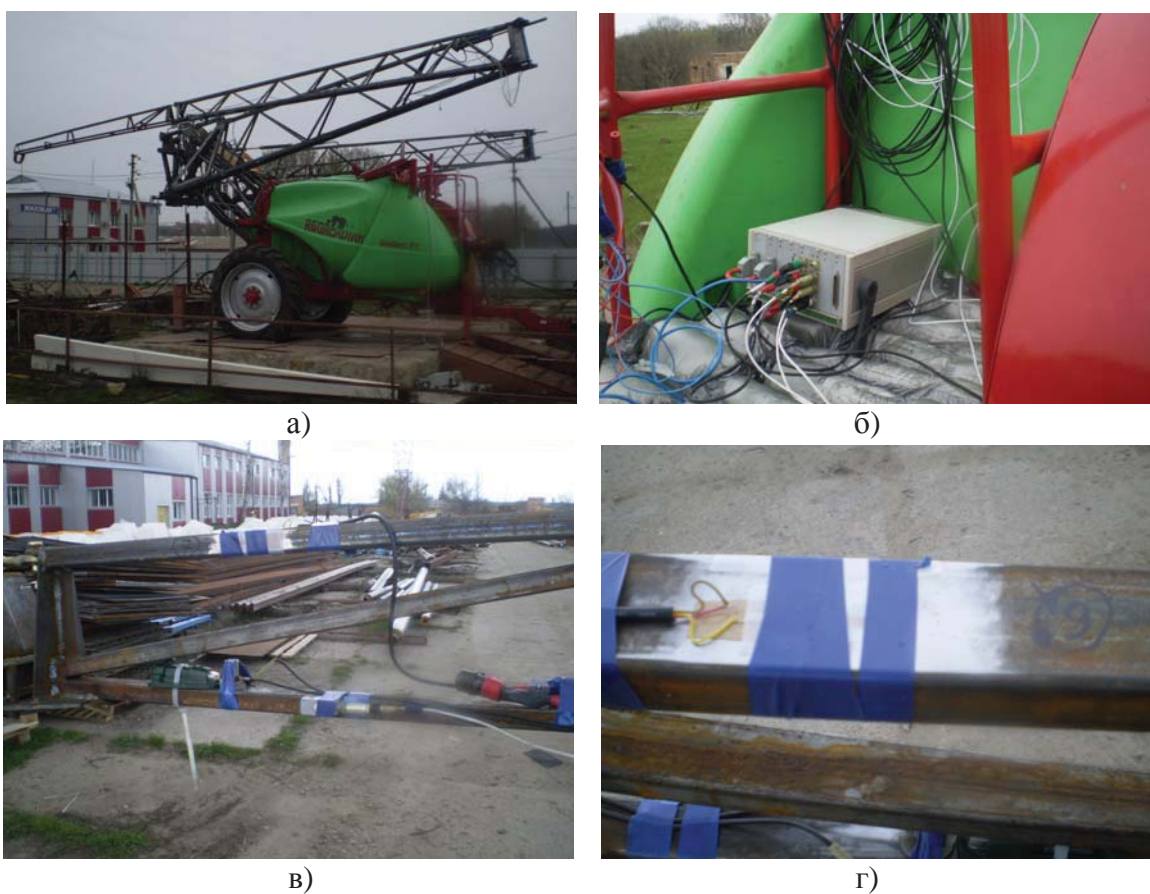
Значення діючих напружень визначались за допомогою тензорезисторних датчиків, попередньо протарованих у лабораторних умовах та наклеєних у найбільш небезпечних перетинах елементів штанг.

Величина та характер зміни прискорень секцій штанг визначались за допомогою п'єзоелектричних віброакселерометрів, встановлених на штанзі у двох взаємоперпендикулярних площинах.

Кутову швидкість секцій штанг обприскувача визначали за допомогою датчика кутових швидкостей, що побудований на основі мікросхеми фірми Analog Devices.

Сигнали від датчиків через аналогово-цифровий перетворювач реєструвались універсальною вимірювальною системою по восьми каналах: п'ять каналів – для тензорезисторів, два – для акселерометрів та один – для датчика кутових швидкостей.

Процес проведення стендових випробувань штанг обприскувача, розміщення обприскувача на випробовувальному стенді, розташування вимірювальної апаратури на обприскувачі та розташування тензорезисторних датчиків, акселерометрів та датчиків кутових швидкостей на штанзі обприскувача представлено на рис. 3.



а – розміщення обприскувача на випробовувальному стенді;  
 б – розташування вимірювальної апаратури на обприскувачі;  
 в, г – розташування тензорезисторних датчиків, акселерометрів та датчиків кутових швидкостей на штанзі обприскувача

Рисунок 3 – Стендові випробування штанг широкозахватного обприскувача

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» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Висновки.** Отримані в результаті проведення стендових випробувань штанг широкозахватного обприскувача значень напружень в елементах штанг, величин та характеру зміни прискорень і кутових швидкостей секцій штанг обприскувача є основою для проведення імітаційного моделювання при проектуванні машин для хімічного захисту рослин.

## Список літератури

1. Механіко-технологічні засади ефективного застосування пестицидів при обприскуванні / О.С. Барановський, В.В. Марченко // Аграрна техніка та обладнання. – №4(5). – 2008. – С. 34 – 38.
2. Афанасьев С., Горбатов В., Погорілий В. Якісна елементна база – основа надійності вітчизняної техніки // Техніка АПК, 2006. – №5-6. – С. 40-43.
3. Динаміка мобільних машин з начіпними функціональними елементами: [монографія] / М.Ф. Дмитриченко, І. А Вікович. – Львів: видавництво Львівської політехніки, 2008. – 496 с.
4. Вікович І.А. Розрахунок та мінімізація коливних процесів у штангах обприскувачів / І.А. Вікович, Б.М. Дівеєв, І.Р. Дорош // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – 2011. – Вип. 45. – С. 465-471.
5. Дівеєв Б.М. Застосування динамічних гасників коливаль для зменшення горизонтальних коливаль штанг обприскувачів [Текст] / Б. М. Дівеєв, І. А. Вікович, І. М. Височан, І. Р. Дорош // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2012. – Вип. 36 – С. 91–98.
6. Раціональне проектування крайніх секцій широкозахватних штанг обприскувачів із композиційних матеріалів [Текст] / І. Б. Бутитер, І. А. Вікович, І. С. Когут // Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". – 2006. – № 560. – С. 35-40.
7. Рибак Т.І. Експериментальні методи досліджень довговічності металоконструкцій мобільних машин для хімічного захисту рослин [Текст] / Т.І. Рибак, В.П. Олексюк, М.Я. Сташків // Вісник ХДТУСГ, 2004. – Вип. 23. – С. 119-122.
8. Стенд для випробування причіпних оприскувачів на динамічні, циклічні та механічні навантаження: Технічний опис та інструкція по експлуатації. – Богуслав: ПАТ «Богуславська сільгосптехніка», 2015. – 9 с.
9. Рибак Т.І. Універсальна вимірювальна система для дослідження динаміки сільськогосподарських машин [Текст] / [Т.І. Рибак, М.І. Підгурський, В.І. Костюк та ін.] // Надійність і довговічність машин і споруд. – 2005. – Вип. 25. – С. 112–119.
10. Стенд №2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_5PAFwUc4VM&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=_5PAFwUc4VM&feature=youtu.be)

**Petro Palamarchuk, PhD tech. sci., Mykola Gavrylenko\*, Senior Engineer, Mykola Stashkiv, Assos. Prof., PhD tech. sci., Igor Bortnyk, post-graduate**

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, Ukraine*

*\* PJSC “Boguslav agricultural machinery”, Boguslav, Ukraine*

### **Bench tests of barbells of sprayer**

The objective of investigation is experimental studies of stress distribution in the most dangerous sections of elements of barbells of sprayer; determine the size and nature of changes in acceleration and angular velocity of sections barbells of sprayer.

The article describes bench tests of barbells of sprayer production of PJSC “Boguslav agricultural machinery”. The study was conducted on the stand for testing trailed sprayers for dynamic loading. As a result of research obtained values of tensions in the most dangerous sections of the elements of barbells of sprayer, meaning acceleration and angular velocity sections of barbells of sprayer.

Obtained by conducting bench tests of barbells of sprayer values of stresses in the elements of barbells of sprayer, the size and character of change of acceleration and angular velocity of sections of barbells of sprayer is the basis for simulation modeling in the design of machines for chemical plant protection.

**sprayer, barbell of sprayer, dynamic load, stress, acceleration**

Одержано 06.11.15