

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

**ТРАЧ БОГДАН ПЕТРОВИЧ**

УДК 631.3

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРИМКИХ КОНСТРУКЦІЙ  
РОЗКИДАЧА ПРТ-9**

133 «Галузеве машинобудування»

**Автореферат**  
дипломної роботи магістра

Тернопіль 2019

Роботу виконано на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин  
**Хомик Надія Ігорівна,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** доктор технічних наук, професор кафедри автомобілів  
**Ляшук Олег Леонтійович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2019 р. об 10<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії № 13 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №2, ауд. 74.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Підвищення вимог до показників металоємності і надійності розкидачів твердих добрив пов'язане з забезпеченням міцності і довговічності їхніх вузлів та агрегатів. Необхідність скорочення термінів проектування нової техніки, високі витрати на проведення досліджень експериментальними шляхами підвищують значення розрахунково-експериментальних методів оцінки довговічності конструкцій. Тому розробка та обґрунтування таких методів є комплексним завданням, яке вимагає поглибленого аналізу проблематики теорії розрахунків на міцність несучих систем машин. На сьогодні можливості методів оцінки ресурсу несучих систем причіпних машин для внесення твердих органічних добрив використовуються не повністю. Дипломна робота присвячена створенню реальних математичних моделей навантаження кузова розкидача та визначення напружено-деформівного стану кожного елемента рами.

**Мета роботи.** Обґрунтування методів розрахунку рамних конструкцій при реальних моделях навантаження рами машини, визначення напруженого стану для кожного елемента конструктивної системи з можливістю подальшого обґрунтування геометричних параметрів елементів рами.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.**

*Об'єкт дослідження.* Конструктивна система розкидача твердих добрив, геометричні перетини елементів рамної конструкції, моделі зовнішнього навантаження.

*Предмет дослідження.* Напружено-деформований стан елементів конструктивної системи, геометричні характеристики поперечних перетинів рами, робочі креслення, базовий технологічний процес обробки деталі.

*Методи дослідження.* Аналітичний, який базується на законах математичного аналізу, теоретичної механіки, опору матеріалів, деталей машин, теорії механізмів і машин, графічний, методу кінцевих елементів, економіко-статистичний.

**Отримані результати:**

- виконано аналіз методів розкриття статичної невизначеності;
- виконано універсальну математичну модель навантаженості елементів рами;
- проведено розрахунок напружено-деформівного стану елементів рами для типових схем зовнішнього навантаження;
- проведено визначення максимальних нормальних напружень в небезпечних елементах рами;
- проведено обґрунтування зміни геометричних параметрів рамної конструкції з умови забезпечення рівномірності;
- розроблено технологічний процес виготовлення деталі, для якої вибрано обладнання, оснащення, різальний та вимірювальний інструмент, розраховано режими різання;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання вимог техніки безпеки при роботі в кормоцеху, охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Запропоновано удосконалення конструктивної системи розкидача твердих органічних добрив, а саме заміна центрального спареного Z-подібного лонжерона на прямокутний трубчастий перетин з умови рівномірності з боковими лонжеронами.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 27–28 листопада 2019 р.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 142 арк. формату А4, графічна частина – 11 аркушів формату А1.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **Вступі** відзначено важливість обґрунтованих рішень по визначенню напружено-деформованого стану в елементах рам.

У **першому розділі «АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ»** розглянуто детальний аналіз методів розкриття статичної невизначеності рамних конструкцій, вказано переваги та недоліки кожного методу.

У **другому розділі «ОБґРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ»** розроблено універсальну математичну модель для запису функцій внутрішніх силових факторів для кожного елемента рамної конструкції.

У **третьому розділі «ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ»** проведено розкриття статичної невизначеності з використанням пакету прикладних програм, дані рекомендації по вдосконаленню геометричних параметрів рами з точки зору рівномірності.

У **четвертому розділі «САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН»** проведено аналітичні дослідження по визначенню напружено-деформованого стану при типових видах зовнішнього навантаження, дано їхню оцінку.

У **п'ятому розділі «РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ»** спроектовано технологічний процес механічної обробки деталі та розроблено комплект технічної документації.

У **шостому розділі «ОБґРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ»** виконано техніко-економічний розрахунок вдосконаленої рамної конструкції по відношенню до базової.

У **сьомому розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ»** розглянуто вимоги безпеки праці при роботі на транспортних засобах, проаналізовано основні заходи підвищення стійкості об'єктів автотранспортного комплексу.

У **восьмому розділі «ЕКОЛОГІЯ»** наведено аналіз типових забруднень від діяльності транспортних засобів та їх усуненню.

У **загальних висновках** описано прийняті в проекті технологічні та технічні рішення, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які

можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

В додатках до пояснювальної записки наведено відомості специфікацій, комплект технологічної документації згідно ГОСТ 3.1404-86.

В графічній частині наведено складальні креслення та технологічні схеми утилізації гною та його розкидання, деталювання окремих вузлів, складальні креслення засобів технологічного оснащення та ін.

## **ВИСНОВКИ**

Вдипломній роботі магістра проаналізовано методи оцінки напружено-деформівного стану (НДС) конструктивних структур мобільної сільськогосподарської техніки показано їхні переваги та недоліки. Відзначено, що достовірність результатів можна забезпечити при коректному моделюванні фізичних і геометричних характеристик конструкції із застосуванням різного методу розрахунку.

На основі реального навантаження на кузов розкидача побудовано його розрахункова модель.

На основі оцінки НДС елементів конструкції запропоновано конструктивні зміни, що забезпечили зменшення матеріаломісткості рами.

Викладені підходи до оцінки НДС пропонується застосовувати для інших типів конструктивних систем машин з врахуванням особливостей їх експлуатації.

Якщо елементи конструкції сприймають потенціальну енергію деформації кручення, то вона є домінуючою для даної металоконструкції і складає біля 97 % від сумарної енергії.

Для визначення невідомих, які в металоконструкції викликають деформацію кручення, є доцільним використовувати лише потенціальну енергію деформації кручення. Вирази загальних крутних моментів за якими визначаємо потенціальну енергію деформації є більш простими при аналітичному записі.

## **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин на прочность и надежность / Под ред. П.М. Волкова, М.М. Тененбаума. – М.: Машиностроение, 1977. – 310 с.
2. Довбуш Т.А. Оцінка ресурсу роботи і обґрунтування конструкції несучої системи розкидачів добрив: дисертація на здобуття наук. ступ. к.т.н.; спеціальність 05.05.11/ Т.А. Довбуш. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 189 с.
3. Писаренко Г.С. Т.І "Сопротивления материалов". Киев «Вища школа», 1986.- 776с.
4. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. – М.: Наука, 1988. – 712 с.
5. Рибак Т.І., Довбуш Т.А., Цьонь Г.Б. Обґрунтування модифікації методу мінімуму потенціальної енергії деформації (ММПЕД) // Технічний сервіс машин для рослинництва. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ. – 2013. – Вип. 134, С.260-266.

6. Рудицын М.Н. Справочное пособия по сопротивлению материалов [Текст]/. Рудицын М.Н., Артемов П.Я., Любошиц – Минск : "Вышэйшая школа", 1970. – 640 с.
7. Melnychuk A.V. Energy costs of grinding feed grain. A.V. Melnychuk, B.P. Trach, I.V. Anoshkin. Actual problems of modern technologies : book of abstracts of the IV International scientific and technical conference of young researchers and students, (Ternopil, 27th-28th of November 2019.) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy [and other.]. – Ternopil : TNTU, 2019. – P. 117-118.
8. Вырский А.Н. Исследование нагруженности рамных конструкций // Тракторы и сельхозмашины, 1990. - № 11. – С. 26 – 27.
9. Горбацевич А.Ф. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшейшая школа, 1983. – 298 с.
10. Режимы резания. Справочник /Под. ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972.
11. Клецкин А.П. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т.3. – М.: Агропромиздат, 1978. – 365 с.
12. Гевко Р.Б. Техніко-економічне обґрунтування застосування машин, обладнання і технологій [Текст] : Навчальний посібник / Р. Б. Гевко, Б. Б. Гладич, І. І. Павх, Т. П. Соломка. – Тернопіль : б/в, 2003. – 164с.
13. Автухов І.В., Гряник Г.М. Охорона праці в сільському господарстві. – К.: Вища школа, 1970. – 216 с.
14. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. – Львів: ЛБК НБУ; Київ: . Знання, 2000. – 188с.
15. Цивільна оборона. Підручник /За ред. В.С. Франчука, Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2001. – 256с.
16. Гевко Р.Б., Гарькавий А.Д., Гладич Б.Б., Павх І.І., Павелчак О.Б. Оцінка ринкової вартості та конкурентоспроможності машин і технологій. – Тернопіль: ТДПУ, 2004.- 199с.
17. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. - Тернопіль, 2005.- 228с.
18. Данильченко М. Г., Гладич Б. Б., Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. – Тернопіль: Економічна думка, 2001. – 61с.

## АНОТАЦІЯ

Трач Б.П. Обґрунтування параметрів тримких конструкцій розкидача ПРТ-9 133 «Галузеве машинобудування». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2019.

В дипломній роботі виконано обґрунтування геометричних параметрів від довільного зовнішнього розподілу ваги добрив по кузову розкидача.

**Ключові слова:** РАМА, НАВАНТАЖЕННЯ, НАПРУЖЕННЯ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕТИН.

## ANNOTATION

Trach B.P. Parameters substantiation of the distributor PRT-9 load-carrying structures. 133 «Industrial Machinery Engineering» – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. – Ternopil, 2019.

In the diploma work substantiation of geometrical parameters from an arbitrary external distribution of fertilizer weight on a body spreader is made.

**Key words:** FRAME, LOAD, STRESS, MATHEMATICAL MODEL, CROSS-BORDER.