

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ ОБЛАДНАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

**ПІДЛУЖНИЙ ОЛЕГ МИРОНОВИЧ**

УДК 621.793.927.7

**ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
ВИГОТОВЛЕННЯ РАМИ ГРЕЙФЕРНОГО НАВАНТАЖУВАЧА З  
МОДЕЛЮВАННЯМ ЇЇ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ**

131 «Прикладна механіка»

**Автореферат**  
дипломної роботи «магістр»

Тернопіль  
2019

Роботу виконано на кафедрі технології і обладнання зварювального виробництва Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** доктор технічних наук, професор  
**Підгурський Микола Іванович**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент, в.о.  
завідувач кафедри транспортних технологій та механіки  
**Сташків Микола Ярославович**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 грудня 2019 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №14 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Федьковича, 9, навчальний корпус №3, ауд. 12

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Одним з найважливіших факторів науково-технічного прогресу є розвиток зварювальної науки та техніки. На даному етапі розвитку діяльності суспільства зварювання – це один з основних методів отримання нероз’ємних з’єднань в різних галузях. Тому зварювання металів стало одним з провідних технологічних процесів у виробництві конструкцій найрізноманітнішого призначення і без його використання неможливо уявити собі сучасне машинобудування, будівництво та більшість галузей народного господарства.

Зварювальне виробництво впевнено розвивається і забезпечується передовою технікою і технологією. За рівнем автоматизації та об’ємом виконуваних робіт зварювання займає першість в світових промислових процесах. Залежно від умов виробництва, особливості зварювальних металів, а також вимог, які ставляться до властивостей і якості зварних з’єднань в останні роки в промисловості застосовують більше 50-ти видів зварювання. У наш час, зварювання найчастіше виконують із застосуванням інверторних зварювальних апаратів, які при нагріванні викликають у матеріалах, що зварюються, складні фізико-хімічні процеси.

Збільшення обсягу зварювального виробництва, розроблення автоматизованих технологічних процесів зварювання та наплавлення, вимагає створення нових зразків різноманітного устаткування та їх постійного вдосконалення, що забезпечуватиме збільшення ефективності праці та економічний ефект у виробництві.

**Мета роботи:** Розробка технологічного процесу виготовлення рами рейферного навантажувача та підбір зварювального обладнання на сучасніше. Моделювання напружено-деформованого стану моделі рами, з метою оцінки роботи зварних з’єднань в умовах експлуатаційного навантаження

**Об’єкт, методи та джерела дослідження.** Об’єктом дослідження є рама рейферного навантажувача та дослідження напружено-деформованого стану моделі рами. Методи виконання роботи: технологічний, економіко-статичний, чисельного моделювання на основі виводу скінченних елементів.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

Обґрунтовано технологічний процес та основні параметри режиму зварювання рами рейферного навантажувача.

В результаті дослідження отримано:

- покращений технологічний процес виготовлення, що дозволить збільшити продуктивність праці, а також покращити якість зварних з’єднань та виробу;
- на основі моделювання експерименту проведено оцінку напружено-деформованого стану рами з врахуванням процесу роботи навантажувача, зокрема з врахуванням змін кута повороту стріли

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

Запропоновано та обґрунтовано технологію виготовлення рами рейферного навантажувача удосконаленим способом напівавтоматичного зварювання в середовищі суміші захисних газів. Запропоновано рекомендації до застосування

способу зварювання рами грейферного навантажувача та вибору раціональних параметрів і режимів зварювання.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на VI Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 26 – 27 квітня 2018 р. Секція зварювання і споріднені технології.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 106 арк. формату А4, графічна частина – з 11 аркушів формату А1.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та завдання, об'єкт та предмет розроблення та досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення результатів.

В аналітичній частині проведено аналіз зварної конструкції, матеріалу виробу, вказано вимоги до матеріалів та зварних з'єднань, до умов складання та зварювання, а також до якості зварних з'єднань та конструкції в цілому. Проведено літературний огляд технології виготовлення та умов роботи рамних конструкцій.

У дослідницькому розділі наведено моделювання рами грейферного навантажувача в процесі роботи у програмі КОМПАС 3D. Досліджено напружено-деформований стан рами при дії крутного моменту під кутами 90, 135 та 180 градусів. У даному розділі було проведено дослідження поступового розвитку тріщини в зоні поперечної балки з розподіленим навантаженням 120000 Н та моделюванням поступового розвитку тріщини в лонжероні з оцінкою коефіцієнтів запасу міцності по межі текучості та переміщень рами.

У технологічному розділі роботи проведено аналіз та обґрунтування оптимального способу зварювання рамних конструкцій мобільних машин. Здійснено розрахунок параметрів режиму зварювання, вибрано зварювальне обладнання і технологічну оснастку, проведено розрахунок та нормування витрат зварювальних матеріалів та електроенергії, спроектовано технологічний процес виготовлення рами навантажувача.

У конструкторському розділі обґрунтовано вибір упорів, затискних пристроїв. Розроблено конструкцію складально-зварювального пристосування для складання і напівавтоматичного зварювання рамних конструкцій.

У спеціальному розділі наведено розрахунок притискового пристосування з важельним механізмом для виготовлення зварної конструкції.

У розділі «Обґрунтування економічної ефективності» наведено розрахунки основних техніко-економічних показників від впровадження нової технології зварювання рами грейферного навантажувача.

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» наведено основні заходи з охорони праці, а саме: протипожежні, умови освітлення,

безпечність умов праці людини, стійкість роботи підприємства в надзвичайних ситуаціях.

У розділі «Екологія» проаналізовано актуальність охорони навколишнього середовища, викладено методи очищення викидів забруднюючих речовин в атмосферу при зварюванні рами грейферного навантажувача та методи очищення стічних вод на підприємстві.

У загальних висновках щодо дипломної роботи описано запропоновані автором конструктивні та технологічні рішення, обґрунтовано техніко-економічні показники в порівнянні з базовими, для впровадження вдосконаленої технології зварювання рами на виробництві; передбачено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також заходи щодо зменшення забруднення середовища при реалізації запропонованих рішень. Проведено оцінку напружено-деформованого стану рамної конструкції в процесі моделювання експерименту.

В додатках до пояснювальної записки приведено відомості специфікацій.

У графічній частині приведено технологічні процеси виготовлення конструкції, показано необхідні технологічні операції, креслення технологічного оснащення, яке запропоновано для реалізації вдосконаленого технологічного процесу, результати динамічного навантаження на напружено-деформівний стан рами, зокрема в зонах зварних з'єднань.

## **ВИСНОВКИ**

У даній роботі вирішено завдання підвищення технологічної ефективності зварювання рами грейферного навантажувача шляхом застосування напівавтоматичного зварювання в середовищі суміші захисних газів. Запропоновано вдосконалену технологію виготовлення вузлів рами та проведено дослідження напружено-деформованого стану моделі рами. У проектному варіанті запропоновано такі зміни:

- вдосконалено технологію виготовлення даного виробу;
- модернізовано складання виробу (кантувач, пристосування для складання).

Внаслідок впровадження у виробництво запропонованого технологічного процесу виготовлення рами навантажувача, досягнуто покращення основних техніко-економічних показників.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

Підлужний О.М. Експлуатаційні характеристики наплавленого металу отриманого за допомогою екранів / Підлужний О.М. / Науковий керівник: д. т. н., проф. Пулька Ч.В. Збірник тез Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 26-27 квітня 2018 року. - Т. : ТНТУ, 2018. - Том 1. -- (Секція зварювання та споріднені процеси і технології).

## АНОТАЦІЯ

Підлужний О.М. Обґрунтування параметрів технологічного процесу виготовлення рами грейферного навантажувача з моделюванням її напружено-деформованого стану. – Рукопис.

Дипломна робота магістра на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 131 – Прикладна механіка. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, 2019.

Дипломна робота присвячена вдосконаленню технології та зварювального устаткування для рами грейферного навантажувача та дослідженню напружено деформованого стану моделі рами.

Проведено літературний огляд виготовлення рамних конструкцій, мобільних машин, здійснено аналіз конструкції рами навантажувача, досліджено характеристики матеріалу виробу та визначено його зварюваність. Обґрунтовано спосіб зварювання. Запропоновано раціональне вдосконалення зварювального процесу, що дало змогу досягти підвищення основних техніко-економічних показників від впровадження оновленої технології.

Результати роботи можуть бути впроваджені при виготовленні рамних конструкцій мобільної техніки.

**Ключові слова:** МОБІЛЬНІ МАШИНИ, РАМНІ КОНСТРУКЦІЇ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВНИЙ СТАН, НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ДРІТ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, СЕРЕДОВИЩЕ ЗАХИСНИХ ГАЗІВ, УСТАТКУВАННЯ.

## ANNOTATION

Pidluzhnyi O.M. Substantiation of the production process procedure parameters of grader -loader frame including its stress-and-strain state modeling

Diploma thesis on completion of educational degree «master» for the specialty 131 – Applied Mechanics. – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, 2019.

The diploma thesis is devoted to the improvement of technology and welding equipment for the frame of the clamshell loader and the study of the deformed state of the frame model.

A literary review of the manufacture of frame structures, mobile machines was carried out, the structure of the loader frame was analyzed, the characteristics of the material of the product were investigated and its weldability was determined. The method of welding is justified. A rational improvement of the welding process was proposed, which made it possible to achieve an increase in the main technical and economic indicators from the introduction of the updated technology.

The results of the work can be implemented in the manufacture of frame structures of mobile equipment.

**Keywords:** MOBILE MACHINES, FRAME KONSTRUCTIONS, STRENGTH-DEFORMED CONDITION, SEMI-AUTOMATED WELDING, WELDING DRILL, TECHNOLOGICAL PROCESS, ENVIRONMENT OF PROTECTING GASES, EQUIPMENT.