

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
(інститут)

Механіко-машинобудівний
(факультет)

Кафедра Конструювання, технічної естетики і дизайну
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Суботи Іллі Сатніславовича
(ПІБ)

академічної групи 132-18-2 ММФ
(шифр)

спеціальності 132 Матеріалознавство
(код і назва спеціальності)

спеціалізації за освітньо-професійною програмою _____
(за наявності)

«Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів»
(офіційна назва)

на тему Використання прогресивних типів зварювання в високоміцних металевих конструкціях для підвищення естетичності та довговічності.
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Лаухін Д.В.			
розділів:				
Аналіз стану питання та постановка задач роботи	Лаухін Д.В.			
Функціональний аналіз та моделювання об'єкта розробки	Лаухін Д.В.			
Технологічний	Лаухін Д.В.			
Експлуатаційний	Федоряченко С. О.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Вернер І. В.			

**Дніпро
2022**

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
конструювання, технічної естетики і дизайну
(повна назва)

_____ Зіборов К.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню _____ бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Суботи Іллі Сатніславовича академічної групи 132-18-2 ММФ
(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 132 Матеріалознавство
спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів»

на тему Використання прогресивних типів зварювання в високоміцних металевих конструкціях для підвищення естетичності та довговічності.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналіз стану питання та постановка задач роботи		
Функціональний аналіз та моделювання об'єкта розробки		
Технологічний		
Експлуатаційний		

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Дмитро ЛАУХІН

(прізвище,

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 72 с, 29 рис, 12 табл., 32 джерела.

ГІБРИДНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ВИСОКОМІЦНА ВИСОКОВ'ЯЗКА
МІКРОЛЕГОВАНА СТАЛЬ, КОНТРОЛЬОВАНА ПРОКАТКА, АНАЛІЗ
ЗВАРНОГО ШВА, ЗОНА ТЕРМІЧНОГО ВПЛИВУ

Метою роботи є пошук матеріалознавчого підходу до процесів підвищення конструктивних і експлуатаційних властивостей високоміцних високов'язких сталей після впливу гібридної лазерної електродугової зварки.

Досліджено структуру низьколегованої низьковуглецевої сталі, прокатої за експериментальною технологією (контрольована прокатка з отриманням бейнітних структур). Проаналізовані структура та міцнісні характеристики досліджуваної експериментальної сталі. Проведено мікроструктурні дослідження кінетики формування структури високоміцних низьколегованих сталей.

Також досліджено структуру зварних з'єднань високоміцної сталі alform 620M після різних режимів гібридного лазерного зварювання; проаналізовано розподіл мікротвердості структурних складових по зонам з'єднання; розроблено обґрунтування використання високоміцної сталі alform 620M для мостових конструкцій.

Отримані результати можна застосовувати під час розрахунку та проектуванні будівельно-металевих конструкцій у тому числі відповідального призначення.

Список використаних джерел

1. *Андрейків О.* Мезомеханіка руйнування металічних матеріалів і конструкцій за високих температур і довготривалих статичних навантажень / *О. Андрейків, Н. Сас* // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій: Збірник наукових праць 4-ї Міжнародної конференції (23-27 червня 2009р., Львів) / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2009. – с. 371-376.
2. *Андрейко І.* Вплив характеристик циклічної тріщиностійкості колісних сталей на їх пошкоджуваність в умовах контактної втоми / *І. Андрейко, В. Кулик, В. Дзера* // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій: Збірник наукових праць 5-ї Міжнародної конференції (24-27 червня 2014 р., Львів) / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2014. – С. 243-248.
3. *Батура А.* Напіваналітичний метод розрахунку КІН для тріщин довільної форми в нескінченних тілах / *А. Батура, І. Ориняк, А. Ориняк* // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій: Збірник наукових праць 5-ї Міжнародної конференції (24-27 червня 2014 р., Львів) / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2014. – С. 337-342.
4. *Беженов С.* Дослідження зв'язку між морфологією вуглецевих сталей та характеристиками опору втоми / *С. Беженов* // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій: Збірник наукових праць 4-ї Міжнародної конференції (23-27 червня 2009р., Львів) / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2009. – с. 259-263.
5. *Бердникова Е.Н.* Структурная оценка трещиностойкости сварных соединений высокопрочных сталей / *Е.Н.Бердникова* // Проблемы машиностроения – 2013. – Т.16, №6 – С.43-47.

6. *Беспалов С.* Особенности трещинообразования в области сварного шва стали 10Г2ФБ / С. Беспалов, П. Волосевич, В. Загадарчук // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій: Збірник наукових праць 4-ї Міжнародної конференції (23-27 червня 2009р., Львів) / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2009. – с. 125-128.
7. *Большаков В. И.* Атлас металлов и сплавов. Учебное пособие / Большаков В. И., Сухомлин Г. Д., Лаухин Д. В. // Днепропетровск: ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры». - 2010. – 174 с.
8. *В. И. Большаков.* Полигонизация аустенита при контролируемой прокатке / В. И. Большаков, Д. В. Лаухин. // Днепропетровск: «Свидлер А. Л.». - 2011. – 242 с.
9. *Вергазов А.Н.* Торможение микротрещины в субзеренной структуре / А.Н. Вергазов, В.В. Рыбин // Физика металлов и металловедение. – 1975. – Т.39, №1. – С. 220-223.
10. *Влияние внешнего статического нагружения* на изменение параметров структуры металла участка перегрева ЗТВ сварных соединений высокопрочных сталей / Л.И. Маркашова, Т.А. Алексеенко, С.Л. Жданов, Т.В. Ганеева // Вісник Чернігівського державного технологічного університету: Серія «Технічні науки». – 2013. – №1(63). – С.87-92.
11. *Влияние параметров импульсно-дуговой сварки* на прочностные свойства сварных соединений / А. Жерносеков, В. Сидорец, С. Римский, Т. Лабур // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій: Збірник наукових праць 5-ї Міжнародної конференції (24-27 червня 2014 р., Львів) / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2014. – С. 533-538.
12. *Влияние термического цикла сварки* на структуру и свойства микролегированных конструкционных сталей / В.А. Костин, Г.М. Григоренко,

- В.Д. Позняков, С.Л. Жданов, Т.Г. Соломийчук, Т.А. Зубер, А.А. Максименко // Автоматическая сварка. – 2012. – № 12. – С. 10-16.
13. *Влияние термомодеформационного цикла* наплавки на структуру и свойства железнодорожных колес повышенной прочности при их восстановлении / А.А. Гайворонский, В.Д. Позняков, В.А. Саржевский, В.Г. Васильев, В.Ю. Орловский // Автоматическая сварка. – 2010. – № 5. – С. 22-26.
14. *Волков А.С.* Причины появления дефектов вблизи исправленных участков сварных швов / А.С. Волков // Сварочное производство. – 1974. – № 8. – С. 22-34.
15. *Вплив мікролегування сталі азотом і ванадієм* на властивості азотованого шару/ С.Я. Шипицин, С.М. Чернега, Д.М. Короленко, М.В. Бабиченко // Металознавство та обробка металів. – 2008. – №3. – С.?-??.
16. *Вплив структури нержавіючих сталей з метастабільним аустенітом* на стійкість до кавітаційного зношування/ І. Ф. Кірчу, С. Я. Шипицин, С. М. Чернега, Т. В. Степанова// Металознавство та обробка металів. – 2011. – №1.
17. *Вплив титановмісних інокулянтів* на структуру металу зварних швів низьколегованої високоміцної сталі / Г.М. Григоренко, Л.І. Маркашова, В.В. Головка, О.М. Берднікова, Т.О. Алексеєнко, В. В. Жуков // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2020. – Т. 56, № 2. – С.52-59.
18. *Горынин И.В.* Свариваемые корпусные высокопрочные стали и их применение / И.В. Горынин // В кн. Современные проблемы сварки и специальной электрометаллургии. – Киев: Наукова думка. – 1980. – С. 120-131.
19. *Грабин В.Ф.* Металловедение сварки низко- и среднелегированных сталей / В.Ф. Грабин, А.В. Денисенко. – К.: Наукова думка, 1978. – 272с.
20. *Дмитрик В. В.* Карбидные фазы и повреждаемость сварных соединений при длительной эксплуатации / В. В. Дмитрик, В. Н. Баумер // Металлофизика, новейшие технологии. – 2007. – Т. 2, № 7. – С. 937–947.
21. *Довженко В.А.* Исследование влияния термического цикла сварки на структуру ЗТВ и механические свойства соединений низколегированных

конструкционных сталей: автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.04.05 «Технология и машины сварочного производства» / В.А. Довженко. – Киев, 1978. – 18 с.

22. Дудик М. Про модель зони передруйнування у кутовій точці межі розділу середовищ, з якої виходить міжфазна тріщина / М. Дудик, Ю. Діхтяренко // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій: Збірник наукових праць 4-ї Міжнародної конференції (23-27 червня 2009р., Львів) / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2009. – с. 285-288.

23. Івасишин А. Вплив термічної обробки на кінетику росту втомної тріщини у сплавах системи Ti–Al–Si–Zr / А. Івасишин, Б. Василів, В. Подгурська // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій: Збірник наукових праць 5-ї Міжнародної конференції (24-27 червня 2014 р., Львів) / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2014. – С. 543-546.

24. Краев М.В. Разработка режимов деформации нержавеющей стали 12Х18Н10Т с учетом изменения ее фазового состава и физико-механических свойств / М.В. Краев, В.А. Гринкевич, А.В. Кушнерев // Сучасні проблеми металургії. Наукові вісті. Т.8. Пластична деформація металів. – Дніпропетровськ: Системні технології. – 2005. – С. 493–496.

25. Красовский А.Я. Физические основы прочности / А.Я. Красовский – Киев: Наукова думка, 1977. – 140 с.

26. Красовский А.Я. Хрупкость металлов при низких температурах / А.Я. Красовский – К.: Наукова думка, 1980. – 157с.

27. Кривцун И.В. Комбинированные лазерно-дуговые процессы обработки материалов и устройства для их реализации: дис. докт. техн. наук: 05.09.10 – Электротермические процессы и установки / И.В. Кривцун –Киев: Ин-т электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины, 2002. – 393с.

28. Крижанівський Є. Прогнозування кінетики розвитку тріщиноподібних дефектів у стінках тривало експлуатованих газопроводів / Є. Крижанівський,

Р. Грабовський, І. Федорович // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій: Збірник наукових праць 5-ї Міжнародної конференції (24-27 червня 2014 р., Львів) / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2014. – С. 751-760.

29. *Лазерная техника фирмы Trumpf* // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.trumpf-laser.com>

30. *Лаухин Д. В.* Формирование структур полигонизации и рекристаллизации в аустените и феррите при контролируемой прокатке низкоуглеродистых микролегированных сталей / Д. В. Лаухин // Новини науки Придніпров'я. – 2011. – №1. – С. 15 – 24.

31. *Лобанов Л.* Продовження ресурсу конструкцій з високоміцних сталей на основі ремонтно-зварювальних технологій / Л. Лобанов, В. Позняков // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій: Збірник наукових праць 4-ї Міжнародної конференції (23-27 червня 2009р., Львів) / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2009. – с. 829-838.

32. *Маркашова Л.И.* Структурные аспекты прочности и пластичности сварных соединений металлов, сплавов, композиционных материалов / Л.И. Маркашова, Г.М. Григоренко, В.В. Арсенюк // Сб. тезисов докладов международной конференции «HighMatTech» (Киев, Украина, 15–19 октября 2007 г.) – К.: НТУУ КПИ, 2007. – С. 521.

33. *Метод оценки вклада* отдельных структурно-фазовых параметров в изменение механических свойств соединений сложнолегированных алюминиевых сплавов. / Л.И. Маркашова, Е.Н. Бердникова, О.С. Кушнарёва, Е.В. Половецкий. Математическое моделирование и информационные технологии в сварке и родственных процессах. Сб. докладов Четвертой международной конференции (27-30 мая 2008 г., пос. Кацивели, Крым, Украина) / Под ред. проф. В.И. Махненко – Киев: Международная ассоциация «Сварка», 2009. – С.77-80.

34. *Мешков Ю.Я.* Структура металла и хрупкость стальных изделий / Ю.Я. Мешков, Г.А. Пахаренко. – К.: Наукова думка, 1985. – 266 с.
35. *Нанорозмірні структури лазерно-дугових зварних з'єднань високоміцних низьколегованих сталей* / О.М. Берднікова, В.Д. Позняков, А.В. Бернацький, В.М. Сидорець, Т.О. Алексеєнко, О.І. Бушма // Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології (НАНСИС-2019): Тези VI Наукової конференції, 4-6 грудня 2019 р., Київ / ред.: А. Г. Наумовець [та ін.]. – Київ: НАН України, 2019. – С. 44.
36. *Особенности структуры сварных соединений высокопрочной стали, формирующейся в условиях лазерной сварки* / Л.И. Маркашова, В.Д. Позняков, Е.Н. Бердникова, В.Д. Шелягин, С.Л. Жданов, А.В. Сиора // Лазерные технологии в сварке и обработке материалов. Сборник трудов Шестой международной конференции. 27-31 мая 2013 г., пос. Кацивели, Крым, Украина. – Киев: Международная ассоциация «Сварка», 2013. – С.51-55.