

**ТЕХНОЛОГИЯ АБРАЗИВНОЙ РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ
ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНОГО ЛИСТОВОГО
ПРОКАТА И ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ
ПЕРЕД ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКОЙ**

Минск
БНТУ
2025

Содержание

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	7
ВВЕДЕНИЕ	8
1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ПО ОБРАБОТКЕ (ОЧИСТКЕ) ЛИСТОВЫХ СТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОД ЛАЗЕРНУЮ РЕЗКУ	10
1.1. Анализ современных процессов очистки стальных поверхностей от продуктов коррозии.....	10
1.2. Основные компоненты рабочих суспензий, используемых для очистки стальных поверхностей от продуктов коррозии.....	16
1.3. Современное состояние теории расчета силового воздействия струи на преграду и методы оптимизации конструкции струеформирующих устройств	20
1.4. Технологии и оборудование для подготовки поверхности листовых стальных материалов под лазерную резку	26
1.5. Выводы по главе, цель и задачи работы.....	35
2. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	39
2.1. Экспериментальный стенд, оборудование, материалы и составы суспензий для проведения исследований реверсивно-струйной и гидроабразивной обработки листовых стальных материалов	40
2.1.1. Составы рабочих суспензий для проведения исследований процесса реверсивно-струйной очистки	40
2.1.2. Экспериментальный стенд и материалы для проведения исследований струйной очистки стального листового проката.....	42
2.2. Методики регистрации силового воздействия реверсивной струи рабочей суспензии на преграду	48
2.2.1. Методика регистрации силового воздействия реверсивной струи рабочей суспензии на плоскую поверхность с помощью датчика давления ЭДП-30	48

2.2.2. Динамометрическая схема регистрации силового воздействия реверсивной струи на плоские поверхности	52
2.3. Методика измерения гидродинамических параметров реверсивно-струйной очистки	56
2.4. Методика измерения вязкости рабочей суспензии	57
2.5. Методика определения морфологии и химического состава защитного пленочного покрытия. Микроструктурный анализ образцов. Измерение шероховатости и микротвердости поверхностного слоя обработанной поверхности	59
2.6. Методики оценки износа образцов и производительности процесса реверсивно-струйной очистки	61
2.7. Методика испытаний защитного пленочного покрытия на коррозионную стойкость	64
2.8. Конструкция устройства для реализации процесса реверсивно-струйной очистки стальных поверхностей.....	65
2.9. Конструкции центробежного пульпогустителя для получения кондиционного речного песка, используемого в составе рабочей суспензии на первом этапе процесса реверсивно-струйной обработки	68
2.10. Выводы по главе	71
3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ ОЧИСТКИ СТАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ ПРОДУКТОВ КОРРОЗИИ. ОПТИМИЗАЦИЯ ПО ПОТЕРЯМ НАПОРА УГЛА КОНУСНОСТИ В КОНСТРУКЦИИ СТРУЕФОРМИРУЮЩЕГО КОНИЧЕСКОГО СОПЛА	73
3.1. Обоснование теоретического метода исследования реверсивно-струйной очистки, основные допущения, схематизация процесса.....	74
3.2. Физико-математическая модель процесса разрушения слоя продуктов коррозии под воздействием реверсивной струи рабочей суспензии	77
3.3. Расчет параметров для подбора насосного оборудования на основе разработанной физико-математической модели процесса разрушения слоя продуктов коррозии под воздействием реверсивной струи.....	84

3.4. Теоретическое обоснование оптимального по потерям напора угла конусности в конструкции струеформирующего конического сопла	92
3.5. Выводы по главе	103
4. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АБРАЗИВНОЙ РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ И ЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ ПРОДУКТОВ КОРРОЗИИ	106
4.1. Результаты экспериментов по установлению давления в потоке жидкости на выходе из конического сопла	106
4.2. Определение силового струйного воздействия на плоские поверхности заготовок-препятствий различной формы.....	108
4.3. Исследование влияния компонентов в составе рабочей суспензии на силовой режим воздействия реверсивной струи	115
4.4. Экспериментальные исследования производительности процесса реверсивно-струйной обработки.....	122
4.5. Исследование влияния технологических факторов процесса реверсивно-струйной очистки на качество обработанной поверхности.....	124
4.6. Исследование дефектов на поверхности и микроструктуры образцов после реверсивно-струйной очистки.....	131
4.7. Исследование морфологии, топографии, трибологических характеристик пленочного покрытия, сформированного при реверсивно-струйной очистке	139
4.8. Исследования стальных образцов с пленочным покрытием на коррозионную стойкость.....	147
4.9. Выводы по главе	154
5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ И ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА ПЕРЕД ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКОЙ.....	158
5.1. Результаты исследований процесса реверсивно-струйной обработки стальных заготовок, предназначенных для последующей резки на лазерном комплексе HYPER GEAR 510	158

5.2. Разработка технологии реверсивно-струйной обработки стальных образцов перед их последующей лазерной резкой	176
5.2.1. Материалы и составы рабочих суспензий, используемых для реализации технологии реверсивно-струйной обработки	176
5.2.2. Методы, оборудование, инструмент и режимы технологии реверсивно-струйной обработки поверхности стальных образцов перед лазерной резкой	180
5.3. Экономическая эффективность от результатов использования разработанной технологии реверсивно-струйной очистки на СООО «Элезер» (г. Дзержинск) и ОАО «Амкодор» (г. Крупки).....	183
5.4. Выводы по главе.....	186
Список использованных источников.....	189
ПРИЛОЖЕНИЕ А Технологическая инструкция реверсивно-струйной обработки стальных образцов перед лазерной резкой.....	202
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Акт о практическом использовании результатов исследования в учебном процессе.....	209