Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Institute of Industrial Management, Economics and Trade

Graduate School of Industrial Management

The work is admitted to defend

Head of the Graduate School of Industrial Management

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ O. V. Kalinina

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025

**GRADUATE QUALIFICATION PAPER**

**BACHELOR'S THESIS**

**THESIS TOPIC**

|  |  |
| --- | --- |
| Field of study | 38.03.02 “Management” |
|  | (code and name) |
| Educational program | Выберите элемент. |
|  | (code and name) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Completed by student  gr. 3700000/00000 |  | N. P. Surname |
|  |  |  |
| Supervisor  Выберите элемент.  Выберите элемент. |  | N. P. Surname |
|  |  |  |
| Consultant  for standards compliance |  | N. P. Surname |

St. Petersburg

2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли

Высшая школа производственного менеджмента

Работа допущена к защите

Директор

Высшей школы производственного менеджмента

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О. В. Калинина

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**РАБОТА БАКАЛАВРА**

**ТЕМА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

|  |  |
| --- | --- |
| по направлению подготовки | 38.03.02 «Менеджмент» |
|  | код и наименование |
| направленность (профиль) | Выберите элемент. |
|  | код и наименование |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнил студент  гр. 3700000/00000 |  | И. О. Фамилия |
|  |  |  |
| Руководитель  Выберите элемент.  Выберите элемент. |  | И. О. Фамилия |
|  |  |  |
| Консультант  по нормоконтролю |  | И. О. Фамилия |

Санкт-Петербург

2025

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО**

**Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли**

**Высшая школа производственного менеджмента**

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Высшей школы производственного менеджмента

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.В. Калинина

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

студенту Фамилия Имя Отчество, гр. 3700000/00000

1. Тема работы: указывается в строгом соответствии с приказом об утверждении тем и руководителей ВКР.
2. Срок сдачи студентом законченной работы: «\_\_\_» \_\_\_\_ 2025 г.
3. Исходные данные по работе: нормативно-правовые акты РФ, отечественная и зарубежная научная литература по теме исследования, данные предприятий, открытые источники.
4. Содержание работы (перечень подлежащих разработке вопросов):

План ВКР (без указания введения, заключения, списка источников)

1. Перечень графического материала: схемы, рисунки, графики в пояснительной записке к выпускной квалификационной работе – по теме исследования при необходимости, в том числе в мультимедийной презентации к докладу по выпускной квалификационной работе.
2. Консультанты по работе: отсутствуют.
3. Дата выдачи задания «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И. О. Фамилия

Задание принял к исполнению «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г.

Обучающийся \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И. О. Фамилия

Консультант

по нормоконтролю \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И. О. Фамилия

**ABSTRACT**

On 108 pages, 20 figures, 3 tables, 5 appendices

Keywords: microstructure defects, austenite, intergranular corrosion, martensite a-phase, ferrite δ-phase

The subject of the graduate qualification work is «Analysis of reasons for formation of defects in 12H18N10T (AISI 321) steel structure and development of guidelines for defect elimination».

The given work is devoted to studying defects of austenitic steel castings, i.e. 12H18N10T (AISI 321), and to developing methodology of their elimination.

The research set the following goals:

1. Studying features of smelting and heat treatment of prefabricated 12H18N10T (AISI 321) steel samples.
2. Detection of most frequent microstructure defects of a steel grade under study.
3. Analysis of the defects and causes of their occurrence.
4. Development of guidelines for prevention and elimination of 12H18N10T (AISI 321) microstructure defects.

The work was fulfilled on the premises of JSC «LOMO», which included collection of factual materials, i.e. results of metallographic, spectrum analyses of defective metal samples. The calculations, made during the research, show how the amount of certain chemical elements affects carbide formation. The analysis was conducted by the method of mathematical modeling with the use of Fact Sage Thermodynamic Database System.

The study resulted into analysis of the end-to-end steel production technology, with thermodynamic calculations being made. There were developed effective technological guidelines for elimination of such defects as «intergranular corrosion», «residual δ‑ferrite» and «martensite deformation». The outcome of the research at JSC «LOMO» was a decision to reject the metal with the content of the ferrite phase more than 1 point in order to prevent formation of defects in prefabricated steel samples.

**РЕФЕРАТ**

На 108 с., 20 рис., 3 табл., 5 прил.

Ключевые слова: дефекты микроструктуры, аустенит, межкристаллитная коррозия, мартенситная α-фаза, ферритная δ-фаза

Тема выпускной квалификационной работы: «Анализ причин образования дефектов структуры стали 12Х18Н10Т и разработка рекомендаций по их устранению».

Данная работа посвящена исследованию дефектов отливок из аустенитных марок сталей, в частности 12Х18Н10Т и разработки методики их устранения.

Задачи, которые решались в ходе исследования:

1. Изучение особенности выплавки и термической обработки полуфабрикатов из стали марки 12Х18Н10Т.
2. Выявление наиболее часто встречающихся дефектов микроструктуры исследуемой марки стали.
3. Исследование дефектов и анализ причины их возникновения.
4. Разработка рекомендаций по предотвращению и устранению дефектов микроструктуры 12Х18Н10Т.

Работа проведена на базе АО «ЛОМО», где собиралась значительная часть фактического материала: результаты металлографического, спектрального анализа образцов дефектного металла. Были проведены расчеты, показывающие наглядно, каким образом количество тех или иных химических элементов влияет на образование карбидов. Анализ проводился методом математического моделирования с помощью программного обеспечения Fact Sage, оснащенного базами данных необходимых термодинамических параметров.

В результате была проанализирована сквозная технология производства стали, проведены термодинамические расчеты. Разработаны эффективные технологические рекомендации по устранению дефектов типа «межкристаллитная коррозия», «остаточный δ‑феррит» и «мартенсит деформации». На основании проведенных исследований на АО «ЛОМО», было принято решение о забраковании металла с содержанием ферритной фазы больше 1 балла, во избежание образования дефектов в полуфабрикатах.

Для достижения данных результатов в работе были использованы/разработаны следующие информационные технологии, в том числе программное обеспечение, облачные сервисы, базы данных и прочие.

Примечание 1. Последним абзацем указать какие информационные технологии, в том числе программное обеспечение, облачные сервисы, базы данных и прочие ресурсы использовались в процессе работы.

**TABLE OF CONTENTS**