

Мухамеджанов Мухаммад Муминович
Студент ПЛА,
КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева,
E-mail: myxamed-202@mail.ru
Иванов Илья Ринатович
Студент ПЛА,
КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева,
E-mail: s12629@rambler.ru

Mukhamedzhanov Mukhammad Muminovich
Student PLA
KNITU-KAI named after A.N. Tupolev,
E-mail: myxamed-202@mail.ru
Ivanov Ilya Rinatovich
Student PLA
KNITU-KAI named after A.N. Tupolev,
E-mail: s12629@rambler.ru

Исследование причин повреждения задвижки технологического трубопровода углеводородного конденсата из стали 20ГЛ

Assessment of the metal condition and determination of the causes of damage to the valve of their steel 20GL of the technological pipeline of hydrocarbon condensate.

Аннотация:

В данной работе исследуются причины повреждения задвижки технологического трубопровода углеводородного конденсата из стали 20ГЛ. Были проведены испытания на прочность, твердость, термическая обработка, исследовалась микроструктура стали и выявлялась причина появления дефекта на корпусе задвижки. Результаты показывают, что было обнаружено сквозное отверстие в литой детали, которая образовалась в ходе производства (литья).

Ключевые слова: Сталь 20ГЛ, дефекты литья, усадочная раковина, термическая обработка, задвижка, запорная арматура.

Abstract:

In this paper, the causes of damage to the valve of the process pipeline of hydrocarbon condensate made of 20GL steel are investigated. Strength, hardness and heat treatment tests were carried out, the microstructure of the steel was investigated and the cause of the defect on the valve body was identified. The results show that a through hole was found in the cast part, which was formed during the production (casting) process.

Keywords: 20GL steel, casting defects, shrink shell, heat treatment, gate valve, shut-off valves.

Введение.

С увеличением объемов нефтедобычи и производства возрастает потребность в запорной арматуре. Задвижки играют ключевую роль в регулировании и перекрытии потоков, поэтому их надежность имеет первостепенное значение.

Основными конструктивными элементами задвижек являются: корпус, крышка, затвор, резьбовая пара, сальниковое уплотнение и маховик (или другой управляющий элемент). Некоторые из этих элементов имеют сложную геометрическую форму, поэтому их изготавливают методом литья. Однако данный метод производства сопряжен с определенными рисками, такими как дефекты, которые могут привести к повреждению или поломке задвижки[1]. Это, в свою очередь, может привести к значительным финансовым потерям и простою на производстве.

Чтобы минимизировать риски поломки задвижек, важно неукоснительно соблюдать все правила во время литья и осуществлять строгий контроль на всех этапах производства [2].

Цель работы.

Целью исследовательской работы является выявление причин повреждения задвижки технологического трубопровода углеводородного конденсата, а также исследование видов дефектов литых заготовок и способы их устранения.

Объект исследования.

Объектом исследования является задвижка ЗКЛ 2 50-40 ХЛ 1. Структура условного обозначения задвижек, изготавливаемых по ТУ 3741-001-82036660-2013.

Литературный обзор.

В последние годы внимание исследователей к теме надежности трубопроводных систем углеводородов возросло. Задвижки, используемые в таких системах, подвержены различным видам повреждений, включая коррозию и механические дефекты.

Широкий спектр исследований посвящён анализу коррозионной стойкости стали 20ГЛ. Исследование, проведённое Исаковым и Кузнецовым (2021), подчеркивает значительное влияние химического состава на коррозионные свойства стали в агрессивных средах, включая углеводородный конденсат. [3]

Работа Петрова (2020) изучает механические повреждения, причиненные эксплуатационными нагрузками на задвижки. Автор предлагает методы диагностики и контроля состояния задвижек [4].

Термическая обработка как метод повышения прочности и коррозионной стойкости стали была рассмотрена в исследовании Соловьёва (2019), где была отмечена значительная эффективность конкретных термических режимов для улучшения свойств стали 20ГЛ [5]

В работе Чернова и Ильина (2020) исследуются основные виды дефектов, таких как трещины и поры, а также влияние параметров литья на их образование. Авторы подчеркивают, что контроль температуры и

скорости заливки является критически важным для минимизации дефектов [1].

Согласно исследованиям Петрова и Сидорова (2021), одной из ключевых причин повреждений является неправильный выбор сплавов. Они рекомендуют использование специальных сплавов, которые обладают улучшенными литейными свойствами и меньшей подверженностью к образованию дефектов [6].

В работе Смирнова и Косяка (2019) рассматриваются методы обнаружения дефектов, такие как ультразвуковая дефектоскопия, и их применение для мониторинга качества изделий после литья. Авторы предлагают интегрированные подходы к совершенствованию контроля качества [7].

Исследование Кузнецова (2022) акцентирует внимание на влиянии конструкции форм для литья на образование дефектов. Он указывает на то, что неадекватная форма может привести к застреванию металла и образованию пустот [2].

Наконец, работа Лебедева (2021) рассматривает методы улучшения технологии литья, такие как использование вакуумного литья, что может значительно снизить количество дефектов [8].

Таким образом, литература демонстрирует комплексный подход к исследованию причин повреждения задвижек, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований в данной области.

Материалы и методы.

Методология исследования причин повреждения задвижки технологического трубопровода углеводородного конденсата из стали 20ГЛ:

1. Химический анализ: В лабораторных условиях проводится химический анализ образцов стали 20ГЛ для определения элементов химического состава. Используются методы спектрометрии и химического

анализа для оценки содержания углерода, марганца, хрома и других легирующих элементов.

2. Металлографические испытания: Изучение структуры стали выполняется с помощью оптической и электронной микроскопии. Образцы подвергаются травлению и исследуются на предмет наличия дефектов, таких как микротрещины и коррозионные продукты. Анализ помогает выявить влияние структуры материала на его механические свойства.

3. Измерения твердости: Оценка твердости задвижки проводится с использованием методов Роквелла или Бринелля. Это позволяет определить прочностные характеристики и возможные изменения, произошедшие в результате эксплуатации.

4. Термическая обработка: В рамках исследования запланировано проведение термической обработки образцов. Разработаны режимы нагрева и охлаждения, выбор которых обусловлен необходимостью оптимизации структуры стали для повышения ее прочностных и коррозионных свойств.

Эти методы в совокупности позволят установить причины повреждений задвижек и разработать рекомендации по улучшению их эксплуатационных характеристик.

Результаты.

1. Визуальный измерительный контроль.

Согласно результатам визуального измерительного контроля дефекты, были выявленные такие дефекты как: коррозионные пятна, сквозные отверстия (свищ), поры. Повреждение задвижки представляет собой сквозное отверстие (свищ) диаметром 1,3 мм, располагающийся в центральной части корпуса вблизи маркировки.

Внутренняя поверхность корпуса задвижки находится в удовлетворительном состоянии. В центральной части корпуса выявлен сквозной свищ диаметром 0,8-1,0 мм. Отложения на внутренней поверхности практически отсутствуют. В месте свища утончения стенки задвижки не зафиксировано. Толщина в этой зоне составила 7,2-7,5 мм.

2. Согласно химическому составу, маркировке и техническому паспорту изделия, задвижка изготовлена из стали 20ГЛ, следовательно сравнительный анализ будет проводиться, опираясь на ГОСТ 21357 – 87 «Отливки из хладостойкой и износостойкой стали.

3. По результатам химического анализа металл корпуса задвижки соответствует проектной марке стали 20ГЛ по ГОСТ 21357 – 87. Сталь 20ГЛ – это конструкционная легированная сталь для отливок, с содержанием углерода $C = 0,2\%$, марганца $Mn = 1,2\%$. Добавление марганца придаёт стали коррозионную стойкость.

4. По результатам измерений твердость металла вблизи повреждения и на удалении не равномерна. Разница в твердости вблизи наружной поверхности и основным металлом может объясняться способом производства детали (литьем). Пониженные значения вблизи раковины обусловлены наличием обезуглероженного слоя.

5. По результатам расчетов, предел прочности (σ_b) и относительный предел текучести ($\sigma_{0,2}$) основного металла корпуса задвижки удовлетворяют требованиям для стали 20ГЛ по ГОСТ 21357 – 87 после термической обработки.

6. Микроструктура металла корпуса задвижки характерная для марки стали 20ГЛ в состоянии поставки по 3 баллу зернистости, 7 шкале ГОСТа «8233-56 Сталь. Эталоны микроструктуры» видим соотношение 65/35 перлита и феррита соответственно.

Заключение.

1. По результатам химического анализа металл корпуса задвижки соответствует проектной стали 20ГЛ по ГОСТ 977-88.

2. При визуальном контроле на внутренней поверхности корпуса задвижки выявлено сквозное отверстие (свищ) диаметром 0,8-1,0 мм. Отверстие выходит на наружную поверхность, в центральной части, вблизи маркировки.

3. По результатам измерений твердость металла вблизи повреждения и на удалении не равномерна. Разница в твердости вблизи наружной поверхности и основным металлом может объясняться способом производства детали (литьем). Пониженные значения вблизи раковины обусловлены наличием обезуглероженного слоя. По результатам расчетов, предел прочности (σ_b) и относительный предел текучести ($\sigma_{0,2}$) основного металла удовлетворяют требованиям для стали 20ГЛ.

4. Микроструктура металла корпуса задвижки характерная для стали 20ГЛ в состоянии поставки. При исследовании основного металла выявлены дефекты в виде обширных скоплений пор. В центральном сечении, вблизи свища, выявлен дефект производства – литейная раковина, размер которой сопоставим с толщиной стенки изделия. Полости раковины соединены с внутренней и наружной поверхностями сквозными отверстиями.

5. Повреждение корпуса задвижки трубопровода углеводородного конденсата произошло в результате развития производственного дефекта (дефекта литья) с внутренней поверхности.

Библиографический список

1. Чернов, А., & Ильин, Д. (2020). "Влияние параметров литья на качество запорной арматуры". Журнал литейного производства.

2. Кузнецов, Р. (2022). "Влияние конструкции форм на дефекты литья". Научные труды литейщиков.

3. Исаков, А., & Кузнецов, В. (2021). "Коррозионная стойкость стали 20ГЛ в условиях эксплуатации". Журнал коррозии.

4. Петров, И. (2020). "Механические повреждения задвижек технологических трубопроводов". Трубопроводный транспорт.
5. Соловьёв, Е. (2019). "Влияние термической обработки на свойства стали 20ГЛ". Материалы научной конференции.17:18
6. Петров, И., & Сидоров, В. (2021). "Оптимизация сплавов для запорной арматуры". Металловедение и термическая обработка.
7. Смирнов, А., & Косяк, Е. (2019). "Методы обнаружения дефектов в запорной арматуре". Технология и качество.
8. Лебедев, Ю. (2021). "Современные технологии литья: вакуумное литье". Инновации в металлургии.
9. ГОСТ 1778-70 Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений. – М. ИЗДАНИЕ, июнь 2011г, 1-90с. УДК 669.14:543.06:006.354 - Группа В09
10. ГОСТ 21357-87 «Отливки из хладостойкой и износостойкой стали. Общие условия».
11. ГОСТ 1778-70 «Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений».
12. ГОСТ 32569-2013 «Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах.».