

УДК 669.14.018.291

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ КУЗБАССА

Лацинина С.В., магистрант гр. КТм-151, II курс
Короткова Л.П., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Введение. Актуальной в настоящее время является проблема не соответствия качества конструкционных материалов установленным стандартам. Это связано с тем, что металл в состоянии поставки зачастую не соответствует сопровождающим его сертификатами. Это связано с тем, что на машиностроительных заводах чаще всего отсутствуют лаборатории по контролю качества материалов и компетентный кадровый состав, методическое и лабораторное оборудование. Результатом этого является производство некачественных, дефектных изделий.

На кафедре "Металлорежущие станки и инструменты» КузГТУ всесторонне изучены аспекты данной проблемы на примере оценки качества конструкционных материалов, используемых на предприятиях Кузбасса. Накоплен опыт контроля качества конструкционных сталей и сплавов в состоянии поставки и после термической обработки. По итогам проведенной работы предложены пути решения проблемы улучшения качества.

Методика исследования. На кафедре «МСИИ» разработана методика контроля качества конструкционных сталей [1, 2, 3] и чугунов [4, 5]. В ее основу положены действующие нормативные документы. Ее использование позволяет решить проблему по обеспечению заданных эксплуатационных свойств в изделиях.

Проблема контроля качества конструкционных материалов решалась комплексно и включала в себя следующие основные мероприятия:

– *контроль качества конструкционных материалов в состоянии поставки:* визуальный контроль, измерительный контроль, химический анализ, механические и технологические испытания, металлографические исследования микро- и макроструктуры;

– *разработка рекомендаций по отбраковке металла в состоянии поставки;*

– *анализ термической обработки на основных технологических этапах производства:* разработка предварительной термической обработки для устранения дефектов микроструктуры; корректировка упрочняющей термообработки для обеспечения заданного комплекса свойств производимым изделиям.

Результаты исследования. Проблема качества конструкционных материалов в условиях предприятий Кузбасса освещена на примере результатов исследований, приведенных ниже.

I. Для ООО «Красный Октябрь» были решены следующие задачи [2]:

- контроль качества стальных труб различного сортамента из сталей 45, 30ХГСА, 35Х в состоянии поставки на соответствие требованиям ГОСТ 8731, ГОСТ 8732;

- разработаны рекомендации по совершенствованию предварительной, а так же упрочняющей термических обработок для деталей гидроцилиндров крепей горно-шахтного оборудования, работающих в тяжелых условиях эксплуатации с целью достижения следующих характеристик: HV 241-285 кгс/мм², σ_T не менее 450 Н/мм², σ_B не менее 750 Н/мм².

Результаты визуально-измерительного контроля, химического анализа, механических испытаний и металлографического исследования металла труб показали несоответствия требованиям стандартов по тем или иным показателям.

В структуре труб в состоянии поставки были выявлены следующие дефекты:

- перегретая микроструктура ниже 5 балла с признаками видманштетта в некоторых партиях из стали 45;

- наличие включений феррита в улучшенной микроструктуре труб из стали 35Х;

- неметаллические включения, превышающие допустимые значения, в виде недеформируемых оксидов 2а – 4а и силикатов 2б – 4б баллов во всех исследованных партиях металлопроката.

Таким образом, на предприятие, несмотря на наличие сертификатов, поставлялся некачественный прокат, т.к. во всех исследованных партиях сталей обнаружены различные дефекты микроструктуры.

Проблему повышения качества гидроцилиндров, связанную с их низкой прочностью, удалось решить за счет корректировки режимов предварительной и упрочняющей термических обработок:

1. Нормализация. Для труб из стали 45 эта термообработка может служить одновременно и предварительной (для исправления крупнозернистой микроструктуры), и упрочняющей.

2. Улучшение. Было рекомендовано для всех изученных марок сталей одновременно как предварительная, так и упрочняющая термическая обработка. При назначении термической обработки в виде улучшения следует учитывать прокаливаемость сталей, она должна быть выше толщины трубы. В случае, если на машиностроительное предприятие поставляется улучшенный прокат труб из сталей 35Х и 30ХГСА, соответствующий требованиям стандарта, то термообработка для них не требуется.

3. Нормализация с последующим улучшением. Нормализация была необходима для устранения дефектов структуры, например, неоднородной феррито-сорбитной структуры в трубах из стали 30ХГСА и крупного зерна в

трубах из стали 45. Улучшение – для получения однородной сорбитной структуры.

II. На предприятии по производству цемента возникла проблема с преждевременным выгоранием цепного завеса в мельницах вращающейся печи. В данном случае интенсивное выгорание происходило с цепями в горячей зоне, в которой температура газового потока достигает 1100 °С. Такой уровень жаростойкости должен быть обеспечен сталями марок 20Х27Н4СЛ – для цепей и 35Х23Н7СЛ – для серьги в соответствии с техническими условиями по ГОСТ 997.

В результате проведенных исследований была установлена причина пониженной стойкости звеньев цепей и серьги крепления цепного завеса из жаростойких сталей, поставляемых на предприятие [3]. Она заключалась в несоответствии поставляемой продукции действующим стандартам. На основе этого были предложены мероприятия по повышению жаростойкости исследуемых конструкций.

При решении данной проблемы был проведен контроль качества изделий в состоянии поставки (ГОСТ 13237).

Визуально-измерительный контроль деталей цепного занавеса показал соответствие изделий заявленным требованиям. Состояние наружной и внутренней поверхности серьги и звена цепи было удовлетворительное, дефектов в виде закатов, наружных трещин не обнаружено. Отклонений в размерах изделий, превышающих допустимые, установлены не были.

В результате проведенного химического анализа выявлен ряд несоответствий (по ГОСТ 977):

- в стали марки 35Х23Н7СЛ для серьги, установлено пониженное количество хрома (18,85 % вместо 21–25 %). Остальные элементы находятся в пределах допустимых стандартом и указанных в сертификате качества. Однако, несмотря на допустимое среднее значение по фосфору (0,0858 %), установлена его ликвация (с помощью оптико-эмиссионного метода химического анализа по ГОСТ Р 54153);

- в стали марки 20Х27Н4СЛ, из которой изготовлено звено цепи, установлены следующие несоответствия по химическому составу: пониженное количество углерода (0,051% вместо 0,19–0,22 %) и пониженное количество хрома (18,75 % вместо 26,15–26,28%) . Остальные элементы находятся в пределах значений, указанных в сертификате качества. По химическому составу сталь близка к марке 14Х18Н4Г4Л.

Были проведены металлографические исследования сталей, которые включали в себя контроль неметаллических включений и микроструктуры. Установлено, что несоответствия химического состава сталей, отразились на их микроструктуре.

Пониженное количество хрома привело к изменению класса стали по структуре. Исследуемые марки стали должны принадлежать к аустенитно-ферритному классу. В данном случае, звенья цепей и серьга имели микроструктуру, близкую к аустенитно-мартенситному классу. Это означает, что

исследуемые стали имеют пониженную температуру окалинотойкости и жаростойкости [6].

Дополнительно металлографические исследования позволили выявить в структуре серьги из стали 35Х23Н7СЛ повышенное количество неметаллических включений, наличие фосфидной эвтектики из-за ликвации по фосфору, что является браком стали.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить причины пониженной жаростойкости сталей, приводящих к интенсивному выгоранию цепного завеса:

1. Несоответствие по химическому составу, а именно, пониженное количество хрома в сталях по сравнению с регламентируемым стандартом;
2. Повышенное количество неметаллических включений и фосфидной эвтектики в микроструктуре стали.

В результате проведенных исследований было предложено использовать в данном случае цепные завесы из сталей аустенитного класса, обладающих повышенной жаростойкостью до 1200 °С (код ОКП 411240 по ГОСТ 977).

III. Накоплен опыт по контролю качества микроструктуры серых чугунов по ГОСТ 3443.

Методика контроля микроструктуры чугунов включает в себя: контроль графитовых включений по форме, распределению, размеру и объемному количеству графита; характеристику металлической основы по виду структуры, форме перлита, объемному содержанию перлита и феррита, по дисперсности перлита; исследование наличия дефектов микроструктуры в виде фосфидной эвтектики (характер распределения включений фосфидной эвтектики, размеры ячеек сетки в мкм и площадь включений фосфидной эвтектики в мкм²) [5].

Анализ микроструктуры чугунов по изложенной методике позволяет получить полную характеристику выявить недопустимые отклонения в макро- и микроструктуре.

На примере корпуса коробки отбора мощности стоительно-дорожной спецмашины удалось, например, выявить причину ее преждевременного разрушения. Она заключалась в недопустимо низком качестве литой заготовки: корпус имел на поверхности микродефекты в виде горячих трещин, пригаров, окислов; в микроструктуре присутствовал крупнопластинчатый перлит, графит гнездообразной формы, тройная фосфидная эвтектика, первичный цементит [4]. По результатам металлографических исследований микроструктура серого чугуна была описана формулой:

ПГф4 - ПГр1 - ПГд90 - Пт1 - П45 - Пд0,5 - ФЭЗ - ФЭр1 (1)

Таким образом, причиной разрушения корпуса коробки отбора мощности явились недопустимые отклонения в макро- и микроструктуре.

Выводы:

1. Разработанные методики контроля качества конструкционных материалов используются для решения конкретных производственных задач в условиях машиностроительных предприятий Кузбасса.

2. Методики используются в учебном процессе при подготовке магистрантов и при выполнении магистерских диссертаций по направлениям 15.04.05. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 27.04.02 «Управление качеством».

Список литературы:

1. Короткова Л.П., Шатько Д.Б., Дубинкин Д.М. Контроль качества материалов (в машиностроительном производстве). – ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева». – Кемерово, 2011. – 171 с.

2. А.Н. Коротков, Л.П. Короткова, Д.В. Видин, С.В.Лацинина, О.В. Фролова. Контроль качества конструкционных сталей при производстве горно-шахтного оборудования в условиях машиностроительных предприятий Кузбасса \ Вестник КузГТУ. 2016. №1. – 119-127 с.

3. Д.В. Видин, С.В. Лацинина. Проблема повышения жаростойкости деталей цепных мельниц \ Мат. II Междунар., науч.-прак. конф. «Актуальные проблемы в машиностроении», – 25 марта - Новосибирск, 2015. – 354-357 с.

4. Короткова, Л. П. Контроль качества чугунов: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Контроль качества материалов» для студентов направлений магистерской подготовки 27.04.02 «Управление качеством» очной формы обучения / Л. П. Короткова, С. В. Лацинина; ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им.Т. Ф. Горбачева», каф. «МСИИ». – Кемерово, 2016. – 26 с.

5. Л.П. Короткова, С.В. Лацинина, А.В. Рыжикова. Взаимосвязь проблем качества металла и его эксплуатационных показателей на примере изделий из серого чугуна \ Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука. Инновация. Технологии» 1-4 декабря 2011 г., г. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011, С. 153-155.

6. Гольдштейн М. И. Специальные стали: учеб. для вузов / М. И. Гольдштейн, С. В. Грачев, Ю. Г. Векслер. – М. : Металлургия, 1985. –408 с.