

Причины брака возникающего в детали типа «наконечник»

К.Н. Пантюхова, М.Е. Новосёлова, К.О. Рогозина.

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена термическая обработка изделия типа «наконечник», изготовленного из стали 12Х18Н10Т, брак возникающий в процессе технологических операций ТО, приведены микроструктуры нержавеющей стали 12Х18Н10Т до и после термической обработки и предложен способ борьбы с браком. Так же в статье представлены таблицы с химическим составом и механическими свойствами стали 12Х18Н10Т.

Ключевые слова: термическая обработка, брак, карбидные включения, аустенит.

Создание разнообразных новых конструкций и усовершенствование существующих, организация их массового производства, стремление к повышению надежности работы каждого агрегата стимулируют разработку инновационных и модифицирование ранее применявшихся материалов. С каждым годом возрастают требования, предъявляемые к используемым сплавам. От современного материала требуется достаточная механическая прочность в сочетании с конструкционной вязкостью, коррозионной стойкостью и высокими технологическими свойствами. Повысились требования, предъявляемые к физическим характеристикам, а также к механической прочности специальных сплавов.

В реализации технических и организационных задач термическая обработка занимает важное место. В последние десятилетия теория термической обработки развивалась стремительными темпами, характеризующимися все большим использованием научных представлений и экспериментальных методов физики металлов. В результате чего были весьма подробно изучены процессы термообработки давно используемых и новых металлических материалов.

Целью данной работы является изучение причины возникновения дефекта после термической обработки изделия типа «наконечник» и поиск путей решения данной проблемы.

Деталь типа «наконечник» входит в состав технологического узла ракетносителя, вследствие чего она является особо ответственным изделием. Условия эксплуатации данной детали отличаются высокими давлениями и наличием агрессивной среды. Исходя из этого материал для детали должен обладать высокой коррозионной стойкостью и высокими пластическими свойствами.

Для изготовления детали используется сплав 12Х18Н10Т (табл. 1). Коррозионностойкая хромо-никелевая сталь 12Х18Н10Т с различной степенью упрочнения используется при необходимости сочетания высоких прочностных и упругих свойств металла, работающего в условиях средней агрессивности [1] (табл. 2).

В результате проведения термической обработки изделия, возникает брак в виде искажения формы детали (овальность). Из-за этого изделие приходит в

негодность, т.к. при исправлении данного вида брака происходят дополнительные затраты средств, что не является экономически выгодным. Для определения причин брака следует рассмотреть процессы, происходящие в стали в процессе термической обработки изделия.

Таблица 1.

Химический состав сплава 12Х18Н10Т в % [2]

С	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti	Fe	S
до 0,2	до 2	9–11	до 0,02	до 0,035	17–19	до 0,3	0,4–1	67	до 0,8

Таблица 2.

Механические свойства сплава 12Х18Н10Т [2]

σ_b , МПа	δ , %	Ψ , %
510	35	40



Рисунок 1 – Структура стали 12Х18Н10Т в исходном состоянии

Структура сплава в исходном состоянии представляет собой достаточно крупные аустенитные зёрна с ярко выраженными границами и неравномерно распределёнными карбидными включениями, так же следует обратить внимание на большое количество двойников присутствующих в структуре. Сплав относится к аустенитному классу, т.к. после термической обработки структура не изменяется и остаётся аустенитной.

Стандартная термическая обработка для сплава данного класса заключается в следующем: закалка при температуре 1050-1100 °С в течении 25 минут +1,5 на каждый мм сечения. С последующим охлаждением в воду с температурой не выше 25 °С. При нагревании изделия до закалочных температур происходит растворение карбидов хрома $M_{23}C_6$ (Cr – 73%, W- 20%, V – 2%, С – 5%) в решётке аустенита, а последующее ускоренное охлаждение усиливает степень деформации аустенитной решётки. В этом случае недопустимо медленное

охлаждение, так как возможно выделение карбидов, приводящее к ухудшению пластичности и коррозионной стойкости изделия. Помимо этого, при закалке происходят рекристаллизационные процессы, устраняющие последствия пластической деформации, которой часто подвергают нержавеющие аустенитные стали. Для аустенитных сталей закалка является смягчающей термической операцией, т.к. твёрдость сталей не повышается, а снижается.

После закалки проводится отжиг для снятия напряжений, он заключается в нагреве в печи до температуры 350 ± 10 °С. в течении 8-10 часов, и последующее охлаждение с печью до 200 °С, и затем на воздухе. Во время охлаждения на воздухе, происходит выделение легирующих элементов из аустенита с образованием карбидов, что ввиду большого процентного содержания легирующих элементов приводит к короблению детали.

Для исправления коробления на производстве применяется дополнительный отжиг при температуре 480 °С в контейнере с песочным затвором и дополнительной защитой титановой губкой в шахтной печи с отсчётом времени по термопаре. В процессе вторичного отжига происходит стабилизация структуры и за счёт равномерного распределения карбидных включений по объёму материала, снижаются внутренние напряжения, так же происходит измельчение зерна, что в совокупности снижает коробление детали (рис.2).

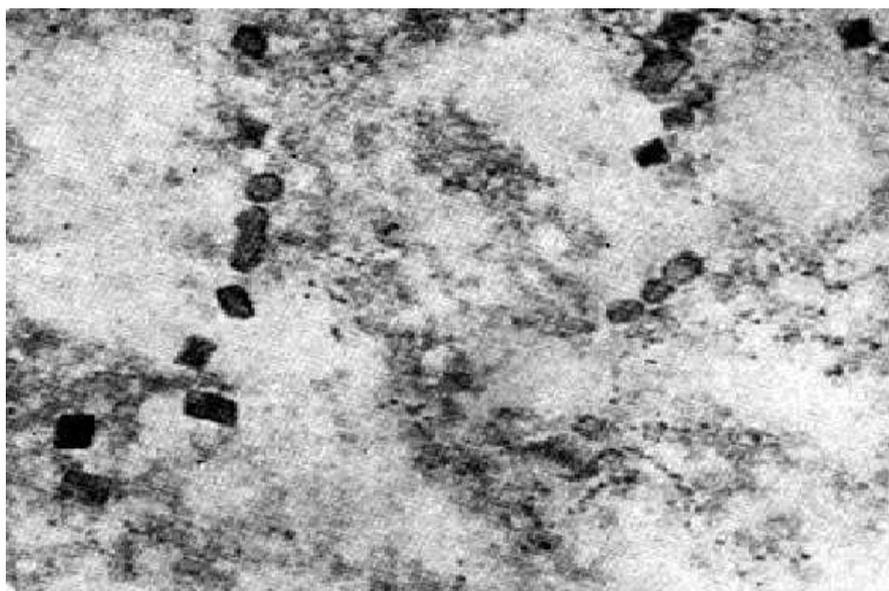


Рисунок 2 – Структура стали 12X18H10T после дополнительного отжига

Представленные выше технологические операции для исправления брака в результате термической обработки являются неоправданно затратными, что в свою очередь ведёт к удорожанию изделия. Для экономии производства целесообразно использование материала другой марки, например стали 08X17T или 15X25T, имеющие меньшую стоимость, в сравнении с 12X19H10T. Эти марки стали обладают теми же свойствами, которые необходимы от стали 12X18H10T, а именно: относятся к классу коррозионностойких сталей, предел кратковременной прочности от 500 МПа, работа в агрессивных средах, где возможна точечная коррозия, высокие температуры эксплуатации (до 600 °С).

Библиографический список

1. Гуляев А.П. Материаловедение. Учебник для вузов. 6-ие изд. перераб. и доп. М.: Металлургия, 1986. 544 с.
2. ГОСТ 5632 – 72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки и технические требования. Введ. 27-12-72. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. 75 с.