

## Оптимизация термической обработки поковок жаропрочных никелевых сплавов для колец ТРДДФ

А. В. Бурлаков<sup>1</sup>, Я. В. Букина<sup>1</sup>, Г. Ю. Рудковский<sup>1</sup>, А. И. Бухмиллер<sup>1</sup>,  
Ф. С. Жижин<sup>1</sup>, Д. Д. Закирова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

*Аннотация:* Стандартная термическая обработка сплава ХН73МБТЮ (ЭИ698) предусматривает двойную закалку и старение. Как показывает практика, полуфабрикаты после стандартной термообработки имеют пониженные значения пластичности.

*В данной работе предлагается введение дополнительной операции термообработки (старение) для повышения механических свойств поковок из жаропрочного сплава на никелевой основе ХН73МБТЮ.*

*Ключевые слова:* поковка, жаропрочные никелевые сплавы, твердость, старение, термическая обработка.

Термическая обработка сплавов на никелевой основе заключается в закалке и старении, условия для которого (температура, время) зависят от состава сплава и условий работы изделия, так как разупрочнение сплава не будет происходить, если рабочие температуры ниже температуры старения. Для некоторых сплавов производят двойную закалку и старение, что уменьшает проскальзывание по границам зерен и чувствительность к концентраторам напряжений.

Сплав ХН73МБТЮ применяется для изготовления деталей авиационной техники (лопаток газовых турбин, термообработанных и обточенных штамповок дисков, дефлекторов) с рабочей температурой до + 750 °С; крепежных и других деталей, работающих при температуре до 750 – 800 °С.

Химический состав сплава представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав стали ХН73МБТЮ, % по ТУ14-1-2792-79

С	Cr	Al	Ti	Nb	Mo	P	S	Mn	Fe	Si	B
						не более					
0,03- 0,07	13,0- 16,0	1,45- 1,80	2,35- 2,75	1,9- 2,2	2,8- 3,2	0,015	0,007	0,40	2,0	0,50	0,005

Стандартная термообработка на основании ТУ на материал включает: закалка I на воздухе с 1100 - 1120 °С (выдержка 8 часов), охлаждение на воздухе, закалка II на воздухе с 990 - 1010 °С (выдержка 4 часа), охлаждение на воздухе, старение при 765-785 °С в течение 16 часов, охлаждение на воздухе.

Проводилась термообработка поковки жаропрочного диска (рис. 1) по стандартному режиму с требуемой чертежной твердостью по Бринеллю НВ d 3,3 ... 3,55 мм (время выдержки не зависит от сечения детали). В процессе

проведения термической обработки полученный диаметр отлетка составил НВ d 3,2 мм. ТУ на материал оговаривает подобные случаи неполучения нужных механических характеристик проведением дополнительного старения по режиму:  $700 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 16 часов или при  $750 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 8 часов, охлаждение на воздухе. Было предпринято решение произвести достаривание (рис. 2) по режиму:  $775 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  с выдержкой 5 часов для обеспечения требуемой твердости. В результате проведения дополнительной операции было получено требуемое значение отпечатка равное НВ d 3,3 мм.

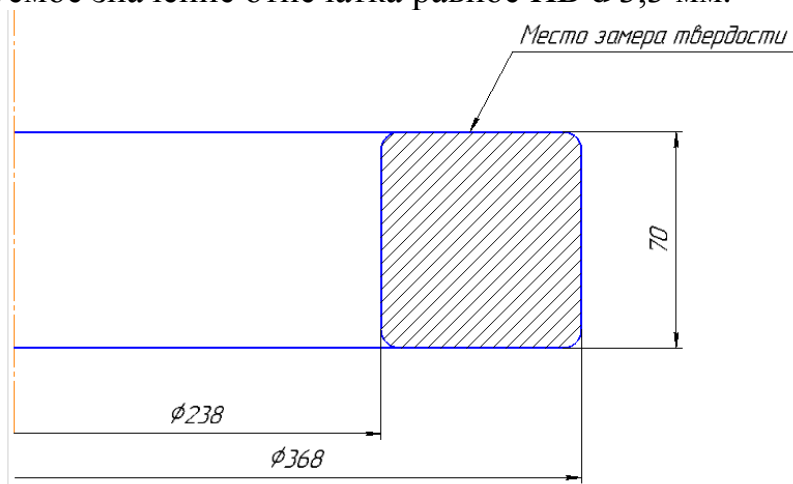


Рисунок 1 – Кольцо

Можно сделать заключение, что не всегда проведение дополнительных операций, отмеченных в технических условиях на материал, приводит к получению требуемых механических характеристик (структура, получаемая после проведения дополнительной операции, не анализировалась). Корректировка времени выдержки путем его сокращения в том или ином случае устанавливается опытным путем, что исключает строгую необходимость соблюдения времени выдержки при старении, что позволяет продлить жизненный срок печного оборудования.

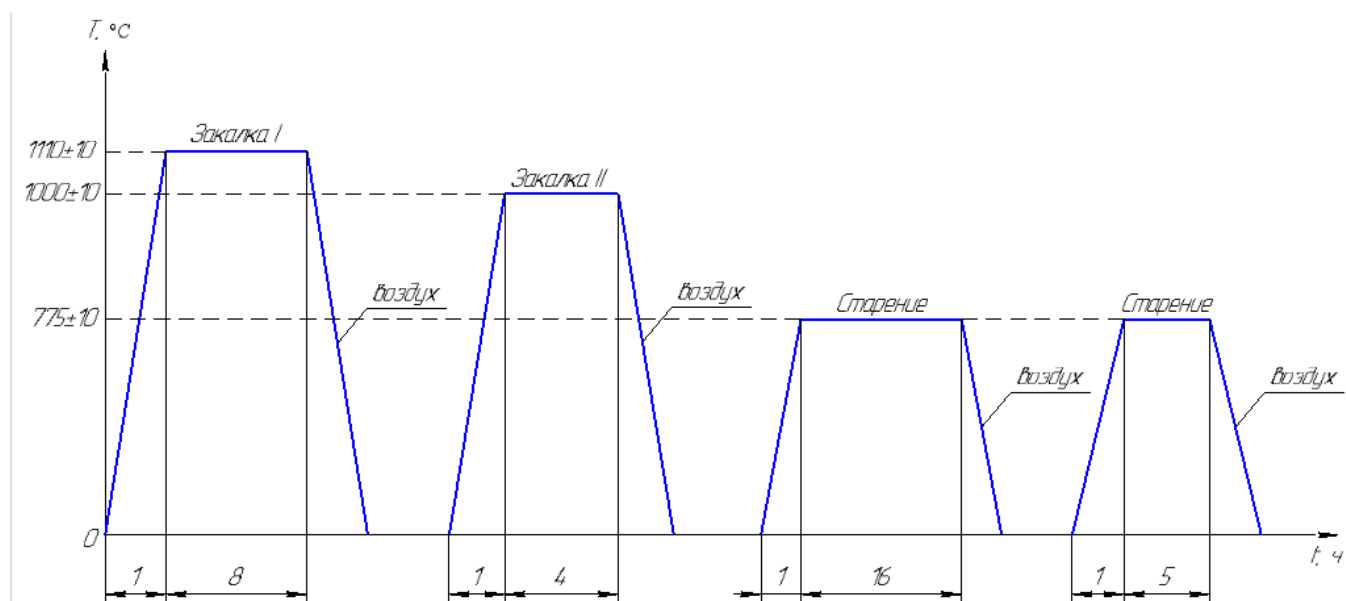


Рисунок 2 – График термической обработки

Данный случай имеет место при проведении термической обработки полуфабрикатов при стандартном режиме путем введения дополнительной операции. Проблема пониженной пластичности рассмотрена в работе О. Н. Власова, и др. – «Оптимизация режимов термической обработки деформированных полуфабрикатов из среднелегированных жаропрочных никелевых сплавов», в которой рассматривается корректировка режима второй закалки с учетом температуры полного растворения  $\gamma$  – фазы конкретных плавок. При этом достигался стабильный уровень механических свойств сплава [1].

#### Библиографический список

1. Власова О. Н. Оптимизация режимов термической обработки деформируемых полуфабрикатов из среднелегированных жаропрочных никелевых сплавов [Текст] / Власова О. Н., Корнеева Н. Н., Еременко В. И., Ломберг Б. С., Субботин А. М., Горохов В. П. // «Металловедение и термическая обработка металлов». - 1993. - № 1. - С. 31-34.
2. Овсепян С. В. Термическая обработка деформируемых жаропрочных никелевых сплавов для дисков ГТД [Текст] / Овсепян С. В., Ломберг Б. С., Бакрадзе М. М., Летников М. Н. // «Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана», серия «Машиностроение». - 2011. - № S2. - С. 122-130.