

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАКАЛКИ НА СВОЙСТВА ХРОМОНИКЕЛЕВОЙ СТАЛИ ЭП750-Ш, ИСПОЛЪЗУЕМОЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ЖРД

Ю.А. Пчельникова, О.А. Нечаева

Научный руководитель: главный металлург В.М. Астрединов
Акционерное общество Конструкторское бюро химавтоматики,
Россия, г. Воронеж, ул. Ворошилова, 20, 394006
E-mail: j.a.pchelnikova@gmail.com

Хромоникелевые стали представляют собой коррозионностойкие стали и широко используются в производстве изделий ракетно-космической отрасли. Аустенитная структура таких материалов характеризуется высокой технологичностью, необходимой для операций горячей и холодной деформации. Термической обработкой данных сталей является закалка, включающая в себя нагрев до заданной температуры и последующее быстрое охлаждение. Закалка является эффективным средством предупреждения межкристаллитной коррозии и придания стали оптимального сочетания механических и коррозионных свойств [1].

Данные материалы в процессе производства изделий проходят комплекс трудоёмких и энергоёмких операций, включая методы интенсивной пластической деформации.

В представленной работе рассматривается проблема возникновения дефектов в процессе производства изделий из листового полуфабриката стали ЭП750-Ш, обусловленных снижением пластичности материала. Целью данной работы является исследование влияния повышения температуры закалки на свойства и микроструктуру материала, проходящего операции интенсивной пластической деформации.

Хромоникелевая сталь аустенитного класса ЭП750-Ш проходит входной контроль (химический состав, механические свойства, микроструктура), а затем передается в производство, где подвергается в процессе изготовления детали нескольким операциям ротационной вытяжки и термообработки.

На стадиях операций ротационной вытяжки наблюдались случаи образования трещин в материале. При этом стандартным режимом термообработки материала стали ЭП750-Ш является закалка при $T = 1050-1150$ °С. К тому же, в микроструктуре материала наблюдались участки с утолщенными границами зёрен (рис. 1).

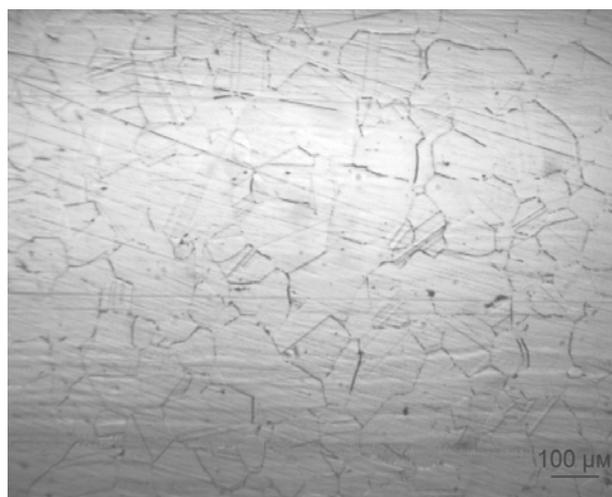


Рис. 1. Микроструктура с утолщёнными границами зёрен

Толщина границ зёрен оказывает большое влияние на свойства материала. Прочность границ зёрен аустенита зависит от их строения: более грубые границы, как правило, имеют

низкую прочность и разрушаются быстрее, чем тонкие границы [2]. Как показали исследования, данный дефект в микроструктуре исправляется повторной термообработкой материала с повышением температуры закалки.

Для исследований по устранению описанных выше дефектов были проведены исследования на образцах, вырезанных из материала стали ЭП750-Ш после II перехода ротационной вытяжки из деформированной части. Данные образцы прошли закалку в вакуумной печи: образец с клеймом № 1 - при $T = 1190^{+10}$ °С, а образец с клеймом № 2 - при $T = 1240^{+10}$ °С, с выдержкой на режиме в течение 15^{+5} мин. и охлаждением с напуском аргона давлением 4 атм.

Механические свойства материала образцов с клеймами № 1 и № 2 определялись при комнатной температуре. При повышении температуры закалки значительно повышается пластичность материала по сравнению с результатами входного контроля, а прочностные характеристики уменьшаются, что благотворно сказывается на материале при проведении холодной пластической деформации. Следует отметить, что при закалке с $T = 1240^{+10}$ °С предел прочности материала становится ниже требований ТУ 14-1-1731-76. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты механических испытаний

Образец	Предел прочности, кгс/мм ²	Предел текучести, кгс/мм ²	Относит. удлинение, %
	Норма по ТУ 14-1-1731-76 (не менее)		
	75	35	35
№ 1	81,5	40,8	53,1
	82,1	38,4	55,1
	81,9	38,7	54,2
№ 2	71,8	36,3	55,1
	71,3	36,8	54,7
	70,2	35,1	55,1
входной контроль	78,3	48,0	40,6
	75,8	47,8	38,6

Также на образцах был проведен микроструктурный анализ, который показал, что структура материала образцов с клеймами № 1 и № 2 аустенитная, границы зёрен тонкие.

Таким образом, из результатов проведенных исследований следует, что увеличение температуры закалки приводит к повышению пластических свойств материала, а также отсутствию дефектов микроструктуры. При температуре закалки $T = 1190^{+10}$ °С механические свойства материала ЭП750-Ш соответствуют нормам ТУ 14-1-1731-76. Повышение пластичности увеличивает технологические возможности материала и позволяет уменьшить вероятность появления дефектов на стадиях производства изделий ЖРД.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ульянин Е. А. Коррозионностойкие стали и сплавы. – М.: Металлургия, 1991. – 92с.
2. Фомин В. В. Гидроэрозия металлов. – М.: Машиностроение, 1977. – 208с.