**Исследование влияния термической обработки на структурно-фазовое состояние и механические свойства стали типа Х13, легированной азотом**

***Спицина И.В., Кудряшов А.Э.***

*Старший лаборант-исследователь*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, Москва, Россия*

*E-mail: ivspitsina@mail.ru*

Стали типа Х13 с различным содержанием углерода – наиболее экономно легированные, коррозионностойкие стали. Они востребованы в нефтегазодобыче, строительстве, машиностроении, перерабатывающих и других отраслях. Термические обработки таких сталей (закалка и низкий, но чаще – высокий отпуск) - компромисс между необходимостью обеспечить свойства прочности, пластичности и коррозионной стойкости. Легирование таких сталей азотом может способствовать улучшению их коррозионной стойкости [1].

Объектом исследования в данной работе являются две модельные плавки сталей на основе Х13, легированные ~0,09% азота, с содержанием углерода 0,025 и 0,2% (плавки 1 и 2, соответственно). Стали были выплавлены в открытой индукционной печи, после отжига при 1200оС прокованы на заготовки под прокатку, охлаждены на воздухе и затем прокатаны в горячую с температуры нагрева 1150оС на пластины толщиной 14 мм. Для металла, вырезанного из пластин, варьировали температуру нагрева (от 850 до 1150оС) и время выдержки под закалку (20, 40 и 60 мин) с использованием трех сред охлаждения (вода, масло, воздух). Цель работы – установление влияния термической обработки на их структурно-фазовое состояние сталей и твердость, которая у сталей данного типа хорошо коррелирует с прочностью.

Исследования позволили выбрать температуры нагрева под закалку, обеспечивающие максимальную твердость сталей без их растрескивания при закалке. Были выявлены оптимальные температуры и скорости охлаждения при термической обработке, не приводящие к растрескиванию металла: - для плавки 1 с феррито-мартенситной структурой – 950-1000 °С, охлаждение в масле; для плавки 2, с мартенситной структурой – 950-1050 °С, охлаждение на воздухе. При этом, для плавки 1 максимальная твердость 34 =HRC достигается после кратковременной выдержки (20 мин) при нагреве 1000-1050 °С, но за счет увеличения длительности выдержки до 40 – 60 минут можно снизить температуру нагрева до 950 °С, не потеряв значение твердости. Для плавки 2 выдержка в течение 20 минут обеспечивает наивысшую твердость после нагревов при 1000 и 1050 °С.

Исследования показали также, что с ростом длительности выдержек под закалку максимум твердости смещается в сторону более низких температур.

**Литература**

1. М. В. Костина, Л. Г. Ригина, В. С. Костина, А. Э. Кудряшов, Р. С. Федорцов. Обзор исследований коррозионностойких сталей на основе Fe - ~13 % Cr: термическая обработка, коррозионная- и износостойкость // Известия вузов. Черная металлургия. 2023. № 66(1). С. 8–26. DOI: 10.17073/0368-0797-2023-1-8-26

2. Костина, М. В. Азотосодержащие стали и способы их производства / М. В. Костина, Л. Г. Ригина // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – №8. – С. 606 – 622.