

**В.В. Глебов**  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

**Ю.Н. Каленихин**

ННИИ машиностроительных материалов «Прометей»

**Блинов В.М.**

Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН

## КОРРОЗИОННО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ 05X22AG14H7M

Исследованы коррозионно-механические характеристики высокопрочной нержавеющей стали 05X22AG14H7M с повышенным содержанием азота (0,65–0,75%).

В машиностроении при изготовлении ответственных деталей судовых машин и механизмов необходимы аустенитные коррозионностойкие стали с высокими прочностными и пластическими характеристиками. Основным недостатком применяющихся высокопрочных ( $\sigma_{0,2} \geq 600$  МПа) нержавеющей немагнитных дисперсионно-твердеющих сталей является их пониженная пластичность и вязкость разрушения, не обеспечивающая необходимого ресурса работы [1].

Поэтому нами была разработана сталь 05X22AG14H7M с твердорастворным упрочнением за счет повышения содержания азота до 0,65–0,75% азота с пределом текучести  $\sigma_{0,2} > 550$  МПа и ударной вязкостью  $KCV > 0,5$  МДж/м<sup>2</sup> [2,3].

В связи с тем, что в литературе мало сведений о коррозионно-механических характеристиках высокопрочных нержавеющей сталей с повышенным содержанием азота, в работе были исследованы данные свойства этих сталей.

В табл. 1 приведены механические и коррозионные свойства стали 05X22AG14H7M и 12X18H10T в состоянии после закалки.

Таблица 1

**Механические и коррозионные свойства аустенитных сталей  
05X22AG14H7M и 12X18H10T**

| Сталь        | Механические свойства |                  |              |            |                         | Склонность к МКК | Режим термообработки  |
|--------------|-----------------------|------------------|--------------|------------|-------------------------|------------------|-----------------------|
|              | $\sigma_{0,2}$ , МПа  | $\sigma_b$ , МПа | $\delta$ , % | $\psi$ , % | KCV, МДж/м <sup>2</sup> |                  |                       |
| 05X22AG14H7M | 590                   | 960              | 60,0         | 70,        | 2,0                     | нет              | Закалка, 1070°C, вода |
| 12X18H10T    | 230                   | 560              | 46,0         | 66,0       | 1,5                     | нет              |                       |

Сталь 05X22AG14H7M отличается сочетанием высоких значений как прочностных характеристик, так и пластических свойств (табл.1), что объясняется повышенным содержанием азота (табл. 2).

В табл. 2 приведен химический состав сталей 05X22AG14H7M и 12X18H10T.

Таблица 2

**Химический состав сталей 05X22AG14H7M и 12X18H10T, %**

| Сталь        | C     | Cr   | Mn   | Ni   | Si   | Mo   | V    | N    | Ti  |
|--------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 05X22AG14H7M | 0,054 | 22,5 | 12,0 | 7,6  | 0,20 | 0,75 | 0,25 | 0,69 | -   |
| 12X18H10T    | 0,12  | 18,0 | ≤2,0 | 10,0 | ≤0,8 | -    | -    | -    | 0,7 |

Содержание серы и фосфора менее 0,025%.

В табл. 3 приведены коррозионные характеристики сталей 05X22AG14H7M и 12X18H10T в морской воде.

**Коррозионные характеристики сталей 05X22АГ14Н7М и 12Х18Н10Т**

| Сталь        | Потеря массы, г/м <sup>2</sup> ·ч | Потенциал коррозии, В |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 05X22АГ14Н7М | 0,0008                            | + 0,25                |
| 12Х18Н10Т    | 0,00081                           | + 0,06                |

Установлено, что сталь не склонна к коррозионному растрескиванию в морской воде [4]. Также были выполнены исследования коррозионно-усталостной прочности стали 05X22АГ14Н7М на образцах Ø10 мм при чистом изгибе с вращением на базе 10<sup>7</sup> циклов на воздухе и морской воде.

Результаты представлены на рис. 1.

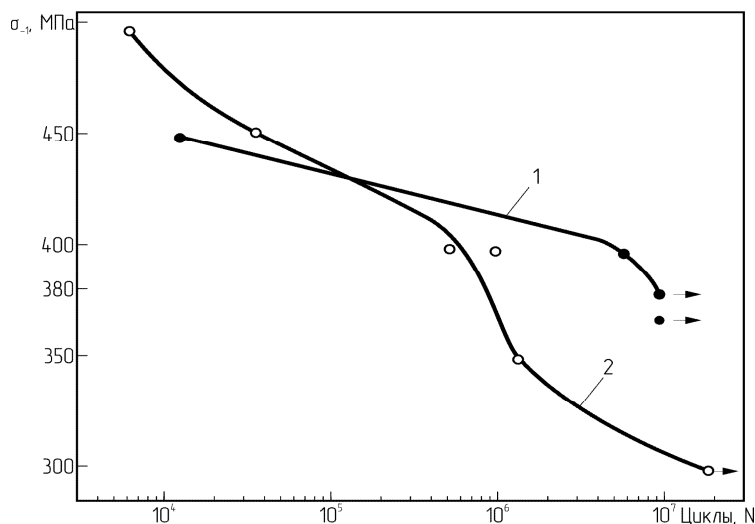


Рис. 1. Кривые усталостной прочности стали 05X22АГ14Н7М при испытаниях на воздухе (1) и морской воде (2)

Структура стали 05X22АГ14Н7М исследовалась методами оптической металлографии (рис. 2) и электронной микроскопии (рис. 3).

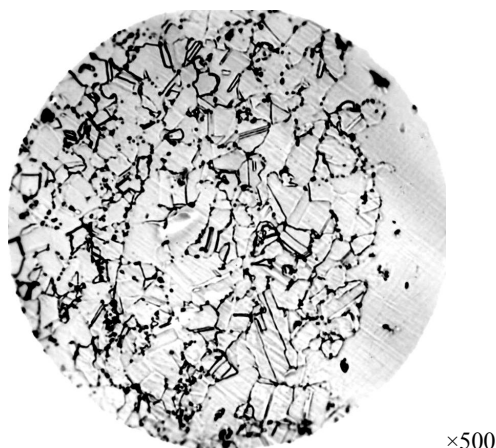


Рис. 2. Микроструктура стали 05X22АГ14Н7М после закалки 1050°С –вода

Структура стали аустенитная ( $H^50_{\mu} \sim 360$  МПа) с размером зерна 30–100 мкм) и небольшим количеством пластинчатых выделений нитридов хрома  $Cr_2N$ .

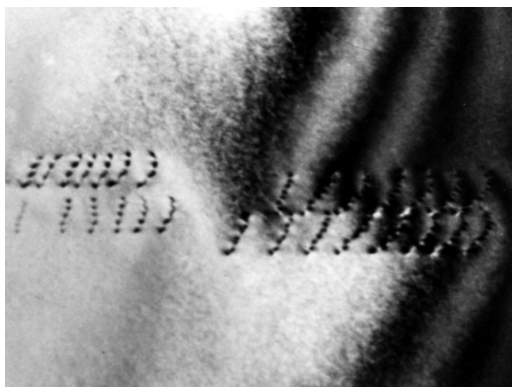


Рис. 3. Плоские скопления дислокаций с выделившимися на них частицами нитридов хрома в закаленной стали 05X22AG14N7M

Электронная микроскопия выявляет плоские скопления дислокаций, что свидетельствует о низкой энергии дефектов упаковки аустенита (рис. 3).

#### Выводы

1. Аустенитная коррозионно-стойкая сталь 05X22AG14N7M характеризуется сочетанием высоких прочностных ( $\sigma_{0,2} > 550$  МПа;  $\sigma_b = 950$ –1000 МПа) и пластических свойств ( $\delta = 40$ –60%,  $\psi = 50$ –70%), что объясняется повышенным содержанием в составе стали азота (0,6–0,7%).

2. Аустенит стали 05X22AG14N7M имеет твердорастворный механизм упрочнения и высокую коррозионно-усталостную прочность (на воздухе  $\sigma_{-1} = 380$  МПа; в морской воде  $\sigma_{-1} = 300$  МПа) на базе  $10^7$  циклов.

3. Сталь 05X22AG14N7M может быть рекомендована для изготовления ответственных немагнитных ( $\mu < 1,01$  гс/эрс) деталей судового машиностроения.

#### Список литературы:

- [1] Банных О.А., Блинов В.М. «Дисперсионно-твердеющие немагнитные ванадийсодержащие стали», М., «Наука», 1980, 190 с.
- [2] Авторское свидетельство № 1225876.
- [3] Глебов В.В., Тюсина Н.М., Каленихин Ю.Н., Пойменов И.Л., Блинов В.М., Пермитин В.Е. «Высокопрочная немагнитная сталь для тяжело нагруженных деталей транспортного машиностроения», Известия АН СССР, сер. Металлы, №1, 1989, с.157.
- [4] Блинов Е.В. «Разработка высокопрочного коррозионно-стойкого высокоазотистого немагнитного сплава для высоконагруженных деталей», Кандидат. диссертация на соиск. степ. к.т.н., М., Имет РАН, 2008, 156 с.