

УДК: 669.15-194.56:539.26

Глебов Владимир Васильевич¹, к. ф.-м.н., доцент каф. ПТМ и МР,
e-mail: vladimir_vasg@rambler.ru

Матвеев Юрий Иванович¹, д.т.н., проф., зав. каф. ЭСЭУ,
e-mail: matveeveseu@mail.ru

Репин Федор Федорович¹, к.т.н., проф., доцент каф. ПТМ и МР
e-mail: pmptmvgavt@yandex.ru

¹Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

КОРРОЗИОННО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ ТИПА 23Х15Н7М2 ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СУДОВОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Аннотация. Исследовано влияние термообработки, легирования и способа выплавки на структуру и физико-механические свойства стали 23Х15Н7М2. Показано, что ввод в состав стали 2-3 % Со способствует увеличению магнито-мягких характеристик мартенсита отпуска. Отмечено также положительное влияние на уровень магнито-мягких свойств уменьшение количества неметаллических включений в стали 23Х15Н7М2 при рафинирующих переплавах, а также применение термоциклической обработки.

Ключевые слова: сталь переходного класса, аустенит, мартенсит отпуска, кобальт, легирование, термообработка, способ выплавки.

Сталь 23Х15Н7М2 была разработана ЦНИИЧМ им. И.П.Бардина совместно с ГФ ЦНИИКМ «Прометей» для изготовления монолитных заготовок деталей с заданным расположением магнитных и немагнитных участков, создаваемых локальной термообработкой [1]. Ранее было установлено, что сталь 23Х15Н7М2 может применяться для изготовления цельных валов электродвигателей с магнитными и немагнитными участками взамен сварных.

Также была показана возможность применения стали 23Х15Н7М2 для изготовления деталей якоря СУЗ АЭС (рис. 1).

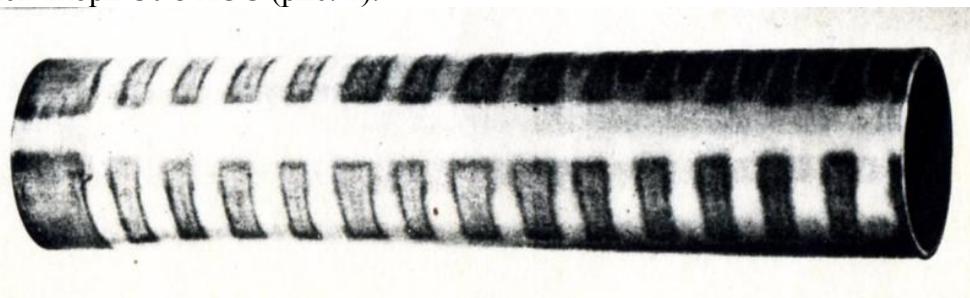


Рис.1. Макет якоря системы управления защиты АЭС - (темные участки - магнитная фаза - мартенсит; светлые участки - немагнитная фаза - аустенит).

Однако, как показали проведенные исследования, несмотря на то, что использование стали 23Х15Н7М2 для деталей электрических машин в монолитном исполнении позволяет снизить трудоемкость изготовления в 2-3 раза, широкое применение стали

сдерживается недостаточно высоким уровнем магнито-мягких и коррозионных характеристик мартенсита отпуска стали 23X15H7M2 [2].

В этой связи возникла необходимость в проведении работы по уточнению химического состава [3], способа выплавки и режима термообработки для повышения физико-механических характеристик стали 23X15H7M2 [4].

Поэтому были выплавлены опытные плавки с введением в состав стали кобальта, кремния, ванадия и РЗМ для повышения уровня магнито-мягких характеристик мартенсита отпуска стали типа 23X15H7M2.

Все плавки содержали углерода 0,16-0,24%; марганца 0,39-0,57%; серы и фосфора менее 0,025%. Плавки 333 и 339 были выплавлены в индукционной печи ИСТ-0,16. Плавки 126,425 и 105 были выплавлены в дуговой основной электропечи ДСП-1,5. Плавка 425 была подвергнута электрошлаковому переплаву, а плавка 105 – вакуумно-дуговому.

Для получения максимального количества мартенсита были опробованы два режима термической обработки: 1 режим – предварительная обработка 800°C, 3 часа, вода; - закалка 1070°C, 3 часа, вода; термоциклическая обработка 800°C, 5 циклов по 1 часу, вода; отпуск 400°C, 10 часов, воздух; 2 режим – предварительная обработка 800°C, 3 часа, вода; закалка 1070°C, 3 часа, вода; термоциклическая обработка 800°C, 5 циклов по 0,5; 1; 2; 3; 4 часа, вода; промежуточная закалка 900°C, 3 часа, вода; промежуточное старение 750°C, 10 часов, вода; отпуск 400°C, 10 часов, воздух.

Было установлено, что термообработка по режиму 2 обеспечивает получение в структуре стали ~ 90-95% мартенсита, а термообработка по режиму 1 ~ 80-85%, поэтому термообработка по режиму 2 приводит к получению более высокого уровня магнито-мягких характеристик мартенсита отпуска стали 23X15H7M2.

Показано, что ввод в состав стали 2,0-3,0% кобальта с заменой такого же количества никеля, повышение содержания ванадия и исключение из состава стали молибдена ведет к повышению уровня магнитной индукции (B50, B100) в полях 50 и 100 зрстед.

Легирование стали РЗМ (пл.333) обеспечивает снижение значений коэрцитивной силы.

Применение отпуска при 400°C обеспечивает получение более высокого уровня значений магнитной индукции мартенсита по сравнению с отпуском при 500°C, однако при этом снижается коррозионная стойкость стали [5](рис.2).

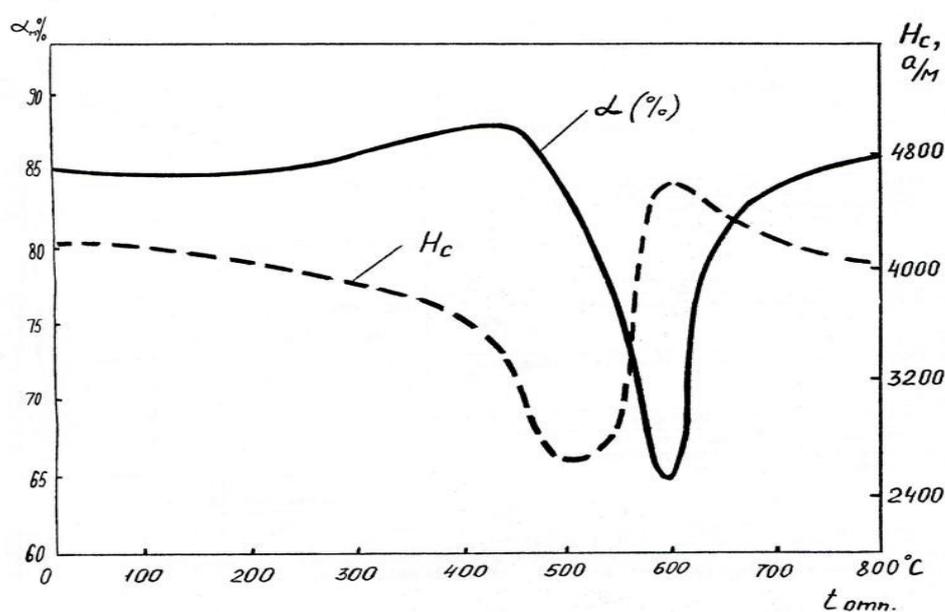


Рис.2. Влияние температуры отпуска стали 23X15H7M2 на количество мартенсита (α) и величину коэрцитивной силы (H_c).

Также было установлено, что применение электрошлакового переплава повышает уровень значений магнитной индукции стали 23X15H7M2 на 15-20% (рис.3).

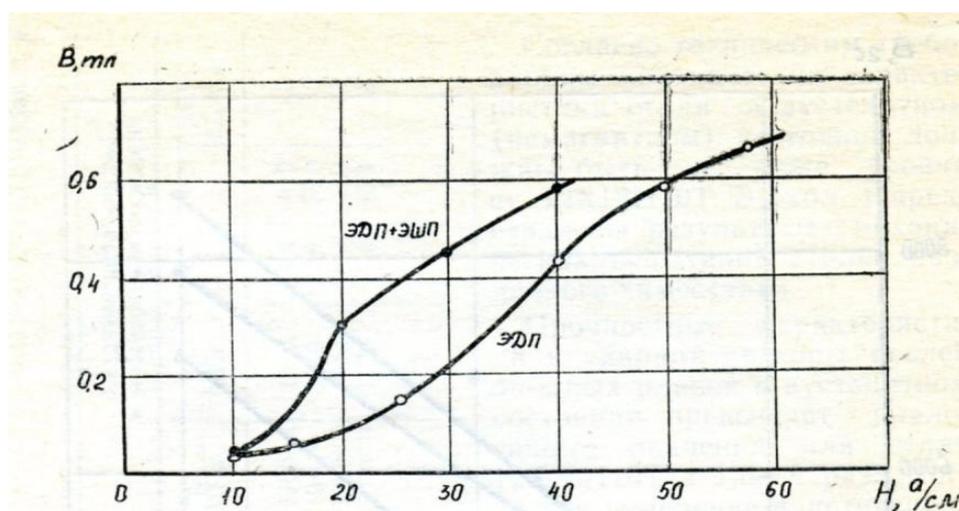


Рис.3. Влияние электрошлакового переплава на величину магнитной индукции стали 23X15H7M2.

Исследования коррозионных свойств ряда плавок стали 23X15H7M2 показали, что в аустенитном состоянии металл всех плавок обладает высокой стойкостью к МКК (межкристаллитной коррозии), а в мартенситном состоянии металл всех исследованных плавок склонен к МКК. Это объясняется применением низкотемпературного отпуска (400°C) для повышения значений магнитной индукции мартенсита отпуска. Ранее выполненными исследованиями было установлено, что отпуск стали 23X15H7M2 при 500-600°C устраняет склонность стали к МКК, но вызывает снижение уровня магнитомягких характеристик.

Список литературы:

1. Левин Ф.Л., Ульянин Е.А., Дмитриев В.А. «Немагнитная сталь с магнитными зонами в заданных участках заготовки», - В кн. «Высокопрочные немагнитные стали», отв. ред. О.А.Баных, М., Наука, 1978, с.205-208.
2. Вороненко Б.И. «Коэрцитивная сила и тонкая структура сплавов», Дефектоскопия, №8, 1986, с.43-58.
3. Глебов В.В., Каленихин Ю.Н., Голова И.Ю., Левин Ф.Л., Назаров А.А., Иванов Г.А., «Коррозионно-стойкая магнитомягкая сталь», а.с. №1560613, 1988.
4. Глебов В.В., Блинов В.М., Репин Ф.Ф. «Применение стали 23X15H7M2 для изготовления ответственных деталей судового машиностроения», Современные технологии в машиностроении, XIV Международная научно-практическая конференция, Сб. статей, Пенза, 2010, с.6-7.
5. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. «Коррозия и коррозионностойкие сплавы», М., Металлургия, 1973.

CORROSION AND MECHANICAL PROPERTIES OF STEEL TYPE 23X15H7M2 FOR SHIP ENGINEERING PARTS

Abstract. The influence of heat treatment, alloying and smelting method on the structure and physical and mechanical properties of steel 23Kh15N7M2 was studied. It is shown that the introduction of 2-3% Co into the composition of steel contributes to an increase in the magnetically soft characteristics of tempered martensite. A positive effect on the level of soft

magnetic properties was also noted by a decrease in the number of non-metallic inclusions in steel 23Kh15N7M2 during refining remelting, as well as the use of thermal cycling treatment.

Keywords: transition steel, austenite, tempered martensite, cobalt, alloying, heat treatment, smelting method.