DOI: 10.34220/ITRT2021_70-73

УДК 620.18

Кадырметов А. М.

докт. техн. наук, профессор кафедры
производства, ремонта и эксплуатации
машин Воронежского государственного
лесотехнического университета имени
Г.Ф. Морозова, РФ

Попов Д. А.

канд. техн. наук, доцент кафедры
производства, ремонта и эксплуатации
машин Воронежского государственного
лесотехнического университета имени
Г.Ф. Морозова, РФ

Гурин Д. Ю.

студент 2 курса Воронежского
государственного лесотехнического
университета имени
Г.Ф. Морозова, РФ

Коренькова М. И.

студент 2 курса магистратуры Воро-
нежского государственного лесотех-
нического университета имени Г.Ф.
Морозова, РФ

Kadirmetov A. M.

Dr. Sci., professor of production,
maintenance and operation of
machines, Voronezh State Forestry
Engineering University of
G.F. Morozov, Russian Federation

Popov D. A.

Ph. D., lecturer of production,
maintenance and operation of
machines, Voronezh State Forestry
Engineering University of
G.F. Morozov, Russian Federation

Gurin D.Y.

2nd year student Voronezh
State Forestry Engineering
University of G.F. Morozov,
Russian Federation

Korenkova M. I.

2nd year master's student
Voronezh State Forestry
Engineering University of
G.F. Morozov, Russian Federation

ВЛИЯНИЕ ЗАКАЛКИ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА МАРГАНЦОВИСТОГО ЧУГУНА

INFLUENCE OF HARDENING ON THE PHASE COMPOSITION AND PROPERTIES OF MANGANESE CAST IRON

Ключевые слова: аустенитный чугун, закалка, структура, износ, седла клапанов.

Аннотация: приведены исследования о влиянии закалки на структуру и свойства марганцовистого чугуна, как перспективного материала для изготовления седел клапанов ДВС.

Keywords: austenitic cast iron, hardening, structure, wear, valve seats.

Annotation: studies on the effect of hardening on the structure and properties of manganese cast iron as a promising material for the manufacture of valve seats for internal combustion engines are presented.

В процесс исследования свойств марганцовистого чугуна было замечено существенное влияние скорости охлаждения сплава на его структурный со-

став [1]. С ростом скорости охлаждения в структуре марганцовистого чугуна отмечалось повышение доли аустенита, а объем карбидной фазы и графита уменьшался при этом происходило существенное их диспергирование. Структура чугуна, образованная метастабильным аустенитом, армированным мелко-дисперсными карбидными и графитными включениями может обладать физико-механическими свойствами, которые способны обеспечить высокую надежность и долговечность деталей машин, работающих при сухом трении, ударных нагрузках и высоких температур (седла клапанов ДВС).

Для исследования фазового состава и свойств марганцовистого чугуна в термообработанном состоянии его подвергали закалке с различным временем выдержки и последующим исследованием физико-механических свойств.

Образцы для закалки имели форму типовой колодки, для испытания по схеме колодка – ролик на машине СМЦ-2 [2]. Объемную закалку проводили в воде с температуры нагрева $950 \dots 1050$ °С и продолжительностью выдержки при нагреве: 0,5, 1, 2, 3, 4 ч.

Исследования структуры образцов после объемной закалки показали, что продолжительность выдержки при нагреве и скорость охлаждения играют существенную роль в формировании фазового состава экспериментального сплава. Закалка приводила к практически полной его аустенизации, получению зерен среднего и мелкого размера. Выдержка при температуре закалки способствовала более полному растворению карбидов в аустените. Полнота этих превращений возрастала с увеличением продолжительности выдержки образцов в печи. Карбиды, в зависимости от продолжительности выдержки при нагреве, растворившись частично или полностью в аустените, снова выделяются при охлаждении. После закалки количество графита в структуре чугуна становится значительно меньше в сравнении с литым состоянием, а пластинки графитных включений были тоньше и короче.

С увеличением продолжительности выдержки при нагреве образцов от 0,5 до $1 \times 3,6 \cdot 10^3$ с в микроструктуре увеличивается удельная поверхность, занимаемая карбидными включениями и графитом, а также микротвердость карбидов и аустенита. Объемное содержание V и удельная поверхность карбидов в единице объема чугуна S_V в закаленном состоянии меньше, чем в единице объема чугуна в исходном – литом состоянии. Однако относительная удельная поверхность карбидов ΔS , характеризующая их дисперсное состояние, после закалки при различной продолжительности выдержки образцов при нагреве в 1,4 ... 2,7 раза больше, чем в исходном – литом состоянии. Это указывает на то, что закалка способствовала разложению крупных и средних карбидов, а также более равномерному их распределению в металлической матрице сплава.

Шлифы марганцовистых чугунов, полученных закалкой при выдержке $1 \cdot 3,6 \cdot 10^3$ с, приведены на рисунке 1. У образцов из марганцовистого чугуна с выдержкой при закалке в течение $1 \cdot 3,6 \cdot 10^3$ с микротвердость аустенита и карбидов, относительная удельная поверхность графитовых включений больше, чем у образцов из того же чугуна с другим временем выдержки. Дальнейшее увеличение времени выдержки при закалке не приводило к существенным изменениям.

С целью определения режима закалки, обеспечивающего максимальную износостойкость экспериментального марганцовистого чугуна, образцы с различным временем выдержки при закалке подвергались изнашиванию при сухом трении. Изучение износостойкости проводилось на машине СМЦ-2 при удельном давлении на образец 1,0 МПа и скорости скольжения 0,45 м/с. Результаты испытаний представлены в виде графика на рисунке 2.

Рисунок 1 – Микрофотография шлифа марганцовистого чугуна в закаленном состоянии при выдержке 1 ч: слева до травления; справа после травления ($\times 200$)

Из рисунка 2 видно, что повышение времени выдержки до $1 \cdot 3,6 \cdot 10^3$ с при температуре закалки вызывает увеличение относительной износостойкости экспериментального чугуна, дальнейшая выдержка не влияет на износостойкость. Эти испытания подтверждают предположение о том, что структурный состав марганцовистого чугуна, полученного закалкой после выдержки $1 \cdot 3,6 \cdot 10^3$ с является наиболее износостойким.

Рисунок 2 – Зависимость относительной износостойкости "ε" аустенитных марганцовистых чугунов от времени выдержки при температуре заковки

В результате проведенных исследований о влиянии заковки с различным временем выдержки при заковочной температуре на физико-механические свойства марганцовистого чугуна было установлено, что заковка приводит к практически полной его аустенизации (85 ... 93 %), повышение времени выдержки вызывает диспергирование карбидной фазы и графита, и более равномерное распределение в металлической матрице. Выдержка образцов в течение $1 \cdot 3,6 \cdot 10^3$ с способствовала формированию наиболее благоприятной структуры сплава, схожей с композитным составом и имела высокую износостойкость.

Высокие жаропрочность и износостойкость марганцовистого чугуна, полученного заковкой, позволят обеспечить заданный ресурс седел клапанов газомоторных двигателей на уровне двигателя в целом.

Список литературы

1. Попов, Д. А. О целесообразности применения аустенитного марганцовистого чугуна для седел клапанов ДВС, работающих на газомоторном топливе [Электронный ресурс] / Д. А. Попов, И. Е. Поляков, А. И. Третьяков // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2 ; URL : www.science-education.ru/116-12291. – Загл. с экрана.
2. Станчев, Д. И. Особенности методики изнашивания аустенитных марганцовистых чугунов при сухом трении / Д. И. Станчев, Д. А. Попов // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве эксплуатации, сервисе и ремонте. – Воронеж, 2010. – С. 117-120.