

Влияние дефектов кристаллического строения сталей на абразивную износостойкость стали

Студент гр. 81А-19 Хакимов С.Б.

Ассистент, Мирзарахимова З.Б.

Старший преподаватель, Пардаева Г.Т.

Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г.Ташкент

В предыдущих исследованиях [2] было установлено, что повышение температуры закалки или нормализации стали способствует повышению плотности дефектов кристаллического строения. Как видно из результатов (рис.1) испытаний отпущенных сталей с равным содержанием углерода для каждой марки стали (35, 45, У8), наблюдается своя линия зависимости износа от плотности дефектов кристаллического строения. При равной величине β (220) износостойкость сталей значительно различается. Ступеньки между линиями объясняются различием включений карбида в матрице отпущенных сталей. Из рисунка видно, что разрывы между величиной износовтерм улучшенном состоянии сталей меньше, чем после среднего отпуска (350⁰С). Это означает, что влияние на абразивную износостойкость стали карбидных частиц, ослабевает с их коагуляцией и увеличением меж карбидного расстояния.

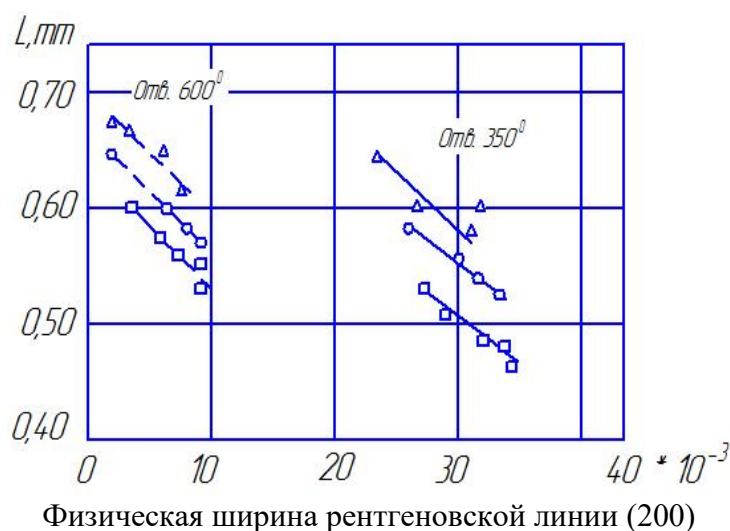


Рис. 1 - Зависимость абразивного износа (L) сталей Δ -35, \circ -45, \square -У8 от физической ширины рентгеновской линии.

Влияние межкарбидного расстояния на величину износа изучали на термоулучшенных образцах сталей. Размеры частиц цементита и расстояния между их центрами определяли на электронномикроскопических снимках реплик. Межцементитные расстояния для сталей 35, 45 и У8 составляли 0,96; 0,83; 0,68 мкм соответственно при среднем диаметре частиц 0,18-0,20 мкм. Полагая, что при данных размерах микрочастиц они являются недеформируемыми, уменьшение величины абразивного износа (ΔL) износа за счёт присутствия дисперсных частиц цементита при равной плотности дислокаций можно описать уравнением Срована

$$\Delta L = K * 1/\lambda$$

где K - константа материала, для изученных сталей равна 0,1305
 λ - среднее расстояние между частицами цементита, мкм.

С целью выяснения влияния температуры закалки на кинетику образования и величину карбидных частиц были проведены эксперименты на образцах стали 45, закаленных от различных температур и отпущенных при 600⁰С. Результаты исследования кинетики распада пересыщенного твердого раствора-мартенсита при отпуске показали, что на dilatометрических кривых, снятых с образцов, закаленную при 860⁰С, первый перегиб наблюдается в интервале 122-165⁰С, а второй - при 270⁰С. На динамограммах образцов, закаленных с 1100⁰С первый перегиб, начинается уже при 108⁰С, а второй при 250⁰С. Завершается процесс выделения карбидных частиц у обоих образцов при одной и той же температуре - 405⁰С (табл.1).

Таблица 1 - Температура образования карбидов железа в стали 45 при отпуске

Периоды	Температура закалки, ⁰ С	
	860	1100
Начало образования ε - карбида	122	103
Конец образования ε - карбида	165	165
Начало образования цементита	270	250
Конец образования цементита	405	405

Таким образом, повышение температуры закалки стали 45 до 1100⁰С способствует более раннему распаду перенасыщенного твердого раствора, как в области образования ε - карбида (на 14⁰С), так и области образования цементита (на 20⁰С).

Наблюдаемое объясняется увеличением плотности дислокаций с повышением температуры закалки стали, с максимум при 1100⁰С [3], и сегрегацией атомов углерода на дислокации. Чем выше плотность дислокаций, тем больше сегрегаций на них атомов углерода (0,16-0,18%), которые являются потенциальными источниками для образования карбидов железа. Это подтверждается экспериментальными данными. В стали 45, закаленной от 860⁰С, физическая ширина рентгеновской линии β (220), косвенно характеризующей плотность дислокаций, равна 53*10⁻³ радиан, а содержание углерода в твердом растворе около 0,30%, у образца закаленной от 1100⁰С соответственно 63*10⁻³ радиан и 0,20%.

Изменение температурных интервалов распада мартенсита должны были отразиться и на морфологии карбидов железа. Электронно-микроскопические исследования показали, что выделение дисперсных карбидных частиц у образцов, закаленных от 1100⁰С, имеет четко выраженную ориентацию по отношению к бывшим мартенситным иглам, чего нельзя сказать о выделении карбидов у образцов, закаленных от 860⁰С.

Интересно отметить, что повышение температуры отпуска до 680⁰С приводит к резкому укрупнению и коагуляции карбидов в образцах, закаленных от стандартной температуры, в то время как в образцах, закаленных с 1100⁰С, они охраняют свою ориентированность и имеют меньше тенденции к росту. Наблюдаемое объясняется взаимной стабилизацией полигонизованных дислокаций с включениями карбидов, что и препятствует коагуляции и укрупнению последних. Чем выше плотность дислокаций в стали, тем меньше вероятности роста и коагуляции карбидных частиц (у образца, закаленной от 1100⁰С).

Эксперименты по изучению распределения карбидов по размерам в образцах, отпущенных при 600⁰С, показали (рис.2), что доля мелких карбидов (до 0,1 мкм) после закалки от 1100⁰С составляет 45%, а в образцах, стандартно закаленных - 31,4%. Крупные же карбиды (0,4-0,5 мкм) в образцах, закаленных от 1100⁰С вообще не встречаются, в то время как после стандартной закалки (860⁰С) их доля составляет 5-10%.

Таким образом, повышение температуры закалки до 1100⁰С способствует при отпуске более раннему образованию карбидов. Кроме того, образовавшиеся карбиды железа являются более дисперсными и стабильными, чем в стали, закаленной от стандартной температуры. Это является следствием увеличения протяженности субграниц, в которых сегрегируют атомы углерода и образуются карбиды железа.

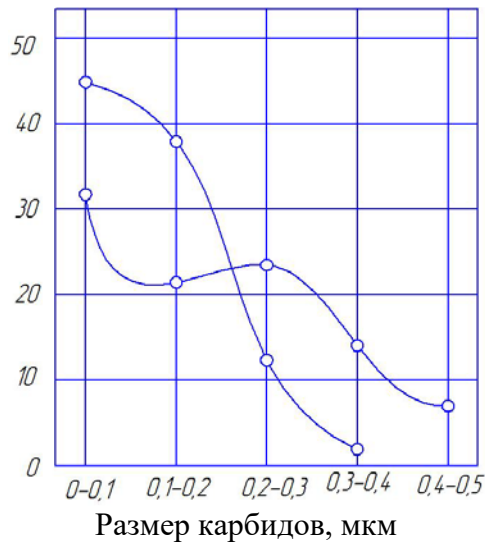


Рисунок 2 - Распределение карбидов железа (Fe_3C) по размерам в закаленной и отпущенной при $600^{\circ}C$ стали 45. Закалка от: 1- $860^{\circ}C$, 2- $1100^{\circ}C$.

Список использованных источников

1. Инагамова Д.А., Мухамедов А.У. Влияние наследственности исходной структура при фазовой перекристаллизации стали на ее износостойкость // "Техника и технология" - Москва, 2011. №1. С.42-45.
2. Мухамедов Т.А., Шамахсудов С.М. Соотношения между абразивной износостойкостью и параметрами структуры стали // Изв. АН УзССР, сер. техн. наук, 1989 №1, С.61-65.