

О ПРОЯВЛЕНИЯХ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ПРИ НАГРЕВАХ ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННОЙ СТАЛИ

Пушкина О.В.

Руководитель – проф., д.т.н. Алимов В.И.

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
ksanaol@mail.ru

В профильной литературе, посвященной вопросам металлургии и материаловедения, периодически поднимается вопрос о наличии в металлических системах признаков, передающихся по наследству как на протяжении технологического передела от отливки металлов и сплавов до готовой продукции из них в целом, так и в течение какого-либо отдельно взятого процесса, в частности, при термической обработке. Некоторые особенности наследственного влияния дефектов, внесенных предварительной холодной деформацией, на структуру и свойства доэвтектоидных сталей при последующих нагревах в субкритический интервал температур описаны в работе [1], на аустенитизацию сталей – в работах [2-4]. Обобщенная и систематизированная информация о принципах явления наследственности в металлах приведена в работе [4].

Изучение закономерностей наследственного влияния предварительной холодной пластической деформации (ПХПД) на фазово-структурные превращения помогает скорректировать режимы термической обработки полуфабрикатов и готовых изделий. В связи с этим целью данной работы⁴ является изучение особенностей протекания фазово-структурных превращений при нагревах предварительно холоднодеформированной стали с учетом наследственного фактора.

Исследования проводили на проволоке диам. 2 мм из стали, содержащей 0,83 % С, 0,31 % Si, 0,78 % Mn, со степенями ПХПД 0–75 % в два этапа. На первом этапе изучали влияние ПХПД на структуру при нагревах в субкритическом интервале температур, на втором этапе – особенности аустенитизации эвтектоидной стали, в том числе процессы высокотемпературного окисления.

Для исследования влияния нагрева ниже t_{Ac1} образцы нагревали в печи до температур 500-670°C, выдерживали от 10 мин до 6 ч охлаждали с печью [5]. При изучении аустенитизации образцы подвергали нагреву до температур 800 – 1000°C с шагом 50°C и выдержкой 10 мин с последующей градиентной закалкой (для определения зерна аустенита [6]) либо с выдержками в интервале 1–60 мин и охлаждением на воздухе (для изучения процесса окисления [7]).

При нагреве до 500°C уже после 10 мин выдержки в структуре стали присутствуют глобулы карбидов, количество и размеры которых

⁴В экспериментах принимал участие магистр А. Жук

увеличиваются с возрастанием длительности выдержки и доля сферических карбидов приближается к 100 % после 6 ч обработки. При температуре нагрева $670\pm 10^\circ\text{C}$ весь цементит переходит в зернистую форму после трехчасовой выдержки. При этом для получения структуры зернистых карбидов для недеформированных сталей подобного состава общеизвестным является многочасовой (порядка 10–20 ч) отжиг в субкритическом интервале либо маятниковый отжиг. Следовательно, ПХПД способствует ускорению процесса сфероидизации карбидов, тем самым упрощая технологию отжига сталей, близких по составу к эвтектоидным, для которых отжиг на зернистый перлит является одним из основных видов предварительной термообработки.

На рисунке 1 приведена зависимость микротвердости от времени выдержки. Достаточно четко прослеживается подобный характер хода кривых микротвердости для деформированных и недеформированных с последующим 5–30-ти минутным отжигом образцов, что является следствием ПХПД, и сохранение этого влияния при выдержке в течение указанного времени. При увеличении времени отжига наследственные эффекты нивелируются, что связано с релаксацией дефектов, образующихся после проведения деформации.

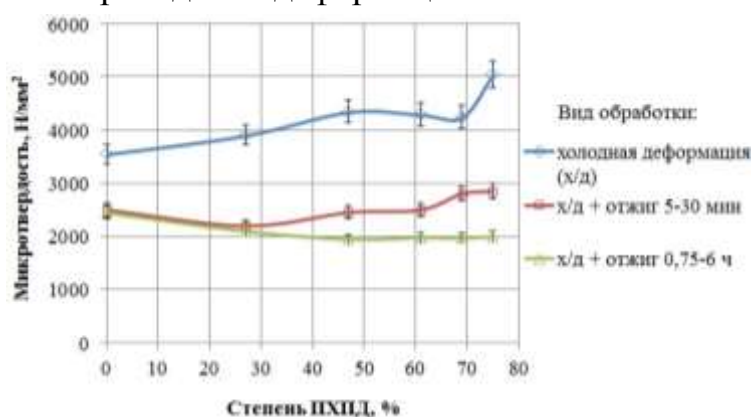


Рисунок 1 – Зависимость микротвердости эвтектоидной стали от степени предварительной деформации и длительности рекристаллизационного отжига

ПХПД оказывает существенное влияние на измельчение зерна аустенита при повышении температуры нагрева (рис. 2) благодаря барьерному эффекту внесенных дефектов. Однако, по всей вероятности, упразднение дефектов кристаллического строения при еще большем повышении температуры приводит к скачкообразному росту зерна и его размеры для образцов после ПХПД достигают размеров зерен в недеформированном металле.

Изучение высокотемпературного окисления показало [7], что ПХПД способствует росту энергии активации процесса, что в свою очередь приводит к увеличению скорости окисления с повышением температуры при прочих равных условиях. При этом наследственное влияние ПХПД

проявляется при кратковременных нагревах в аустенитную область (1–2 мин) и приводит к торможению процесса газовой коррозии по сравнению с недеформированным состоянием, при выдержке в течение 20 – 60 мин этот эффект не проявляется.

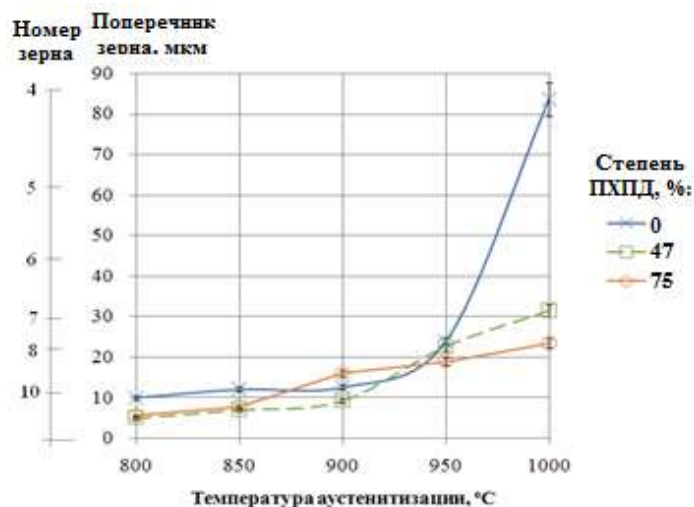


Рисунок 2 - Зависимость размера зерна аустенита от температуры нагрева и степени ПХПД

Таким образом, в процессах обработки с высокотемпературными нагревами с кратковременными выдержками проявляются наследственные связи через структуру и свойства высокоуглеродистой стали, сохраняющиеся в процессе передела ПХПД → нагрев под последующую термическую обработку; пороговые значения времени выдержки и температуры нагрева устраняют дефекты, внесенные холодной деформацией, тем самым нивелируя проявления наследственности.

Литература. 1. Об устойчивости дефектов и их влиянии на процесс образования и распада аустенита / С.С. Дьяченко, И.В. Дощечкина, И.П. Тарабанова [и др.] // ФММ. – 1976. – т. 41. – вып. 3. – С. 566-570. 2. Гриднев В.Н., Ивасишин С.П., Ошкадеров С.П. Металлофизика. – К.: Наукова думка, 1972. – 476 с. 3. Косевич В.М., Дьяченко С.С., Дьяченко В.С. Новые направления развития высокотемпературной металлографии. – М.: Машиностроение, 1971. – 1462 с. 4. Алимов В.И., Баранов Д.Н. Создание и использование анизотропии коррозионной устойчивости в высокоуглеродистых сплавах / Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – №4/1 (46). – С. 62-70. 5. Алимов В.И., Георгиаду М.В., Олейникова (Пушкина) О.В. Интенсификация трансформации карбидов в высокоуглеродистой стали холодной пластической деформацией / Зб. наук. праць «Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні». – Луганськ, 2010. – С. 87–97. 6. Алимов В.И., Пушкина О.В., Жук А.Н. К вопросу влияния холодной деформации на рост зерна аустенита / Научн.-практ. конференция молодых ученых и студентов «наукові дослідження молоді – інновації в науці та практиці»: Сб. тезисов докладов. Мариуполь: ПГТУ, 2013. – С. 86-87. 7. Наследственное влияние холодной пластической деформации на склонность к газовой коррозии при аустенитизации проволоочной заготовки / В.И. Алимов, О.В. Пушкина // Металлургические процессы и оборудование, 2013[в печати].