

ВЛИЯНИЕ ХОЛОДНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ ХРОМОМАНГАНЦЕВЫХ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ.

Н.А. Евсеева, асп., В.Г. Мищенко, д-р техн. наук.,
А. С. Багрийчук, канд. физ.-мат. наук.

Запорожский национальный университет

В современной практике магниетермического производства губчатого титана используют аппараты (реторты) для процесса восстановления и вакуумной сепарации с цикловым съемом 1, 3, 4, 7 и 10-тонн. Ведущие ученые этой отрасли всемерно совершенствуют аппаратное оформление, изменяя конструкции и размеры реторт [1-3]. В настоящее время в Украине и за рубежом применяются реторты, изготовленные из стали марки 12Х18Н10Т, имеющие диаметр ~ 1000-1950мм, высоту ~ 3000-4000мм. Наибольшее распространение получили аппараты с нижним сливом хлорида магния и верхнем конденсатором в процессе вакуумной сепарации.

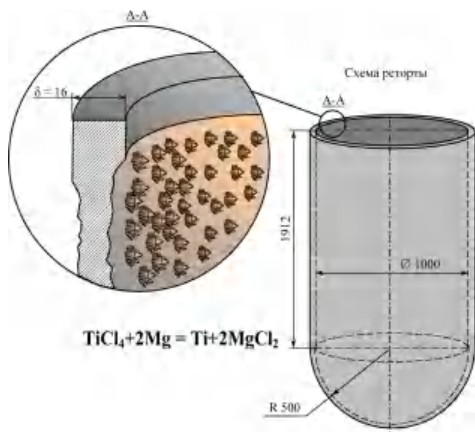


Рис. 1. Схема разрушения реторты с цикловым съемом 900кг.

Необходимость увеличения срока эксплуатации реторт до сих пор остается актуальной задачей. Для решения этой задачи авторами [4-6] разработана сталь 03Х17Н3Г9МБДЮч, обладающая с повышенным комплексом показателей прочностных и пластичных характеристик при комнатной температуре $\sigma_{\text{в}}=717\text{Мпа}$, $\delta=34,8\%$, $\psi=40,5\%$, при 1000°C $\sigma_{\text{в}}=63\text{Мпа}$, $\delta=48\%$, $\psi=58\%$.

На протяжении промышленной эксплуатации реторты подвергались одновременному влиянию неблагоприятных факторов, которые приводят к изменению геометрических параметров и разрушению. Помимо высоких температур и механических нагрузок, на материал действовали термические напряжения, обусловленные циклическими изменениями температуры, согласно технологическим режимам, а также оказывали влияние коррозионные процессы (рис.1).

Увеличения срока службы и предотвращения преждевременного разрушения реторт можно достичь только благодаря соответствующему структурному состоянию материала корпуса реторт на протяжении всего срока эксплуатации.

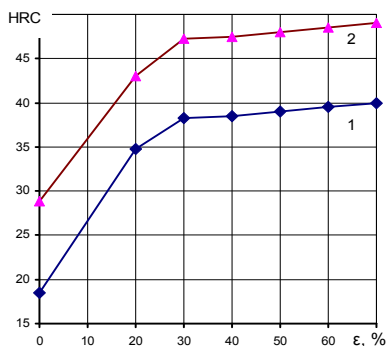


Рис. 2. Зависимость твердости от степени деформации сталей: 1-03X17НЗГ9МБДЮч; 2-03X15НГ8ФДч.

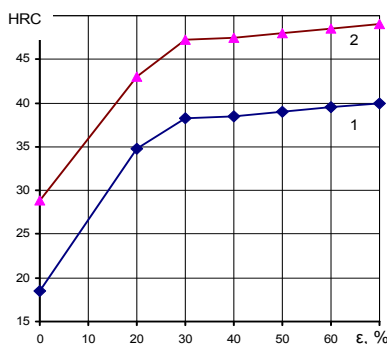


Рис. 3. Зависимость микротвердости стали 03X17НЗГ9МБДЮч от степени холодной деформации: 1-светлая составляющая (структурно-свободный аустенит); 2-темная составляющая (нестабильный аустенит).

Изменение геометрических форм (коробление), вызываемые в первую очередь такими факторами, как циклическое изменение температуры, пластическая деформация и деформация при нагрузке. Поэтому в работе рассмотрено влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства сталей системы Fe-Cr-Mn. Низкоуглеродистая сталь 03X17НЗГ9МБДЮч, содержащая ~ 10% Mn, имеет гетерогенную структуру и при холодной прокатке наряду с упрочнением структурно-свободного аустенита претерпевает деформационно-мартенситное превращение (ДМП) доля нестабильного аустенита [7-8].

Твердость и микротвердость резко возрастают на начальных стадиях деформации (10-30%), с увеличением степени деформации возрастает только твердость структурно-свободного аустенита, а интенсивность упрочнения нестабильного аустенита замедляется (рис.2, 3). Это подтверждается микротвердостью стали 03X17НЗГ9МБДЮч после 50-70% деформации $H_c=8,1-8,27$ ГПа, твердостью HRC=40, что связано с наименьшей стабильностью аустенита и упрочнением за счет образования мар-

тенсита деформации в результате активного $\gamma \rightarrow \alpha'$ превращения (рис.2).

В стали 03X15НГ8ФДч наблюдается динамичная закономерность развития $\gamma \rightarrow \alpha'$ превращения с максимальным упрочнением при деформации $\epsilon=60\%$ (см. рис. 2). Это объясняется более низким содержанием никеля и марганца и, соответственно, меньшей стабильностью аустенита.

В соответствии с увеличением деформации, размеры зерен изменяются, вытягиваясь в направлении прокатки. При степени обжатия 20% заметно скопление мелких островков, связанное с формированием мартенситной структу-

ры и дроблением зерна нестабильного аустенита. С возрастанием степени деформации увеличивается объем темной составляющей (рис.4)

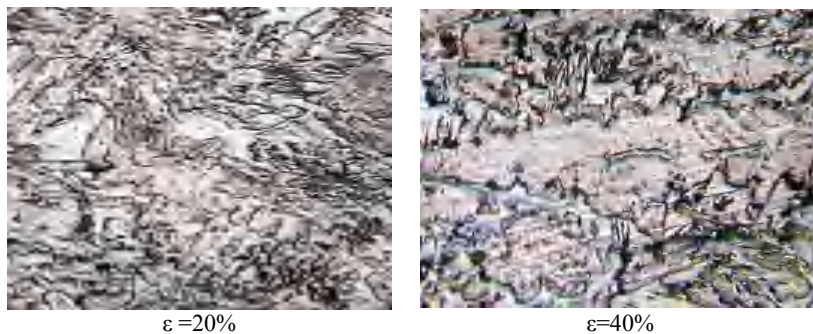


Рис. 4. Микроструктура стали 03X17H3Г9МБДЮч после деформации.

Металлографическими исследованиями холодно деформированных сталей 03X17H3Г9МБДЮч и 03X15HГ8ФДч установлена неоднородная структура, которая представляет собой две составляющие: структурносвободный и нестабильный аустенит (рис.5а, б). Микроструктура стали 03X15HГ8ФДч отличалась большей долей ~80% нестабильного аустенита, в связи с более активным протеканием $\gamma \rightarrow \alpha'$ превращения (рис. 5б)

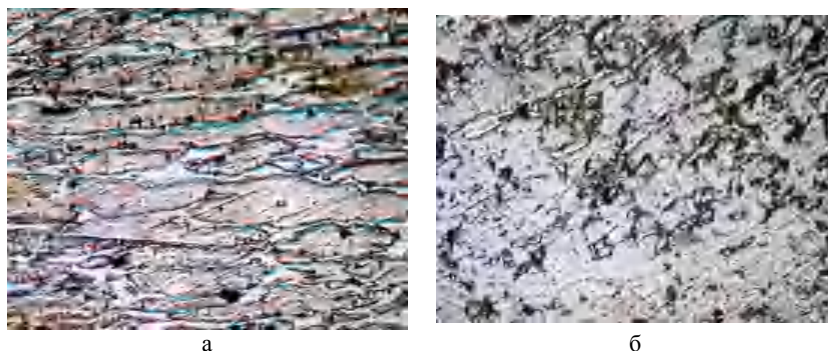


Рис. 5. Микроструктура после холодной деформации $\varepsilon = 60\%$: а- сталь 03X17H3Г9МБДЮч; б- сталь 03X15HГ8ФДч.

При увеличении степени деформации наблюдали увеличение доли темной составляющей (нестабильного аустенита), что связано с активизацией процесса мартенситообразования. Кроме того, после холодной деформации сохраняется часть упрочненного структурносвободного аустенита (светлая составляющая).

Выводы

1. Показано, что низкоуглеродистая сталь 03X17H3Г9МБДЮч может упрочняться после холодной деформации по двум механизмам: традиционным упрочнением твердого раствора и деформационно-мартенситным превращением (ДМП).

2. Результаты проведенных исследований показали, что разработанная сталь 03X17H3Г9МБДЮч по механическим и служебным свойствам в условиях сложного нагружения не уступает дорогим хромоникелевым сталям

Список использованных источников

1. Скородумов В.А. / Состояние и тенденции развития российской и зарубежной титановой промышленности // В.А. Скородумов, Т.И. Никитина // Цветная металлургия. – 2008. – №9. – С. 3 – 11.
2. Путин А.А. Пути развития магнито-термического производства титана / А.А. Путин, О.А. Путина, А.И. Гулякин, Д.А. Рымкевич // Титан. -2005, №1.-С. 10-12.
3. Петрунько А.Н. Критерии выбора конструкции аппаратов магнито-термического получения губчатого титана для нового или реконструкции действующего производства / А.Н. Петрунько, А.П. Яценко, А.Е. Андреев и др. // Титан-2009 в СНГ : междунар. конф., 17-20 мая 2009г.: сб.труд. – К., 2009. – С. 141 – 147.
4. Мищенко В.Г. Анализ физико-химического взаимодействия компонентов стали со средой восстановительного процесса получения титана / В.Г.Мищенко, Н.А. Евсеева // Вісник двигунобудування. – 2009. – № 2. – С. 120 – 122.
5. Мищенко В. Г. Ползучесть как определяющий фактор увеличения срока эксплуатации реакторов магнито-термического производства титана / В.Г. Мищенко, Н.А. Евсеева // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2012. – Т. 48, № 2. – С. 119 – 122.
6. Пат. 100650 Україна. МПК С 22 С 38/02. Жароміцна корозійностійка сталь /Мищенко В.Г., Євсеева Н.О., Лютий О.П., Панченко О.І., Масленніков А.М. (Україна). – № 100650 ; заявл. 17.02.12 ; опубл. 10.01.13, Бюл. № 1. – С. 4.
7. Малинов Л.С. Изменение фазового состава и механических свойств марганцовистых сталей при различных видах напряжения / Л.С. Малинов, Е.Я. Харлапова, А.П. Чейлях // Металлы . 1988, №5. С. 106-109.
8. Малинов Л.С. Регулирование мартенситного превращения при нагружении в хромомарганцевых сталях / Л.С. Малинов, В.И. Коноп // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1978. – № 8. – С. 10 – 15.