

## О СОРБИТИЗАЦИИ ПРОВОЛОКИ В СЫПУЧЕМ ГРАФИТЕ

*Ермаченко Д. И., Пушкина О. В.*

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

ДонНТУ, г. Донецк,

[Charline93@mail.ru](mailto:Charline93@mail.ru)

Произведена сорбитизация проволочных образцов в сыпучем графите для оценки кинетики распада переохлажденного аустенита предварительно холоднодеформированной стали; сорбитизацию осуществляли путем охлаждения проволочной заготовки из предварительно холоднодеформированной высокоуглеродистой стали в сыпучем графите после аустенитизации.

В области термической обработки автоматизация и улучшение технологических процессов возможны только при условии достаточно полного и детального представления об основных характеристиках обрабатываемых сплавов. Особенно большое значение имеют сведения о кинетике превращения переохлажденного аустенита. Кинетику фазово-структурных превращений характеризуют параметры, кинетические кривые и диаграммы образования новых фаз и структур (при нагреве) или диаграммы распада исходных высокотемпературных фаз и структур (при охлаждении). Для проволочной заготовки такой охлаждающей средой длительный период служат расплавы металлов и солей, которые имеют значительные недостатки экономического, экологического и технологического содержания [1-5].

Целью данной работы является изучение кинетики распада аустенита деформированной высокоуглеродистой стали при охлаждении от температуры выше  $t_{Ac1}$  в среде порошкообразного графита как экологически чистой и менее дорогостоящей среде по сравнению с расплавами солей.

Материалом для исследований послужили проволочные образцы из холоднодеформированной высокоуглеродистой стали с различными степенями обжатия. Образцы  $\varnothing 2,0$  мм и длиной 30 мм укладывали в жаропрочные керамические тигли, засыпали древесным углём, который служил в качестве защитной среды от обезуглероживания и окисления поверхности, и загружали в нагревательную электрическую печь МП-2УМ, предварительно нагретую до температуры  $950 \pm 10^\circ\text{C}$ ; общее время нагрева и выдержки при этой температуре составляло 10 мин для полного завершения перлитно-аустенитного превращения и формирования однофазного аустенитного состояния.

После окончания выдержки образцы по одному во избежание потерь тепла быстро переносили в тигель с серебристым порошкообразным

графитом дисперсностью 6-7 мкм; длительность выдержки в нем составляла – 12 с; после этого образцы резко охлаждали в воде.

Шлифы изготавливали по стандартной методике с последующим их травлением в 4%-ом спиртовом растворе азотной кислоты. Микроструктуру образцов изучали на микроскопе МИМ – 7 с последующим фотографированием; измерение микротвёрдости проводили на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке 1 Н.

По микроструктурам исследуемых образцов оценивали долю превращённого аустенита по методу секущих (ГОСТ 5639) и строили кинетические кривые превращения переохлаждённого аустенита в продукты распада. Кинетические кривые представлены на рисунке 1.

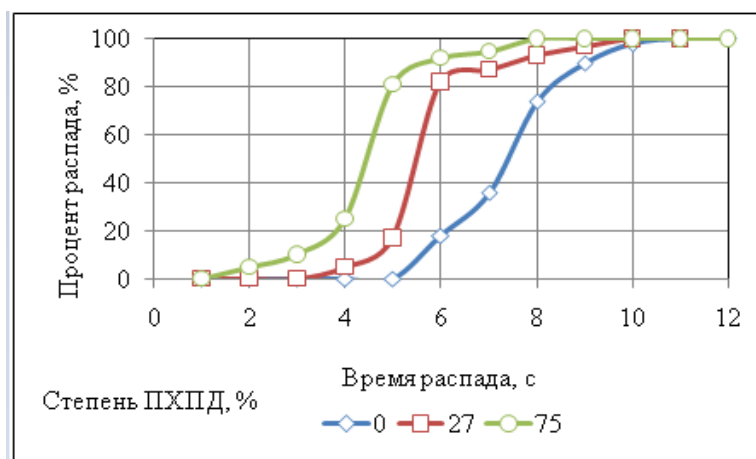


Рисунок 1 - Кинетические кривые распада аустенита при охлаждении образцов проволоочной заготовки со степенями ПХПД 0, 27, 75 % в порошкообразном графите

Из рисунка 1 видно, что в недеформированных образцах распад аустенита начался на 6 с, а завершился на 10 с. В образцах с ПХПД 27% распад начался на 4 с и закончился на 10 с, в образцах с ПХПД 75% распад аустенита начался на 2 с, а завершился на 8 с.

Время начала и конца распада аустенита, исходя из полученных кривых, по степеням деформации сведено в таблице 1.

Таблица 1 – Время начала и конца распада аустенита при температуре 950°С

Степень деформации, %	Время начала распада, с	Время конца распада, с
0	6	10
27	4	10
75	2	8

Микроструктуры продольного сечения образцов с различными степенями деформации после нагрева на 950 °С и последующей выдержки в порошкообразном графите комнатной температуры с выдержкой до 10 с показаны на рисунке 2.

Видно, что при выдержке в течение 1 с структура состоит из мартенсита, следовательно, распад ещё не начался; при выдержке 6 с структура частично состоит из мартенсита и продуктов распада, т. е. происходит частичный распад аустенита, а при 9 с – полностью из продуктов распада, что свидетельствует о полном завершении процесса распада переохлаждённого аустенита.

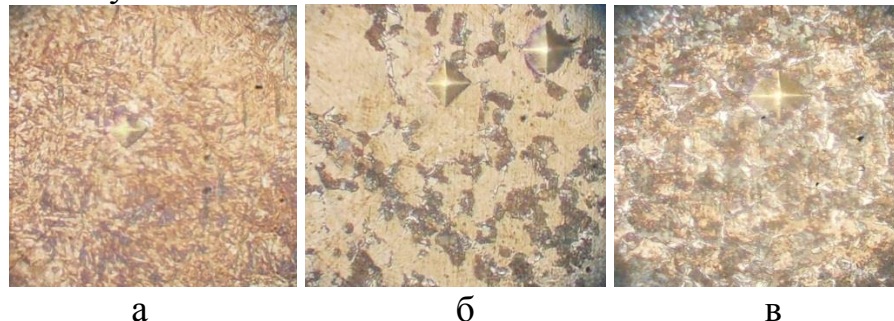


Рисунок 2 – Микроструктура проволоки после сорбитизации в сыпучем графите, с,  $\times 160$ : а) 1, б) 6, в) 9 при температуре аустенитизации  $950^{\circ}\text{C}$

Таким образом, повышение степени ПХПД приводит к ускорению времени начала распада переохлажденного аустенита в среде порошкообразного графита, при этом длительность этого распада зависит в меньшей мере. Ускорение начала распада связано с генерацией холодной деформацией дефектов кристаллического строения, которые увеличивают количество мест для зарождения новой фазы, тем самым снижая длительность инкубационного периода. Полученные результаты дают возможность использовать сорбитизацию в сыпучих средах в производстве для замены дорогих и экологически вредных жидких сред.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алимов В.И. Бессолевая сорбитизация проволоки / В.И. Алимов // *Металлургия. Сб. н. трудов ДонНТУ*, 1999. – С. 129-138.
2. Алімов В. І. Про можливість сорбітизацій високовуглецевої дротяної заготовки у порошкоподібному графіті / В. І. Алімов, О. В. Олейнікова (Пушкіна), Т. С. Коржова // *Перспективні наукові досягнення - 2011: Збматер. Всеукр. наук.-практ. конф. – Миколаїв, 2011. – С. 79–81.*
3. Пушкіна О.В. Сравнительный анализ традиционных и новых охлаждающих сред для сорбитизации и бейнитирования заготовки для проволоки высокой прочности./О.В.Пушкіна, В.А.Паршикова, В.И.Алимов//*Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів (15-17.04.13)/Збірка доповідей XXIV Всеукраїнської наукової конференції аспірантів і студентів Т.І- Донецьк: ДонНТУ, 2014- 218 с.-С.*
4. Алимов В.И. Диаграмма распада переохлажденного аустенита при сорбитизации в графите заготовки для проволоки высокой прочности /

В.И. Алимов, О.В.Пушкина, И.В. Панамарева // Науковий вісник ДГМА.- 2013.-№1 (11Е).-С.5-11.

5. Пушкина О.В. Сорбитизация высокопрочной проволоки в экологически предпочтительных сипучих неметаллических средах / О.В. Пушкина, И.В. Понамарева, В.И. Алимов// Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: Зб. доповідей XXIII Всеукр. наук. конф. – Т.1. – Донецьк ,2013.-С.112-113.