

УДК 669.017.1

И. В. Соловьев**, *О. Ю. Корниенко*, *А. Ю. Жилияков*, *А. М. Белорусец

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург

* *igor.solovyev@urfu.ru*

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук *С. В. Беликов*

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ РАСПАДА ПЕРЕОХЛАЖДЕННОГО АУСТЕНИТА СТАЛИ 15X2НМФА ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ОХЛАЖДЕНИИ

В работе изучена кинетика фазовых превращений стали 15X2НМФА при непрерывном охлаждении. Построена термокинетическая диаграмма распада переохлажденного аустенита стали 15X2НМФА. Установлено, что исследуемый материал обладает высокой устойчивостью к распаду по диффузионному механизму. Обнаружено, что охлаждение со скоростями 100–0,002 °С/с приводит к повышению температур M_n и M_k .

Ключевые слова: сталь, аустенит, непрерывное охлаждение, мартенсит, бейнит.

I. V. Solovyev*, *O. Y. Kornienko*, *A. Yu. Zhilyakov*, *A. M. Belorusetz

THE KINETICS OF DECOMPOSITION OF SUPERCOOLED AUSTENITE OF STEEL 15Cr2NiMoV UNDER CONTINUOUS COOLING

The kinetics of phase transformations is considered. It is established that the steel 15CrNiMoV has a high resistance to decay by the perlite mechanism. TTS diagram is diagram is constructed.

Keywords: steel, austenite, continuous cooling, martensite, bainite.

Известно, что наиболее высоким комплексом механических свойств при длительной эксплуатации обладают стали с бейнитной и гетерогенной бейнитно-мартенситной структурой. Поэтому при изготовлении крупногабаритных изделий применяют стали с высокой устойчивостью переохлажденного аустенита, чтобы исключить формирование в структуре продуктов распада по диффузионному механизму.

Исследования кинетики распада переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении проводили с помощью дилатометра «L75VD1600C (Linseis)». Образцы для дилатометрических исследований диаметром 6,0 мм и длиной 20,0 мм нагревали до температуры 900 °С выдерживали в течение 15 минут и охлаждали со скоростью 0,0002...100 °С/с. Твердость определяли методом Роквелла согласно ГОСТ

9013–59. Результаты исследования представлены в виде термокинетической диаграммы, представленной на рис. 1.

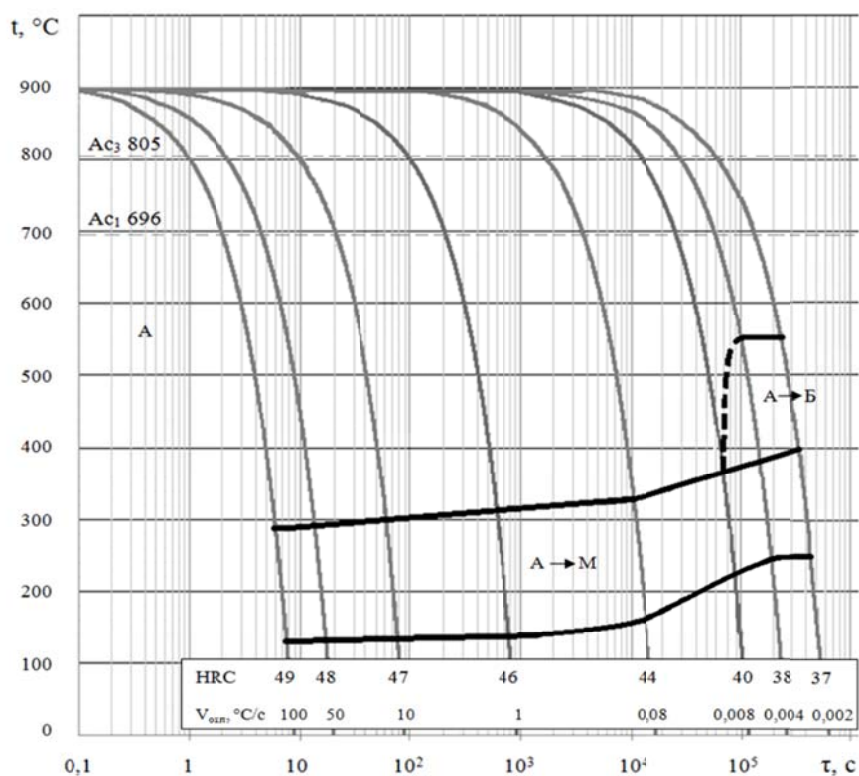


Рис. 1. Термокинетическая диаграмма распада переохлажденного аустенита стали 15X2НМФА

По результатам дилатометрических исследований при нагреве рассчитаны критические температуры стали 15X2НМФА: $A_{c1} = 696 \text{ } ^\circ\text{C}$, $A_{c3} = 805 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Легирующие элементы, замедляя диффузионные процессы в материале, повышают устойчивость переохлажденного аустенита во всем исследуемом интервале скоростей охлаждения. Инкубационный период перлитного превращения настолько велик, что скорость охлаждения $0,002 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}$ не позволила его зафиксировать.

В интервале скоростей охлаждения $100 \dots 0,008 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}$ превращение происходит только по мартенситному механизму. В структуре стали – мартенсит, твердость которого 44–49 HRC. Необходимо отметить, что уменьшение скорости охлаждения от $100 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}$ до $0,008 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}$ приводит к повышению температур мартенситного превращения: M_n от 295 до $330 \text{ } ^\circ\text{C}$ (M_k от 130 до $170 \text{ } ^\circ\text{C}$). Твердость материала снижается от 49 до 40 HRC.

При охлаждении со скоростями $0,004 \dots 0,002 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}$ распад аустенита происходит по диффузионно-сдвиговому и сдвиговому механизмам. Бейнитное превращение начинается при температуре $565 \text{ } ^\circ\text{C}$ и заканчивается при $370 \text{ } ^\circ\text{C}$. При уменьшении скорости охлаждения от

0,004 до 0,002 °C/с температура M_n увеличивается 395 до 400 °C. Твердость стали составляет 38–0 HRC.

Следует отметить, что повышение температур M_n и M_k при уменьшении скорости охлаждения материала связано со снижением концентрации углерода в аустените. Пребывание стали 15X2НМФА достаточно продолжительное время в области высоких температур, приводит, вероятно, к выделению карбидов молибдена и логичному обеднению аустенита по углероду.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» (шифр заявки «2015–14–579–0173–366»). Соглашение о предоставлении субсидии №14.578.21.0114 от 27 октября 2015г. Уникальный идентификатор ПНИЭР – RFMEFI57815X0114.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдштейн М. И. Специальные стали: учебник / М. И. Гольдштейн, С. В. Грачев, Ю. Г. Векслер. Москва : МИСИС, 1999. 408 с.
2. Попов А. А. Фазовые превращения в металлических сплавах / А. А. Попов. Москва : Металлургиздат, 1963. 312 с.
3. Гольдштейн М. И. Дисперсионное упрочнение стали / М. И. Гольдштейн, В. М. Фарбер. Москва : Металлургия, 1979, 208 с.