

алюминиевых сплавов. Автореф. дисс. докт. техн. наук. – Комсомольск-на-Амуре, 2012. – 35 с.

6. Деев В.Б., Селянин И.Ф., Мочалов С.П. и др. // Литейное производство. 2012. № 5. С. 16 – 18.

© 2014 г. В.Б. Деев, И.Ф. Селянин,
К.В. Пономарева, А.С. Юдин,
С.А. Цецорина
Поступила 27 декабря 2013 г.

THERMOSPEED MACHINING OF ALUMINUM ALLOYS BY GASIFIED MODULUS CASTING

V.B. Deev¹, Dr. Eng., Professor
I.F. Selyanin¹, Dr. Eng., Professor
K.V. Ponomareva¹, Senior Lecturer
A.S. Yudin², Chief Technologist
S.A. Tsetsorina¹, Cand. Eng., Assist. Professor

¹ Siberian State Industrial University (Novokuznetsk, Kemerovo region, Russia)

² «SPE Vector Engineering» (Novokuznetsk, Kemerovo region, Russia)

E-MAIL: deev.vb@mail.ru

Abstract. The article presents the results of the development and implementation of resource technology in a production environment for producing aluminum alloys for casting thin-walled corps on gasified moduls including thermo-speed melt pro-cessing. This technique enhances the mechanical properties of castings – tensile strength 14 – 22 %, elongation 32 – 75 %.

Keywords: aluminium alloys, thermospeed machining, melt, casting, mechanical properties, gasified modulus, resource-conscious production technologies.

REFERENCES

1. Hosen Ri, Ri Ed.H., Khimikhin S.N. etc. *Liteyschik Rossii*. 2010. № 8. Pp. 12 – 14.
2. Hosen Ri, Ri Ed.H., Khimikhin S.N. etc. *Liteyschik Rossii*. 2010. № 8. Pp. 27, 28.
3. Deev V.B., Degtyar V.A., Kutsenko A.I. etc. *Steel in Translation*. 2007. Vol. 37. № 12. Pp. 991 – 994.
4. Nikitin V.I., Nikitin K.V. *Nasledstvennost' v litikh splavakh*. (Heredity in cast alloys). Moscow: Mashinostroenie-1, 2005. 510 p.
5. Deev V.B. *Razvitie nauchnikh osnov teplovikh i elektromagnitnikh vozdeystviy na rasplavi i razrabotka resursoberegayushchikh tekhnologiy polucheniya visokokachestvennikh otlivok iz aluminievikh splavov* (Development of scientific basis of thermal and electromagnetic effects on the development of resource melts and technologies to produce high quality castings of aluminum alloys). Avtoref. diss. dokt. tekhn. nauk. Komsomolsk-na-Amure, 2012. 35 p.
6. Deev V.B., Selyanin I.F., Mochalov S.P. etc. *Liteynoe proizvodstvo*. 2012. № 5. Pp. 16 – 18.

Received December 27, 2013

УДК 669.018.8

НЕОДНОРОДНОСТЬ ГОРЯЧЕЙ ДЕФОРМАЦИИ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ*

М.В. Темлянецв, д.т.н., профессор
М.В. Филиппова, к.т.н., доцент
В.Н. Перетяцько, д.т.н., профессор
С.В. Коновалов, д.т.н., профессор

Сибирский государственный индустриальный университет (Новокузнецк, Россия)

Аннотация. С использованием установки высокотемпературной металлографии проведено исследование неравномерности деформации стали марки 08X18H10T с содержанием δ-феррита 28 %. Установлено, что средняя величина деформации феррита больше, чем аустенита и эта разность увеличивается с ростом температуры. С повышением последней увеличивается проскальзывание по межфазным границам. Отношение горячей микротвердости δ-феррита к таковой аустениту уменьшается с повышением температуры испытания.

Ключевые слова: деформация, феррит, аустенит, неравномерность деформаций, границы зерен, нержавеющая сталь, аустенитная сталь.

E-MAIL: filippova_mv@mail.ru

В нержавеющей аустенитных сталях типа 18-8 наличие второй фазы считается одной из причин низких технологических характеристик. Основным фактором, который снижает пластические свойства металла, является неоднородность деформации [1].

В настоящей работе проведено исследование неоднородности деформации при растяжении стали марки 08X18H10T в интервале температур 700 – 1000 °С. Испытания проводили на образцах после предварительной термической обработки, которая позволила получить в аустенитной стали 08X18H10T значительное (до 45 %) количество второй ферритной фазы.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ на 2014 – 2015 гг. (гос. контракт № 14-08-00686).

Неоднородность деформации изучали при помощи реперных точек и методом координатных сеток. Подготовка образцов для исследования заключалась в приготовлении микрошлифов на одной из его поверхностей и разметке рабочей зоны с помощью алмазной пирамиды прибора ПМТ-3 для измерения твердости. Для испытания образец крепили в вакуумной камере установки ИМАШ-20-75 «Ала-Тоо» к захватам растягивающего устройства с помощью планок. К боковой поверхности образца приваривали спай платина-платинородиевой термодпары. Откачку воздуха из камеры проводили до остаточного давления $5 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст. ($6,7 \cdot 10^{-3}$ Па). Нагрев образца до температуры 700 – 1000 °С осуществляли за счет теплового действия пропускаемого через него тока промышленной частоты.

Точность поддержания температуры составляла ± 5 °С. Образцы растягивали до деформации 20 – 30 % со скоростью $3,2 \cdot 10^{-2}$ с⁻¹ [2].

В ходе растяжения образцов в вакуумной камере установки высокотемпературной металлографии проводили фотографирование формоизменения координатной сетки при различных степенях деформации.

В направлении растяжения определяли степень деформации микроучастков $\epsilon = (l - l_0)/l_0$, где l и l_0 – размер между реперными точками до и после деформации.

Анализировали три группы:

- микроучастки, которые находятся полностью в зерне аустенита;
- микроучастки, которые находятся полностью в зерне δ-феррита;
- участки, через середину которых проходила межфазная граница.

Деформация на участках первой и второй групп характеризует соответственно пластическую деформацию в зернах аустенита и δ-феррита. Третья группа микроучастков выделялась для оценки межфазных сдвигов.

Для микроучастков каждого типа проводили статистическую обработку результатов с определением средней деформации ϵ_a , ϵ_ϕ , и $\epsilon_{a\phi}$ и среднеквадратичного отклонения S .

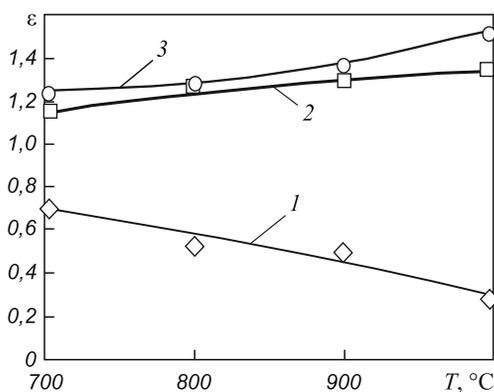


Рис. 1. Температурная зависимость относительной деформации: 1 – аустенита; 2 – межфазных границ; 3 – феррита

Абсолютная погрешность определения деформации микроучастков при доверительной вероятности 0,90 равна в среднем 0,01. При обработке экспериментальных данных определяли величину относительной деформации m по следующим уравнениям:

$$m_a = \epsilon_a / \epsilon; \quad m_{a\phi} = \epsilon_{a\phi} / \epsilon; \quad m_\phi = \epsilon_\phi / \epsilon,$$

где m_a , $m_{a\phi}$ и m_ϕ – относительная доля деформации аустенита, граничных участков и феррита в общей деформации.

Результаты исследований неоднородности пластической деформации стали марки 08X18H10T приведены на рис. 1, из которого видно, что с повышением температуры относительная деформация аустенита уменьшается в 2,6 раза, δ-феррита – увеличивается в 1,23 раза и по межфазным границам – в 1,17 раз. Можно также отметить, что при температуре 700 °С δ-феррит деформирован в 1,7 раза больше, чем аустенит, а уже при температуре 1000 °С – в 5,6 раза.

Как было отмечено, в третью группу входили участки, через середину которых проходила межфазная граница. Суммарная деформация такого участка без проскальзывания на границе будет равна $(\epsilon_\phi + \epsilon_a)/2$. Если проскальзывание по границе фаз вносит вклад в деформацию микроучастка, то $\epsilon_{a\phi} > (\epsilon_\phi + \epsilon_a)$. Как видно из рис. 2, с увеличением температуры возрастает интенсивность сдвигов по границам фаз.

Сопротивление деформации зерен δ-феррита и аустенита при температурах 700 – 1000 °С оценивали по величине H_ϕ/H_a [3], где H_ϕ и H_a – микротвердость δ-феррита и аустенита соответственно.

Измерение горячей микротвердости δ-феррита и аустенита проводили на установке ИМАШ-9-66. Полированный образец из стали 08X18H10T помещали в вакуумную камеру, из которой откачивали воздух до давления $(6 - 7) \cdot 10^{-3}$ Па. Нагрев образцов до температуры 700 – 1000 °С осуществляли за счет теплового действия пропускаемого через образец электрического тока промышленной частоты.

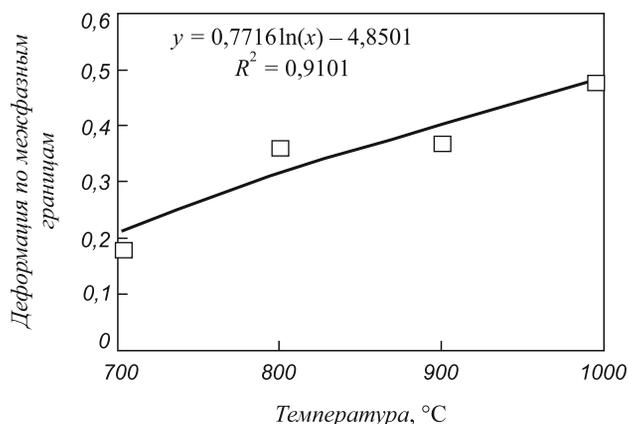


Рис. 2. Температурная зависимость относительной деформации по границам зерен аустенита и феррита

На поверхность образца, нагретого до температуры испытания, в местах расположения зерен δ-феррита и аустенита наносили по 10 отпечатков индентером. Нагрузка на индентер составляла 0,1 Н. Результаты статистической обработки эксперимента приведены на рис. 3, из которого видно, что при высоких температурах микротвердость δ-ферритных зерен меньше, чем аустенитных. С повышением температуры отношение микротвердостей δ-феррита и аустенита уменьшается.

Характер температурной зависимости отношения средних деформаций δ-феррита и аустенита аналогичен изменению отношения их горячих микротвердостей.

Таким образом, неравномерность горячей деформации по фазам стали 08X18N10T обусловлена разностью сопротивления деформации фаз аустенита и δ-феррита [4].

Проскальзывание по высокоугловым границам осуществляется за счет движения зернограницных дислокаций или их комплексов, одна из дислокаций в которых является «сидячей». Увеличение температуры облегчает возврат структуры границ за счет диффузионно-скользящего перемещения зернограницных дислокаций. При этом происходит аннигиляция дислокаций противоположного знака и движением зернограницных дислокаций одного знака к стокам, что вызывает проскальзывание по границам δ-феррита и аустенита.

Выводы. Горячая деформация стали 08X18N10T неоднородна и характеризуется тем, что δ-феррит деформируется сильнее, чем аустенит. Отношение средних деформаций δ-феррита и аустенита уменьшается с увеличением температуры и общей деформации образца.

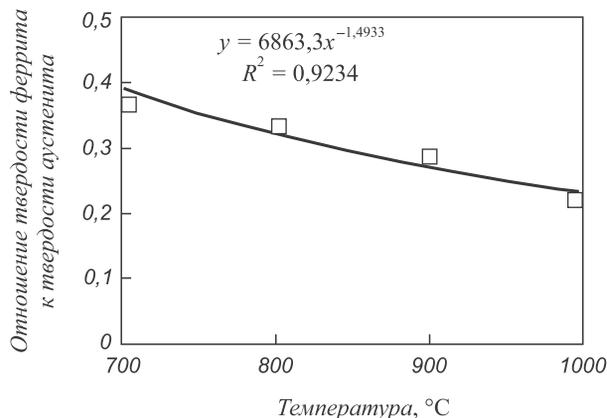


Рис. 3. Температурная зависимость отношения твердости феррита к твердости аустенита

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ларичева Л.П., Перетятыко В.Н., Ростовцев А.Н., Левиус А.М. // Изв. вуз. Черная металлургия. 1987. № 4. С. 79 – 83.
2. Лозинский М.Г. Строение и свойства металлов и сплавов при высоких температурах. – М.: Металлургиздат, 1963. – 536 с.
3. Григорович В.К. Твердость и микротвердость металлов. – М.: Наука, 1976. – 230 с.
4. Развитие теории и практики металлургических технологий: монография: в 3-х т. / Под ред. В.Н. Перетятыко, Е.В. Протопопова, И.Ф. Селянина. Т. 2. Пластичность и разрушение стали в процессах нагрева и обработки давлением / В.Н. Перетятыко, М.В. Темлянец, М.В. Филиппова. – М.: Теплотехник, 2010. – 352 с.

© 2014 г. М.В. Темлянец, М.В. Филиппова,
В.Н. Перетятыко, С.В. Коновалов
Поступила 25 февраля 2014 г.

HOT DEFORMATION INHOMOGENEITY OF AUSTENITIC STEEL

M.V. Temlyantsev, Dr. Eng., Professor
M.V. Filippova, Cand. Eng., Assist. Professor
V.N. Peretyatko, Dr. Eng., Professor
S.V. Konovalov, Dr. Eng., Professor

Siberian State Industrial University (Novokuznetsk, Kemerovo region, Russia)

E-MAIL: filippova_mv@mail.ru

Abstract. Using the installation of high-metallography, the irregularity of deformation of steel 08Cr18Ni10Ti with the content – 28 % of ferrite has been investigated. It has been established that the average amount of ferrite deformation is greater than the austenite one; and this difference increases with the temperature rise. With the temperature rise increases the slippage on interphase boundaries. The ratio of hot microhardness of δ-ferrite to austenite decreases with the increase of test temperature.

Keywords: deformation, ferrite, austenite, irregularity of deformation, grain boundaries, stainless steel, austenitic steel.

REFERENCES

1. Laricheva L.P., Peretyat'ko V.N., Rostovtsev A.N., Levius A.M. *Izv. vuz. Chernaya metallurgiya*. 1987. № 4. Pp. 79 – 83.
2. Lozinskiy M.G. *Stroenie i svoystva metallov i splavov pri vysokokh temperaturakh* (Structure and properties of metals and alloys at high temperatures). Moscow: Metallurgizdat, 1963. 536 p.
3. Grigorovich V.K. *Tvyordost' i mikrotvordost' metallov* (Hardness and microhardness of metals). Moscow: Nauka, 1976. 230 p.
4. *Razvitie teorii i praktiki metallurgicheskikh tekhnologiy: monografiya: v 3-kh t* (The theory and practice of metallurgical technologies: Monography: 3 Vols). *Pod red. V.N. Peretyat'ko, E.V. Protopyova, I.F. Selyanina. Vol. 2. Plastichnost' i razrushenie stali v protsessakh nagreva i obrabotki davleniem. V.N. Peretyat'ko, M.V. Temlyantsev, M.V. Filippova*. Moscow: Teplotekhnika, 2010. 352 p.

Received February 25, 2014