

УДК 621.74

ТЕРМОСКОРОСТНАЯ ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ ЛИТЬЕ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

В.Б. Деев¹, д.т.н., профессор
И.Ф. Селянин¹, д.т.н., профессор
К.В. Пономарева¹, ст. преподаватель
А.С. Юдин², главный технолог
С.А. Цецорина¹, к.т.н., доцент

¹ Сибирский государственный индустриальный университет (Новокузнецк, Россия)

² ООО «НПП Вектор Машиностроения» (Новокузнецк, Россия)

Аннотация. Приведены результаты разработки и реализации в производственных условиях ресурсосберегающей технологии получения алюминиевых сплавов для корпусного тонкостенного литья по газифицируемым моделям, включающей термоскоростную обработку расплава. Представленная технология способствовала повышению уровня механических свойств отливок: временного сопротивления разрыву на 14 – 22 %, относительного удлинения на 32 – 75 %.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, термоскоростная обработка, расплав, отливка, механические свойства, газифицируемые модели, ресурсосберегающая технология.

E-MAIL: deev.vb@mail.ru

В промышленных условиях литья для снижения микронеоднородности металлических расплавов при использовании низкосортной шихты применяют различные виды высокотемпературных перегревов. Однако достигнутое более однородное состояние расплава является обратимым и очень часто в промышленных технологиях литья оно может быть утеряно до момента заливки литейных форм. В основном, это связано с большим технологическим запаздыванием проводимых процессов.

Высокотемпературный тип структуры ближнего порядка расплава можно зафиксировать его быстрым охлаждением перед заливкой путем термоскоростной обработки (ТСО). Эффект последней связан с тем, что скорость структурных превращений в жидкой фазе достаточно низкая несмотря на сравнительно большие скорости процессов диффузии, поэтому быстрое охлаждение расплава может в значительной степени подавлять трансформацию кластеров.

Термоскоростная обработка расплава оказывает эффективное модифицирующее влияние на алюминиевые сплавы [1 – 4]. Получение мелкозернистой структуры алюминиевых сплавов с помощью ТСО является важным резервом повышения механических свойств отливок.

В последние годы отмечены [4 – 6] многочисленные положительные эффекты влияния мелкозернистого возврата на свойства получаемых алюминиевых сплавов при различных его добавках в расплав. Такие добавки (в количестве от 5 до 100 %) использовали либо как затравочные перед разливкой расплава, либо сразу загрузили в печь вместе с основной шихтой. При этом

механические, литейные и служебные свойства сплавов значительно улучшались.

Таким образом, проблему ускоренного охлаждения расплава после высокотемпературного перегрева (и выдержки) до температуры рафинирования или заливки в литейные формы (с целью фиксации эффекта перегрева) можно решать с помощью добавок мелкозернистого возврата, соответствующего составу получаемого сплава, т.е. реализовать термоскоростную обработку. Увеличение скорости охлаждения расплава происходит за счет того, что добавки мелкозернистых материалов выступают в качестве плавящихся микрохолодильников. Они также создают модифицирующий эффект, внося большое количество потенциальных центров кристаллизации (микронеоднородностей меньших масштабов и активированных нерастворимых примесей). В качестве мелкозернистого возврата целесообразно использовать как специально приготовленную шихтовую заготовку, так и отходы и возврат кокильного литья. Также в качестве добавок твердой шихты для охлаждения расплава можно применять чушковые сплавы, соответствующие получаемым по химическому составу.

В настоящей работе приведены результаты исследования влияния термоскоростной обработки расплава на механические свойства тонкостенных корпусных отливок из алюминиевых сплавов АК7, АК12, АК9М2 (ГОСТ 1583 – 93), полученных литьем по газифицируемым моделям в условиях ООО «НПП Вектор Машиностроения».

При реализации ресурсосберегающей технологии шихтовые материалы включали для каждой марки исследуемых сплавов около 10 – 15 % чушкового сплава,

около 85 – 90 % возврата и отходов аналогичного состава. Плавки проводили в печи ИСТ-0,16. Термоскоростная обработка заключалась в следующем: расплавливали возврат и отходы, расплав перегревали до температуры 980 – 1000 °С и выдерживали около 5 – 6 мин; далее расплав охлаждали до 880 – 890 °С первой (предварительно теплофизически рассчитанной и апробированной экспериментально в лабораторных условиях) порцией чушкового сплава; после проводили охлаждение расплава до температуры заливки 820 – 830 °С второй (также предварительно рассчитанной) порцией чушкового сплава. Рафинирование осуществляли через сетку ССФ-0,6 при заливке в литейную форму.

При изготовлении газифицируемых моделей для будущих отливок и образцов для исследования механических свойств использовался полистирол фирмы STYROCHEM. Готовые модельные блоки с помощью специального устройства помещали вертикально в подвешенном состоянии в опоку размером 700×700×700 мм. Устройство для вертикального размещения модельных блоков состояло из передвижной станины, вертикальной и горизонтальной стоек, а также передвижной рейки. Засыпку песка в опоку проводили одновременно с ее вибрацией, которую осуществляли на опоке посредством закрепленных на ней двух электрических вибраторов мощностью 3000 об/мин. Частота вибрации составляла примерно 36 Гц. Затем опоку накрывали пленкой, размещали заливочное устройство (состоящее из горизонтальной рамки с пазами и двух цилиндрических емкостей, устанавливаемых через пазы в рамку), вакуумировали литейную форму и производили заливку расплава. После охлаждения осуществляли выбивку отливок, опилровку, пескоструйную зачистку. Механические свойства изучали на образцах (согласно ГОСТ 1583 – 93), изготовленных из залитых по газифицируемым моделям проб.

Влияние технологии ТСО на механические свойства (временное сопротивление разрыву σ_B , относительное удлинение δ) сплавов АК7, АК12, АК9М2 показано ниже:

σ_B , МПа	δ , %
<i>Сплав АК7</i>	
174 – 185	2,2 – 2,6
203 – 210	3,3 – 3,5
<i>Сплав АК12</i>	
181 – 190	4,1 – 4,5
214 – 220	6,7 – 7,2
<i>Сплав АК9М2</i>	
200 – 207	1,5 – 1,8
227 – 233	2,1 – 2,3

П р и м е ч а н и е. Числитель – существующая технология плавки, знаменатель – ТСО.

Также приведены механические свойства сплавов, полученных по существующей на предприятии технологии плавки, которая заключалась в том, что высокотемпературный перегрев не проводили, а перегревали расплавы только до 880 – 890 °С, при этом до температуры заливки (820 – 830 °С) расплав охлаждался вместе с печью. Заливку в литейную форму также осуществляли через сетку ССФ-0,6.

Согласно представленным данным, механические свойства образцов у всех исследуемых сплавов после ТСО, по сравнению со сплавами, полученными по существующей технологии, величина σ_B повысилась (в среднем) на 14 – 22 %, δ – на 32 – 75 %.

Внедрение технологии ТСО в условиях ООО «НПП Вектор Машиностроения» при выплавке сплавов АК7, АК12, АК9М2 и изготовлении тонкостенного корпусного литья по газифицируемым моделям позволило получить за счет снижения (до 10 – 15 % в завалке) расхода чушковых материалов существенный экономический эффект.

Достоинством технологии ТСО является то, что она может успешно применяться в литейных и машиностроительных цехах при плавке алюминиевых сплавов для отливок, получаемых различными способами литья (в песчаные формы, в кокиль, по газифицируемым моделям и др.). При этом за счет модифицирующего эффекта рассматриваемой обработки обеспечивается повышение комплекса механических и служебных свойств литых изделий. При реализации предлагаемой технологии в шихте возможно использовать до 90 % вторичных материалов собственного производства. Недостатком технологии ТСО является то, что оптимальные режимы перегрева и количество добавляемой твердой мелкозернистой шихты необходимо определять экспериментально в каждом конкретном случае производства. И кроме того, не все плавильные агрегаты, применяемые при производстве алюминиевых отливок, могут обеспечить требуемые температуры перегрева расплава.

Выводы. Разработана и реализована в производственных условиях ресурсосберегающая технология получения алюминиевых сплавов для корпусного тонкостенного литья по газифицируемым моделям, включающая термоскоростную обработку расплава, которая способствовала повышению уровня механических свойств отливок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хосен Ри, Ри Э.Х., Химухин С.Н. и др. // Литейщик России. 2010. № 8. С. 12 – 14.
2. Хосен Ри, Ри Э.Х., Химухин С.Н. и др. // Литейщик России. 2010. № 8. С. 27, 28.
3. Deev V.B., Degtyar V.A., Kutsenko A.I. etc. // Steel in Translation. 2007. Т. 37. № 12. С. 991 – 994.
4. Никитин В.И., Никитин К.В. Наследственность в литых сплавах. – М: Машиностроение-1, 2005. – 510 с.
5. Деев В.Б. Развитие научных основ тепловых и электромагнитных воздействий на расплавы и разработка ресурсосберегающих технологий получения высококачественных отливок из

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).