

Summary

Skrypnyk S., Chernega D.

Hollow-section machine-building billets, made by centrifugal electroslag casting manufacturing perspectives

Possibility of replacement of the large-size forged billets from heatproof steel of EI 961 with the cast electroslag billets is considered. The complex of mechanical properties of the cast electroslag metal compared with the requirements of technical requirements on forgings is investigated. The prospects of production of centrifugal electroslag billets from high-alloy steels in machine-building industry are shown.

Keywords

centrifugal electroslag casting, structure, mechanical properties, production equipment, centrifugalcast billets

Поступила 13.01.11

УДК 669.715:66.096.

В. Л. Найдек, Д. М. Беленький, Н. С. Пионтковская, А. В. Наривский

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

Технология газофлюсового рафинирования алюминиевых расплавов

Представлены результаты исследований по влиянию газофлюсового рафинирования расплава на качество отливок из алюминиевого сплава АК7.

Ключевые слова: газ, флюс, расплав, алюминий, скоростная струя, рафинирование

Высокая степень рафинирования алюминиевых сплавов достигается при продувке расплава газофлюсовой смесью в атмосферных условиях или в вакууме [1-6]. При такой обработке из расплава хорошо удаляются оксидные включения, степень дегазации сплавов увеличивается на 20-30 % и в 5 раз уменьшается расход рафинирующего газа [2]. Несмотря на высокую эффективность, указанные технологии не получили широкого распространения. Это обусловлено тем, что для уменьшения окисления сплавов при рафинировании их обработке необходимо проводить с ограниченным расходом газа, которым транспортируют флюс в расплав. В результате происходит закупоривание продувочных устройств твердыми и оплавившимися частицами флюса.

В ФТИМС НАН Украины разработан процесс рафинирования сплавов, при котором флюс замешивают в жидкометаллическую ванну скоростной (≈ 120 м/с) струей инертного газа, заглубленной в расплав [7]. Основные гидродинамические параметры предложенной технологии были определены физическим моделированием [8]. В работе представлены результаты исследований по влиянию газофлюсовой обработки на плотность и механические свойства литого металла.

В исследованиях использовали алюминиевый сплав марки АК7 (ДСТУ 2839-94), имеющий интервал кристаллизации 610-577 °С. Для рафинирования спла-

ва использовали аргон первого сорта (ГОСТ 1057-79) и флюс (%мас.: 39 NaCl, 50 KCl, 6,6 Na₃AlF₆ и 4,4 CaF₂) с температурой плавления 670 °С. Плавку и рафинирование сплава массой 50 кг проводили в электрической печи сопротивления с графитошамотным тиглем. Газофлюсовая обработка сплава происходила под давлением 0,5 МПа.

После расплавления и перегрева металла до 700-710 °С отливки получали из исходного сплава. Затем сплав наводороживали с помощью влажного асбеста и обрабатывали расплав газофлюсовой смесью. На поверхности ванны наводили жидкий флюс в количестве $\approx 0,5$ % от массы металла, открывали доступ аргона в фурму и погружали ее в расплав на 2/3 глубины ванны. Когда флюс с поверхности ванны был полностью замешан, расплав продолжали продувать аргоном в течение минуты. По завершении обработки фурму извлекали из жидкого металла. Сплав выдерживали 5 мин. в плавильной печи и разливали в формы.

Среднее содержание водорода в сплаве определяли на установке RHEN-602 фирмы «LECO» по результатам измерений в 4 образцах из исходного и рафинированного металла. Плотность литого металла определяли гидростатическим взвешиванием, пористость (Π) в процентах рассчитывали по уравнению:

$$\Pi = \frac{\rho_{\text{этал}} - \rho_{\text{вак}}}{\rho_{\text{этал}}} \cdot 100 \%$$

где $\rho_{\text{этал}}$ – плотность металла в эталонном образце, г/см³; $\rho_{\text{вак}}$ – плотность сплава, закристаллизованного в вакууме, г/см³.

Для определения $\rho_{\text{этал}}$ вырезали образцы из нижней части конусной отливки (в мм: высота 90, $\varnothing_{\text{нижний}} = 16$, $\varnothing_{\text{верхний}} = 24$), которую получали путем направленного затвердевания в кокиле. Плотность $\rho_{\text{вак}}$ сплава определяли на цилиндрических отливках высотой 50 мм и диаметром 40 мм, полученных в нагретых графитовых формах. Затем создавали вакуум в камере, и отливка затвердевала при разряжении ≈ 9 КПа.

Образцы для механических испытаний изготавливали из отливок высотой 100 мм и диаметром 16 мм, производимых в двухместном кокиле с вертикально-целевой системой питания. Конструкция кокиля и литниково-питающая система отливок обеспечивали свободную усадку металла при затвердевании. Перед заливкой металла кокиль нагревали до 250 °С.

Средние значения предела текучести на разрыв (σ) и относительного удлинения (δ) литого металла рассчитывали по результатам их определения на 3 образцах (рис. 1).

Эффективность газифлюсовой обработки расплава сравнивали с качеством исходного металла, а также с сплавом, рафинированным скоростной струей аргона в течение минуты. Результаты по пористости и газосодержанию в отливках представлены в табл. 1.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что газифлюсо-

вая обработка позволяет уменьшить газосодержание в исходном сплаве на 43 %, в наводороженном – более чем на 58 %. Пористость рафинированного металла при этом снижается в 2,7-2,8 раза по сравнению с исходным сплавом.

Путем насыщения сплава водородом образуется газовая пористость с характерной выпуклой поверхностью отливки. Пористость в литом металле после газифлюсового рафинирования расплава устраняется практически полностью, и увеличиваются его прочностные характеристики (рис. 2).

Для дополнительного подтверждения эффективности созданной технологии наводороженный сплав перед флюсованием одну минуту продували заглубленной в расплав скоростной струей аргона. Из рафинированного аргоном металла – после 5-минутной выдержки его в печи – изготавливали отливки для исследований. Затем дополнительно

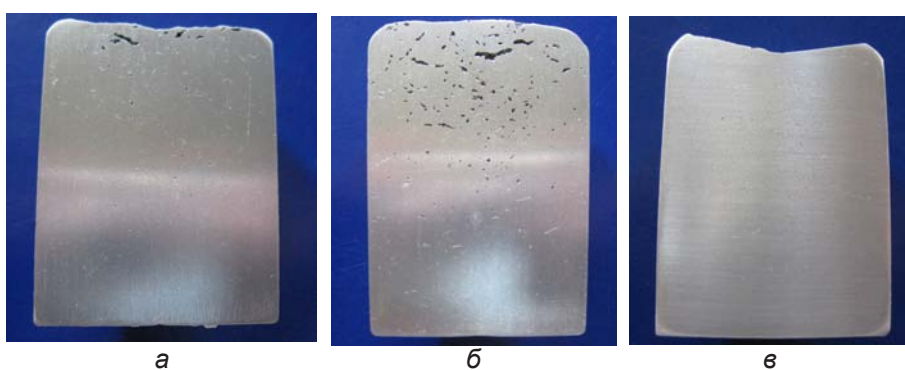


Рис. 1. Макроструктура отливок из сплава АК7: а – исходный ($\sigma = 166$ МПа, $\delta = 1,2$ %); б – наводороженный (не определяли); в – после газифлюсового рафинирования ($\sigma = 166$ МПа, $\delta = 1,2$ %)

Таблица 1

Плотность, пористость и концентрация водорода в сплавах, обработанных разными способами

Сплав	Температура формы перед заливкой металла, °С	Плотность, г/см ³		Пористость, %	Содержание водорода, ppm
		$\rho_{\text{этал}}$	$\rho_{\text{вак}}$		
Исходный	400	2,681	2,592	3,3	0,32
Наводороженный	400	2,669	2,496	6,5	0,43
После газифлюсовой обработки расплава	400	2,706	2,673	1,2	0,18

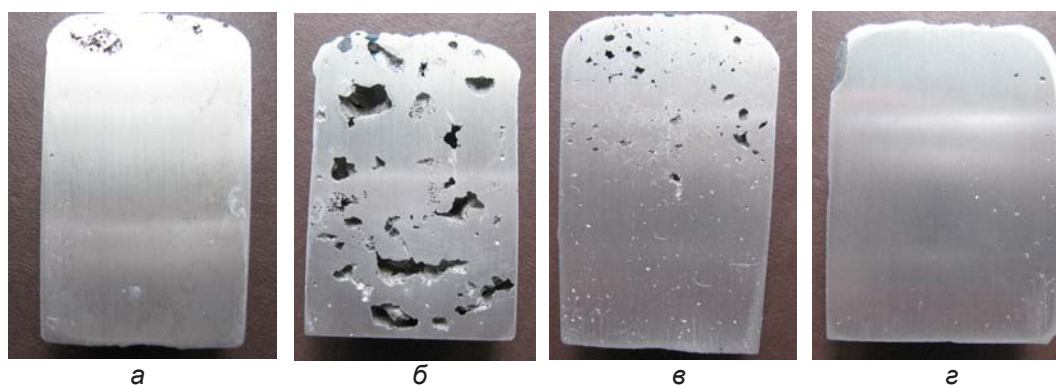


Рис. 2. Макроструктура закристаллизованных в вакууме отливок из сплава: а – исходного ($\sigma_b = 171$ МПа, $\delta = 1,6$ %); б – наводороженного (не определяли); в – рафинированного аргоном ($\sigma_b = 152$ МПа, $\delta = 0,7$ %); г – обработанного скоростной струей газа с флюсом ($\sigma_b = 196$ МПа, $\delta = 5,5$ %)

проводили газофлюсовую обработку расплава, выдерживали его в печи и разливали в формы.

С целью увеличения предрасположенности сплава к образованию газовой пористости в отливках увеличили температуру нагрева форм перед заливкой металла до 500 °С. Результаты по пористости в отливках из сплавов, обработанных разными способами, приведены в табл. 2.

Представленные результаты исследований свидетельствуют о высокой эффективности рафинирования сплавов при газофлюсовой обработке расплава. В результате предел прочности литого металла (σ) повышается на 12-13 %, пластичность (δ) – в 3 и более раз. Учитывая простоту конструктивного исполнения и небольшие затраты на реализацию, эту технологию можно рекомендовать для освоения в

Таблица 2

Пористость отливок из наводороженного и рафинированного сплавов

Номер образца	Сплав	Температура формы перед заливкой металла, °С	Пористость отливок, %
1	Исходный	500	3,95
2	Наводороженный	500	18,70
3	После продувки расплава	500	8,40
4	После газофлюсового рафинирования	500	1,05

Видно, что после продувки расплава струей аргона пористость в литом металле уменьшается в 2,2-2,3 раза. Однако газосодержание сплава при этом остается достаточно высоким. После газофлюсовой обработки сплава пористость в отливках устраняется практически полностью, увеличиваются прочность и относительное удлинение металла (см. рис. 2).

производстве металлопродукции из алюминиевых сплавов. Такой процесс рафинирования обеспечивает также высокие степени дегазации и удаления оксидных включений из сплавов, для приготовления которых используют низкосортную шихту и металлоотходы.



ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичев Л. В., Малиновский Р. Р. Рафинирование алюминиевых сплавов продувкой смесью газов с флюсом // Цв. металлы. – 1973. – № 8. – С. 43-45.
2. Стефанюк С. Л., Гульдин И. Т., Ефремов Н. Л. Рафинирование алюминиевых сплавов от магния хлористым алюминием и хлоралюминатным флюсом // Там же. – 1980. – № 4. – С. 74-77.
3. Light Metal Age. – 1986. – 44, № 9/10. – Р. 29-31.
4. Колачев Б. А., Тимошкин А. В. Влияние внепечной струйной обработки алюминиевого расплава на газонасыщенность отливок из сплава АК9ч (АЛ4) // Изв. вузов. Цв. металлургия. – 2002. – № 1. – С. 31-32.
5. Рафинирование алюминиевых сплавов с помощью установки PAL-2500 (США) // Информ. бюл. ЗАО «Металлург». – 2001. – № 7, 8. – С. 9.
6. Пат. 46165 Украина, МПК⁸ C22B21/00. Способ рафинирования алюминиевых сплавов / В. Л. Найдек, Д. М. Беленький, Н. С. Пионтковская, А. В. Наривский. – 2009. – Бюл. № 23.
7. Комбинированное рафинирование алюминиевых сплавов продувкой инертным газом и жидким флюсом / В. Л. Найдек, Д. М. Беленький, Н. С. Пионтковская, А. В. Наривский // Металл и литье Украины. – 2010. – № 11. – С. 24-27.

Анотація

Найдек В. Л., Беленький Д. М., Пиантовська Н. С., Нарівський А. В.
Технологія газофлюсового рафінування алюмінієвих сплавів

Представлено результати досліджень по впливу газофлюсового рафінування розплава на якість виливків з алюмінієвого сплава АК7.

Ключові слова

газ, флюс, розплав, алюміній, швидкісний струмень, рафінування

The results of the researches of the influence of a melt s on quality of castings the aluminum alloy AK7 are presented.

gas, flux, alloys, aluminum, rapid-spray, refining

Поступила 9.03.11

УДК 502.1(075.8): 621.74

И. А. Шалевская, Ю. И. Гутько

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, Луганск

Расчет выбросов загрязняющих веществ в литейном производстве

Рассмотрен вопрос выброса загрязняющих веществ литейными плавильными печами, произведен анализ существующих подсчетов выбросов и предложен вариант математического моделирования процесса, который можно применять при расчете вентиляции, реконструкции производства, а также вычислении и согласовании предельно допустимых показателей выбросов.

Ключевые слова: плавильная печь, загрязняющие вещества, атмосфера, пыль неорганическая, газы, аэрозоли, оксид железа, расчет выбросов, математическое моделирование, содержание химических элементов, температура плавления

Проблема загрязнения атмосферы выбросами промышленности является одной из глобальных. При этом литейное производство, к сожалению, остается среди лидеров по образованию и выбросу загрязняющих веществ в атмосферу.

В литейных цехах около 40-50 % газообразных и пылевых отходов приходится на долю плавильных агрегатов. Величина выбросов пыли в атмосферу колеблется от 0,3-0,4 кг/т выплавляемого металла в индукционных печах до 10-18 при плавке в вагранке закрытого типа с горячим дутьем [1]. Состав пыли при плавке чугуна вторым способом включает кремнезем, оксиды железа, глинозем и углерод, а при плавке первым – главным образом оксиды железа и кремния, а также кроме пыли выделяется большое количество газов, в основном, это оксиды углерода (CO), оксиды азота (NO) и сернистый газ.

При производстве стали электроплавильным способом в состав газов входят (в %): 5-70 CO, 5-15 CO₂, 0,5-5,0 H₂, 3-10 O₂, остальное – N₂ [2]. Газы, отводимые от электросталеплавильных печей, взрывоопасны. Запыленность газа зависит от качества шихты и составляет 2-10 г/м³ без продувки ванны кислородом и 14-100 г/м³ при продувке. Плотность пыли равна ≈4 г/см³.

Средний дисперсный состав пыли характеризуется следующими данными (без

продувки кислородом): при размере частиц (мкм) < 5, 5-10, 10-20, 20-44, > 44 процентное их содержание (по массе) будет составлять 71,9-67,9; 8,3-6,8; 9,8-6,0; 9,0-7,5; 6,5-6,3 соответственно.

При применении кислорода дисперсность пыли резко возрастает, и содержание возгонов доходит до 85-95 %.

В табл. 1 [3] приведены выбросы аэрозолей, сопровождающие различные процессы.

При этом, по мнению авторов работы [3], указанные данные не совсем надежные и могут существенно изменяться от наличия примесей в металлическом ломе, температуры расплава, марки сплава, конструктивных параметров печи.

Таблица 1

Выбросы аэрозолей в литейном производстве при отсутствии подавления

Источник выброса	Приблизительный фактор выброса, кг/т	Мелкие частицы (размер < 5 мкм), %
Сырой металлический лом при загрузке	0,055 лома*	30
Плавление и литье: – индукционная печь – модифицирование – разливка – охлаждение	0,88 загрузки	80
	1,32 модифицированного продукта	80
	2,2 разлива	95
	2,3 разлива	95

*Примечание: частицы размером > 50 мкм