

А. В. ШЕСТАКОВ, Д. А. ВОЛКОВ,
В. Л. РАССУДОВ, В. А. ЛISOVСКИЙ,
А. Д. ВОЛКОВ, А. С. ГЛАМАЗДИН,
НП РУП «ИНСТИТУТ БЕЛНИИЛИТ»

Given are the results of research of technological elements of production of technological elements of production of heat-resistant cast iron with high Al content as a substitute for the high chromium type ЧХ28 cast iron.

ЖАРОСТОЙКИЙ АЛЮМИНИЕВЫЙ ЧУГУН ДЛЯ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ

УДК 621.762

Ответственные литые детали тепловых агрегатов типа газогенераторов мод. ГГ30-ГГ200, как правило, изготавливаются из высокохромистого чугуна марки ЧХ28, имеющего ферритно-цементитную структуру и обладающего повышенной жаростойкостью при температуре эксплуатации до 1100°C. Однако к высокой стоимости хромосодержащих присадок добавляется еще то, что плавка такого чугуна сопряжена с использованием дорогостоящей основной футеровки ввиду быстрого износа обычно применяемой кислой набивки тиглей печей. Кроме того, наблюдается значительный разброс характеристик отливок из хромистого чугуна даже в пределах одной плавки, что иногда служит причиной коробления и разгара рабочей поверхности деталей и может приводить к преждевременному выходу из строя газогенераторов.

Задачей настоящих исследований одновременно являлся поиск резервов существующей технологии получения отливок из жаростойкого хромистого чугуна, например, путем замены форм из песчано-глинистых смесей на формы из холоднотвердеющих смесей со специальными добавками и изучение возможности применения при изготовлении упомянутых отливок эвтектических сплавов системы Fe—C—Al, обладающих целым комплексом специальных свойств, обеспечиваемых присутствием в них алюминия.

Главная причина, которая сдерживала широкое применение этих сплавов в промышленности, — отсутствие надежных рекомендаций по выбору оптимального процесса плавки алюминиевого чугуна и подбору параметров технологии, обеспечивающих в отливках структуру компактного графита без образования в матрице структурно-свободных карбидов. Имеющиеся же рекомендации [1] не дают конкретных технологических примеров достижения предъявляемых к отливкам требований по уровню механических и специальных свойств, например, путем варьирования содержанием химических элементов, ковшовой обработкой, скоростью затвердевания и другими параметрами технологии.

Методика решения поставленной задачи предусматривала следующее. Исходный чугун плавил

индукционной высокочастотной тигельной печи ИСТ-016 с кислой футеровкой. Алюминий выплавляли в такой же печи с графитовым тиглем. Обработку расплава ферроцерием производили в транспортном ковше при слиянии жидких чугуна и алюминия. Одновременно осуществляли модифицирование чугуна ферросилицием марки ФС 75. Обработанный расплав разливали по формам, изготовленным из обычных песчано-глинистых или холоднотвердеющих смесей. При этом отливали стандартные 30-миллиметровые цилиндрические и специальные образцы для исследования микроструктуры и механических свойств, включая и ударную вязкость. Макроструктуру изучали по излому литых заготовок деталей.

В качестве шихты для плавки исходного чугуна использовали синтетический чушковый чугун марки СЧ20 и стальной лом.

Промышленные испытания экспериментального алюминиевого чугуна с содержанием 19—25 % Al проводили в стандартных условиях эксплуатации газогенераторов.

Исследования по определению влияния концентрации химических элементов в алюминиевом чугуне (1,0—2,5% C, 1,0—2,0% Si, 0,5—1,0% Mn и 19—25% Al) на литейные свойства показали, что изменением содержания элементов в указанных пределах при некотором повышении температуры заливки и применении соответствующей ковшовой обработки можно достичь удовлетворительной заполняемости литейных форм даже при усложненной конфигурации отливок. Так, при содержании алюминия 22 % повышение концентрации углерода до 2,5 % при температуре заливки 1460—1430°C и совместном модифицировании ферроцерием и ферросилицием ФС75 в количествах соответственно 0,25 и 0,5 % от массы обрабатываемой дозы чугуна хорошо заполняются довольно протяженные отливки со значительным перепадом толщины стенок. Однако повышение жидкотекучести алюминиевого чугуна с содержанием 19—25 % Al при увеличении содержания углерода наблюдается тогда, когда перегрев расплава над ликвидусом не превышает 200—220°C. При перегреве до 1490—1510°C и выше происходит резкое падение жидкотекучести, не восстанавливаемое ни одним видом ковшовой обработки.

Увеличение температуры заливки также имеет свой предел. Поскольку алюминиевый чугун с шаровидным графитом обладает высокой объемной (до 7,0 %) и линейной укладкой, при повышенной температуре заливки появляется опасность образования в отливках трещин усадочного характера, что наблюдалось на небольшой партии экспериментальных отливок, залитых при 1470°C в формы со стержнями из малоподатливых жидкостекольных смесей.

Рост концентрации кремния в алюминиевом чугуне за счет введения его в состав модификатора приводит к некоторому повышению жидкотекучести. Если содержание кремния увеличивается за счет легирования Si исходного чугуна, то отливки из такого чугуна отличаются повышенной хрупкостью, растет их твердость. В структуре отливок наблюдается измельчение графита и появление карбидов алюминия, ухудшающих обрабатываемость резанием. Кроме того, при повышении содержания кремния более 2,1 % из-за снижения растворимости углерода при кристаллизации расплава из него выделяется графитовая спель, сопровождаемая пористостью в соприкасающихся с ней сечениях отливок. Появление пористости является браковочным признаком, поскольку она резко снижает термостойкость алюминиевого чугуна.

По причине превышения критической концентрации кремния не рекомендуется применять при плавке алюминия высококремнистые отходы. Используемые для плавки алюминия материалы должны быть предварительно подсушены, а расплав хорошо раскислен из-за опасности активного газо выделения при слиянии чугуна и алюминия, сопровождаемого выбросом металла.

Главный вывод, полученный при исследовании влияния изменения концентрации углерода и кремния на свойства алюминиевого чугуна, заключается в том, что результат действия этих элементов в алюминиевом чугуне является полной противоположностью их влиянию в сером чугуне, где увеличение суммы C+Si приводит к снижению твердости и повышению обрабатываемости.

Было проанализировано также влияние содержания марганца и фосфора в алюминиевом чугуне на его свойства, выбраны оптимальный метод ввода алюминия в жидкий чугун и температурный режим плавки исходного чугуна, подобран режим ковшовой обработки расплава. Установлено, что оптимальный состав чугуна содержит следующие химические элементы: 1,6—2,6% C, 1,0—2,0% Si, 0,8% Mn, 0,20% P, 0,03 S, 19,0—25,0% Al.

Выявленные зависимости позволили разработать комплексную технологию изготовления эффективного материала на основе железа с алюминием для деталей тепловых агрегатов и освоить его производство в НП РУП "Институт БелНИИлит". В течение ряда лет опытное производство института поставляет потребителям отливки из алюминиевого чугуна для газогенераторов ГГ30—ГГ200, а замена высокохромистого чугуна высокоалюминиевым чугуном позволила увеличить срок службы агрегатов и исключить такие дефекты, как коробление деталей при повышенных температурах, разгар поверхности и другие даже в случаях кратковременных нарушений в эксплуатации тепловых агрегатов. Кроме того, установлено, что разработанный чугун может быть также заменителем никелевых чугунов и керметов.

Поэтому помимо отливок из алюминиевого чугуна НП РУП "Институт БелНИИлит" может предложить потребителям следующие технологии:

- комплексную технологию производства высокоалюминиевых чугунов для деталей тепловых агрегатов типа газогенераторов ГГ30—ГГ200;
- технологический процесс производства сплава на основе железа и алюминия для изготовления деталей печного термического оборудования;
- комплексную технологию производства тигелей печей для плавки цветных металлов и сплавов из высокоалюминиевого чугуна.

Литература

1. Чугун. Справ. / Под редакцией А. Д. Шермана и А. А. Жукова. М.: Металлургия 1991.