

Д. А. ХУДОКОРМОВ, А. Г. СЛУЦКИЙ, канд. техн. наук,
В. А. КИШКЕВИЧ (БГПА)

ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ (ЧШГ) В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОКОНФОРК

Конфорки бытовых электрических плит работают в тяжелых условиях термоциклических нагрузок и высокотемпературной газовой коррозии, поэтому к материалу для их изготовления предъявляются особые требования по коррозионной и термоциклической стойкости. Вместе с тем материал для отливок «корпус электроконфорки» должен обладать хорошими технологическими свойствами: жидкотекучестью, отсутствием значительной усадки, поскольку отливка «корпус электроконфорки» при достаточно сложных геометрических формах своих поверхностей должна обладать высокой размерной точностью (0,1—0,2 мм).

В настоящее время практически все производители в качестве материала для отливок «корпус электроконфорки» используют серый чугун (СЧ), в полной мере удовлетворяющий требованиям по технологическим свойствам. Но в ходе эксплуатации электроконфорок становится очевидной малая пригодность серого чугуна как материала для их изготовления. Наличие в СЧ включений пластинчатого графита (ПГ) отрицательно сказывается на его жаростойкости и жаропрочности — свойствах, определяющих работоспособность материала при данных условиях эксплуатации. Жаростойкость и жаропрочность являются комплексными эксплуатационными свойствами, определяющимися тепло- и температуропроводностью, термоциклической стойкостью, ростоустойчивостью и стойкостью к высокотемпературной газовой коррозии. Тепло- и температуропроводность СЧ в сравнении с другими видами чугунов достаточно высоки, что подтверждается всеми исследователями. Они определяются, при прочих равных условиях, особенностями строения графитных включений в СЧ и значительно превосходят тепло- и температуропроводность чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ) и даже чугуна с вермикулярным графитом (ЧВГ), находясь на одном уровне с тепло- и температуропроводностью ковкого чугуна (КЧ), что является несомненным достоинством СЧ как материала для электроконфорок.

Положительно влияя на тепло- и температуропроводность, включения ПГ способствуют проникновению кислорода воздуха в

глубь отливки, поэтому СЧ имеет малые ростоустойчивость и стойкость к высокотемпературной газовой коррозии, а известный эффект «надрезания» металлической основы острыми кромками включений ПГ придает СЧ малую термоциклическую стойкость. Поэтому, несмотря на высокие показатели тепло- и температуропроводности, СЧ не обеспечивает достаточной надежности и долговечности изготовленных из него корпусов электроконфорок. Часто отмечается преждевременный выход электроконфорок из строя из-за разрушения или чрезмерного коробления корпуса (раньше гарантийного срока). Попытки увеличить срок службы электроконфорок путем легирования исходного расплава или термодиффузионного насыщения поверхности полученных изделий существенно долговечность изделий не повышали, одновременно усложняя технологию и удорожая изделия. Очевидно, поэтому значительно увеличить срок службы изделий можно, только отказавшись от применения СЧ в пользу ЧШГ или ЧВГ. Обоснованность решения подтверждается данными, экспериментально полученными при некоторых исследованиях эксплуатационных свойств чугунов различных видов в лаборатории «МС и ЛМ» и представленными в таблице 1.

Кроме СЧ, из приведенных выше типов чугуна наиболее прост и дешев ЧШГ, поскольку не требует дорогостоящих комплексных модификаторов, как ЧВГ, или длительной операции графитизирующего отжига, как КЧ. Но в существующих промышленных условиях завода «Полесьеэлектромаш» применение ЧШГ как материала для отливок «корпус электроконфорки» по ряду причин затруднительно. Во-первых, получение качественного ЧШГ требует очищенных от серы шихтовых материалов. Во-вторых, отливки из ЧШГ технологически отличаются от производимых в настоящее время отливок из СЧ, возникает необходимость в изменении конструкции литниково-питающей системы. В-третьих, поскольку ЧШГ имеет значительную усадку в твердом состоянии, а отливка «корпус электроконфорки» является весьма точной, существующие модели и сборочные штампы для отливок из ЧШГ не пригодны.

Таблица 1

Термостойкость различных типов чугуна

Количество трещин после циклов	СЧ	ЧШГ	ЧВГ	КЧ
100	10	4	—	3
150	25	7	5	6
200	32	11	20	13

Для изучения возможности получения отливок «корпус электроконфорки» из ЧШГ и последующего внедрения разработанной технологии на заводе «Полесьеэлектромаш» на литейном участке лаборатории «МС и ЛМ» был проведен ряд опытных плавов. В качестве шихты использовались корпуса расснаряженных артиллерийских снарядов. Это позволило решить задачу утилизации списанных боеприпасов и получить дешевую, очищенную от серы, шихту. Плавка шихты проводилась в тигельной индукционной печи емкостью 60 кг с кислой футеровкой. При доводке расплава по химическому составу достаточно увеличить концентрацию кремния и углерода в расплаве, для чего применялся ферросилиций ФС45 и карбюризатор на основе древесного угля.

Обе эти добавки достаточно дешевы и недефицитны. Причем при добавке в шихту электротехнической стали (на заводе «Полесьеэлектромаш») навеску вводимого ферросилиция можно уменьшать. Модифицирование магнием проводилось с помощью лигатуры ФСМг5, загружаемой в ковш непосредственно перед наполнением его металлом из печи. Заливка производилась в сырые песчано-глинистые формы, собранные в стопку. Для предупреждения усадочных дефектов питание отливок осуществлялось через боковую прибыль, одновременно являвшуюся и стояком. Масса прибыли-стояка составляла 15 % от массы отливки. Контроль качества отливок — визуальный, эффективность сфероидизирующего модифицирования определялась методом металлографического анализа. В данной серии плавов модификатор ФСМг5 вводился в количестве 1,2 и 0,8 % от массы обрабатываемого металла. Металлографический анализ показал, что даже при недостатке модификатора графит в чугуна приобретает шарообразную форму. Микроструктура чугуна на исследованных образцах состояла из перлитно-ферритной матрицы и шаровидного графита размером ШГд45, распределением ШГр1 и формой ШГф5. Высокая усваиваемость магния, вероятно, определяется высокой степенью чистоты шихты по содержанию серы и других вредных примесей.

Химический состав полученного синтетического ЧШГ следующий: углерод 3,4—3,5 %, кремний 2,9—3,1, марганец 0,5—0,6, сера 0,01, фосфор 0,01 %. Повышенное содержание кремния, будучи помехой при получении качественного ЧШГ с высокими механическими свойствами, при производстве корпусов электроконфорок — явление положительное. Несмотря на снижение теплопроводности, вызванное повышением содержания кремния в сплаве, жаростойкость чугуна увеличивается, поскольку увеличивается жаростойкость феррита металлической основы. Кроме того,

повышенное содержание кремния в используемом сплаве позволяет получать отливки корпусов электроконфорок с чисто ферритной металлической основой. При этом отпадает необходимость ферритизирующего отжига отливок, тогда как в условиях завода «Полесьэлектромаш» при использовании в качестве материала СЧ в последующем отжиге нуждалось 80 % отливок.

Поскольку при формовке использовалась модель, применяемая для отливок из СЧ, полученные отливки имели отклонения в размерах, превышающие допустимые, что потребовало изготовления специального сборочного штампа. Но простейший экономический расчет показал, что изготовление нового штампа выгоднее, чем новой модели.

В заводских условиях отливки прошли механическую обработку и сборку. Предварительные испытания на термоциклическую стойкость, проведенные по ГОСТ 14163—88, показали значительно большую термостойкость корпусов из ЧШГ по сравнению с корпусами из СЧ, что соответствует данным о высокой долговечности корпусов электроконфорок, изготавливаемых компаниями «Bosch», «Dorengi» и некоторыми другими, из ферритного ЧШГ. Таким образом, сочетание высоких рабочих качеств получаемых изделий с весьма незначительными затратами на изменение технологии и решением остро стоящей задачи утилизации боеприпасов делает описанную технологию весьма перспективной.

УДК 669.71.054

**С. Е. ШУРАНКОВ, С. Н. ЛЕКАХ, докт. техн. наук,
В. Л. ТРИБУШЕВСКИЙ, канд. техн. наук,
С. Л. РИМОШЕВСКИЙ (БГПА)**

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВТОРИЧНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Непрерывно возрастающие потребности нашей страны в цветных металлах все в большей степени удовлетворяются за счет перерабатываемого вторичного сырья. Поэтому все актуальнее становится проблема радикального использования низкосортного сырья [1].

Одной из основных задач вторичной металлургии является получение вторичных сплавов, которые по качеству не должны уступать первичным. Известно, что процесс металлургической переработки отходов алюминия сопровождается насыщением вторичных