



In the article there are given the methods of manufacturing of muffs of engine bowls out of pearlite cast iron with vermicular graphite for heavy-load dump trucks.

В. В. АНДРЕЕВ, Н. К. БЛОЖКО, ГНЦ РФ ЦНИИТМАШ,
В. Н. ЗЕЛЕНСКИЙ, Н. Ф. ПЕРЕПЕЧКО, ОАО «Турбомоторный завод»

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И СВОЙСТВА ВТУЛОК ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ИЗ ПЕРЛИТНОГО ЧУГУНА С ВЕРМИКУЛЯРНЫМ ГРАФИТОМ ДЛЯ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

УДК 621.746

Повышение прочностных характеристик металла основных деталей вновь проектируемых и модернизируемых дизельных двигателей, таких, например, как втулки (гильзы) цилиндров, определяющих надежность работы и моторесурс двигателя, остается актуальной задачей двигателестроения. Для решения указанной задачи весьма перспективно использовать высокопрочный чугун с вермикулярной формой графита и перлитной металлической основой, обладающий благоприятным сочетанием повышенных прочностных и особенно усталостных характеристик, с достаточно высокой износостойкостью и теплопроводностью, близкой к теплопроводности традиционно применяемого легированного серого чугуна [1, 2].

На ОАО «Турбомоторный завод» (г. Екатеринбург) была освоена новая технология изготовления из перлитно-ферритного чугуна с вермикулярным графитом (ЧВГ) центробежнолитых втулок цилиндров дизелей типа ДМ для большегрузных автомобилей-самосвалов «БЕЛАЗ».

Для изготовления литых заготовок втулок цилиндров из ЧВГ используют технологический процесс центробежного литья во вращающиеся песчаные жидкостекольные разовые формы. Согласно этой технологии, во вращающейся разовой форме, окрашенной противпригарной самовысыхающей краской, отливают заготовку втулки цилиндров массой 118 кг. Припуск на механическую обработку по наружному профилю принят 5 мм и внутреннему диаметру — 21 мм, а по торцам заготовки соответственно 10 мм (по фланцу) и 20 мм (хвостовая часть), предусматривающий вырезку контрольного кольца для испытания свойств металла заготовки.

Технология получения вермикулярной формы графита в чугуне предусматривает обработку исходного жидкого чугуна в разливочном ковше РЗМ-содержащей лигатурой марки ФС30РЗМ30 с

последующим графитизирующим (вторичным) модифицированием 75%-ным ферросилицием.

Заливку металла в центробежную форму при температуре 1320—1350°C производят мерным ковшом (после его взвешивания) через специальное литниковое устройство центробежной машины. Продолжительность заливки 60—80 с. С одной плавки последовательно заливают три формы на трех машинах. Продолжительность охлаждения отливок до полного затвердевания во вращающихся литейных формах на центробежных машинах составляет 40—50 мин. Все это время литейные формы снаружи сразу после заливки жидкого чугуна принудительно охлаждают струями воды. Затем машины останавливают, формы с отливками снимают с машин и складывают для дальнейшего охлаждения отливок до полного остывания.

В таблице приведены основные характеристики металла заготовок втулок цилиндров, полученных из чугунов с пластинчатым (ЧНХМД) и вермикулярным (ЧВГ) графитом методом центробежного литья.

Исследования структуры металла по сечению стенки и длине отливки показали, что в центробежнолитых заготовках в рабочем сечении детали формируется преимущественно перлитная (до 30 % феррита) металлическая основа с вермикулярным графитом (5—10 % шаровидного графита). В наружном слое заготовки (глубиной 5—7 мм) за счет высокой начальной скорости охлаждения образуется более высокая доля шаровидного графита (в некоторых случаях до 30%) и имеет место измельчение структуры в целом как включений графита, так и зерна металлической основы. Структура внутреннего слоя отливки в интервале припуска на механическую обработку при сохранении соотношения структурных составляющих металлической основы по всему сечению стенки заготовки характеризуется несколько большим общим

Наименование параметра	Марка чугуна	
	ЧНХМД	ЧВГ
Химический состав:		
углерод	3,0–3,2	3,3–3,5
кремний	1,8–2,0	2,2–2,5
марганец	0,8–1,0	0,8–1,0
хром	0,45–0,60	0,20–0,30
никель	0,9–1,2	0,9–1,2
молибден	0,4–0,6	0,2–0,3
медь	0,3–0,4	0,8–1,0
фосфор	0,05–0,07	0,05–0,07
сера	0,025–0,035	0,005–0,012
РЗМ	–	0,08–0,12
Механические свойства:		
временное сопротивление разрыву при растяжении σ_B , МПа	350–390	460–520
твёрдость по Бринеллю НВ	217–248	229–269
предел выносливости σ_{-1} , МПа	110–120	170–180

содержанием графита, что обусловлено незначительной флотацией первичного графита, особенно шаровидного при кристаллизации чугуна в поле действия центробежных сил.

Наряду с вермикулярным и шаровидным графитом в структуре некоторых заготовок наблюдается наличие междендритного графита (ВГр5 по ГОСТ 3443-87), количество которого однако не превышает обычно 10–20% от общей площади, занятой графитом. При этом не выявлено какого-либо отрицательного влияния этого графита на механические свойства металла заготовок.

Структура чугуна в отдельно отлитых стандартных клиновидных пробах толщиной 25 мм (ГОСТ 7293-85) не совпадает со структурой чугуна в самих заготовках, что обусловлено большой разницей в условиях кристаллизации проб и заготовок. В пробах структура характеризуется наличием повышенной доли шаровидного графита (до 40%) и перлитной матрицей (до 8% феррита) с 2–10% цементита, в то время как в заготовке имеет место вермикулярный графит (до 10% шаровидного) и перлитно-ферритная металлическая основа (до 2–6% цементита). По таким литым пробам можно лишь контролировать эффективность обработки расплава сфероидизирующей лигатурой, так как в случае получения в пробе пластинчатого графита будет получен пластинчатый графит и в

заготовках втулок и последние должны быть забракованы.

Таким образом, соответствие структуры и свойств чугуна в заготовках требованиям чертежа можно контролировать только по контрольным кольцам, отрезанным от литых заготовок.

Как видно из таблицы, механические характеристики металла втулок цилиндров из ЧВГ в 1,3–1,5 раза выше, чем у втулок из чугуна с пластинчатым графитом ЧНХМД.

Натурные испытания втулок цилиндров из ЧВГ на производственном стенде и данные по их эксплуатации непосредственно на дизелях подтвердили технико-экономическую эффективность разработанной технологии и преимущество использования нового материала для повышения конструкционной прочности, эксплуатационной надежности и увеличения срока службы деталей (наработка более 25 тыс. моточасов). Применение втулок цилиндров из перлитного ЧВГ позволило организовать выпуск форсированных дизелей с увеличением в 1,5 раза мощности на каждый цилиндр.

Литература

1. Андреев В. В. и др. Перлитный чугун с вермикулярным графитом // Литейное производство. 1983. № 6.
2. Александров Н. Н., Андреев В. В. и др. Высокопрочный чугун с вермикулярным графитом. М., 1986. С. 47–59.