

УДК 621.74

Поступила 29.08.2013

Д. А. ВОЛКОВ, А. Д. ВОЛКОВ, ОАО «БЕЛНИИЛИТ»

ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРОТКОМЕРНЫХ ТРУБНЫХ ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ

Приведены технологии и малогабаритные машины центробежного литья, разработанные ОАО «БЕЛНИИЛИТ».

The technologies and the small-sized machines of centrifugal casting developed by JSC «BELNILIT» are given.

В связи с изменением экономических условий на рынке моторных гильз, когда потребность в них уменьшилась, появилась необходимость в создании новых технологий и малогабаритных машин, окупаемых в короткие сроки. Поэтому в ОАО «БЕЛНИИЛИТ» после множества проведенных стендовых экспериментов была создана малогабаритная двухроторная машина центробежного литья мод. 4986. Технические характеристики машины приведены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики машины мод. 4986

Производительность, отливок/ч (масса отливки до 30 кг)	20
Размеры отливок, мм: диаметр наружный длина	до 400 до 400
Охлаждение центрифуг	водяное, душированием
Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	2565 1700 1640
Масса, кг	3300

Первый образец машины мод. 4986 был установлен и запущен в экспериментально-исследовательской литейной лаборатории специальных методов литья черных сплавов для освоения технологии производства трубных заготовок для производства стопорных и уплотнительных колец из высокопрочного и серого чугуна. Одновременно впервые в Республике Беларусь на РУП «Минский моторный завод» были внедрены три машины мод. 4986 для производства трубных маслостных заготовок из нирезиста для упрочняющих вставок поршней. После запуска в производство завод отказался от закупки дорогостоящих импортных комплектующих и дополнительно были созданы рабочие ме-

ста. В дальнейшем двухроторная центробежная машина была модернизирована (была усилена система охлаждения) в мод. 4986М. Две такие машины были внедрены на ОАО «Агромашхолдинг» (г. Кустанай, Республика Казахстан). На этих машинах было организовано производство заготовок гильз цилиндров ЯМЗ-236, СМД-60 и трубных маслостных заготовок из нирезиста. В этой конструкции машины благодаря конструктивному новшеству, более интенсивному охлаждению кокилей появилась возможность влиять на физико-механические свойства материала отливки на всех этапах кристаллизации. Получаемые по данной технологии гильзы имеют следующую структуру чугуна: графит пластинчатой формы, прямой либо завихренной, металлическая матрица в виде сорбитообразного перлита, полное отсутствие структурно-свободного феррита и включения цементита в количестве не более 5% площади шлифа. Разработанная технология исключает необходимость проведения дополнительного охлаждения в кокиле отливок, что повышает производительность машины.

Следующей разработкой данного класса машин является создание двухроторных центробежных машин мод. 4986М1 и 4996, предназначенных для изготовления отливок диаметром и длиной до 500 мм. Эти машины были внедрены на «БКВ групп Кастинг» (г. Павлодар, Республика Казахстан) для производства стальных и чугунных отливок массой до 500 кг и толщиной стенок около 100–150 мм для газовых трубопроводов и на ОАО «КулонЭнергомаш» (г. Казань) для производства трубных заготовок тормозных барабанов толщиной 10 мм для автомобилей АвтоВАЗ (длина заготовок 500 мм).

В 2010 г. в ОАО «БЕЛНИИЛИТ» была создана и успешно прошла испытания машина мод. 4986ТП,



Рис. 1. Машина мод. 49100

предназначенная для производства отливок с максимальным диаметром уже до 700 мм. Эта машина создана для организации производства стальных и чугунных отливок на лабораторных площадях ОАО «БЕЛНИИЛИТ». В конструкции машины предусмотрен трансформируемый защитный кожух, изменяемый в зависимости от длины отливки.

В то же время в институте была создана и успешно внедрена на ОАО «Коломенский завод» машина мод.49100 с возможностью отливок тепловозных гильз цилиндров длиной до 800 мм и диаметром до 400 мм. Это принципиально новая разработка, в которой применены консольный крепеж центрифуги и катковые опоры, создана новая система торможения вращающихся узлов, а также система изменения скоростей вращения центрифуги при заливке, что позволяет получать отливки толщиной до 300 мм, в том числе заготовки для прокатных валков или поковок. Машина мод. 49100 разработчиками рассматривается как базовая модель оборудования для изготовления отливок массой от 200 до 3000 кг, что в перспективе позволит ее применять на машиностроительных и металлургических предприятиях (рис. 1).

Для выполнения задач по импортозамещению в Республике Беларусь в рамках государственной подпрограммы «Технология литья» была создана и внедрена в 2011 г. на ОАО «Лидский литейно-механический завод» (ОАО «ЛЛМЗ») для массового производства литых заготовок гильз Д-245 десятипозиционная карусельная машина центробежного литья мод. 49101 (рис. 2). Машина работает с производительностью 50 заливок в 1 ч. Температура кокиля контролируется дистанционно перед каждой заливкой, что позволяет уменьшить брак по отбелу.

Особенностью этой разработки является то, что все выполняемые операции производятся авто-

матически благодаря электронной системе управления, что дает возможность уменьшить количество обслуживающего персонала с 3 до 2 чел.

В результате совместных экспериментальных работ ОАО «БЕЛНИИЛИТ» с ОАО «ЛЛМЗ» впервые в Республике Беларусь была разработана ковшовая дозированная заливка с предварительным модифицированием расплава на струю металла в дозаторе, управляемая системой охлаждения вращающихся изложниц с возможностью комбинированного душирования и уникальной системой покрытия дифференцированно вращающихся изложниц теплоизоляционными водными красками, особенностью которых является разгон скоростей вращения центрифуги с 500 до 1000 оборотов/мин. При этом на малых скоростях происходит окраска плоской части кокиля, а на больших скоростях – цилиндрической. Окраска кокиля производится с автоматически предварительно установленной крышкой, что при машинной окраске ранее не применялось. Впервые была опробована и внедрена теплоизоляционная водная краска, разработан-



Рис. 2. Машина мод. 49101 с узлами автоматической покраски и дозированной заливки

ная в Республике Беларусь, взамен импортной с использованием основного материала кизельгура. Стоимость ее в 1,5 раза ниже, чем импортной. Поставка этой краски может быть организована для предприятий Российской Федерации. Переход на теплоизоляционное покрытие кокилей с плакированной смеси на краску с водной основой позволяет при массовом производстве гильз сэкономить десятки тысяч долларов США. Еще одно технологическое новшество при внедрении карусельной машины – увеличение стойкости оснастки в 3–4 раза за счет изготовления изложниц или вставок в изложницы центробежным способом литья взамен их литья в песчаные формы. При этом резко улучшается не только качество оснастки, но и снижаются трудоемкость, расход материалов и т. д. Это направление (изготовление элементов оснастки центробежным способом) имеет большие перспективы не только в массовом производстве, но и при литье крупных трубных заготовок.

В результате исследовательских и экспериментальных работ, проведенных в лабораторных условиях ОАО «БЕЛНИИЛИТ» на машине мод. 4986, была разработана и освоена технология производства стальных ступиц отбойного бitera комбайна Дон-1500 (рис. 3). Впервые в СНГ удалось заменить стальные поковки на отливки центробежного литья, не ухудшая при этом качество и свойства деталей. Масса заготовки была снижена с 29 до 17 кг. Стендовые испытания и длительная эксплуатация литых ступиц, изготовленных центробежным способом литья на машинах, разработанных ОАО «БЕЛНИИЛИТ», раскрывают большие возможности в области создания новых технологий по производству короткомерных трубных заготовок из любых марок сталей. Это стало возможно после того, как сотрудниками института была разработана специальная оснастка для стального литья со сменными термостойкими вставками в местах оснастки, испытывающих высокие термические напряжения. Была также разработана и отработана технология центробежного литья стальных фланцев, применяющихся в паропроводах, диаметром до 500 мм и толщиной 30–40 мм и массой до 40 кг. Отливки успешно опробованы на ООО «Промэнерго» (г. Покров).

Еще более перспективной можно рассматривать технологию по изготовлению в массовом производстве мелющих шаров из чугуна и синтетического чугуна с содержанием в шихте чугуна и стальной стружки. Разработанная технология отличается от традиционных тем, что за счет центростремительных сил образуются отливки с высокой плотностью и полным отсутствием объемной и поверхностной усадки, так как усадка



Рис. 3. Стальные ступицы

переходит в центральный кольцевой питатель. Этот эффект возможен только при горизонтальной оси вращения, что полностью подтвердилось экспериментальными работами, проведенными ОАО «БЕЛНИИЛИТ». По данной технологии существенно уменьшается дополнительное легирование хромо- и марганцесодержащими ферросплавами в отличие от хромистых чугунов, так как естественные условия кристаллизации металлической оснастки обеспечивают достаточно твердую отбеленную поверхность шара (до 50 HRC).

С целью определения эффективности способов литья на ОАО «БЕЛНИИЛИТ» на специальном стенде мод. П1755 испытывали мелющие шары, изготовленные по применяемым в промышленности технологиям (литье в кокиль и песчаные формы) и разработанной технологии (центробежное литье). Результаты испытаний мелющих тел приведены в табл. 2.

Испытания проводили отдельно партиями, состоящими из шести шаров, которые с высоты 5 м сбрасывали на наковальню и затем ковшевым элеватором поднимали вверх, и так до полного разрушения. Критерием ударной стойкости является количество циклов до разрушения.

Были отобраны шары диаметром 60 мм, изготовленные следующими способами:

- 1) литье в песчано-глинистые формы с вертикальным разъемом (ОАО «МЗОО»);
- 2) литье в песчано-глинистые формы с горизонтальным разъемом (ОАО «БЭЗ»);
- 3) литье в кокиль с вертикальным разъемом (ОАО «КРОНТИФ»);
- 4) центробежное литье (ОАО «БЕЛНИИЛИТ»).

Отливки, изготовленные ОАО «МЗОО», ОАО «БЭЗ», ОАО «КРОНТИФ», были дополнительно легированы медью до 1% и хромом до 3%. Отливки, изготовленные ОАО «БЕЛНИИЛИТ», подвергали внепечной обработке лигатурой ФСМг в количестве до 1%.

Для мелющих шаров, отлитых из ВЧ центробежным способом, были проведены исследования на износ (табл. 3).

Таблица 2. Результаты испытаний мелющих тел на ударную стойкость

Способы литья мелющих тел	Количество циклов до разрушения					
	Номер шара					
	1	2	3	4	5	6
Партия № 1. Литье в песчано-глинистые формы с горизонтальным разъемом (отливки, отлитые без прибыли) (ОАО «БЭЗ»)	82	153	169	179	187	213
Партия № 2. Литье в песчано-глинистые формы с горизонтальным разъемом (отливки, отлитые с прибылью) (ОАО «БЭЗ»)	180	202	304	351	373	–
Партия № 3. Литье в кокиль с вертикальным разъемом (ОАО «КРОНТИФ»)	94	103	118	130	134	–
Партия № 4. Литье в песчано-глинистые формы с вертикальным разъемом (ОАО «МЗОО»)	285	287	302	311	319	326
Партия № 5. ОАО «БЕЛНИИЛИТ» (отлитые из СЧ центробежным способом)	200	390	480	670	690	710
Партия № 6. ОАО «БЕЛНИИЛИТ» (отлитые из ВЧ центробежным способом)	1000*	1000*	1000*	1000*	1000*	1000*

* Мелющие тела, отлитые из ВЧ центробежным способом, выдержали 1000 циклов. После чего испытания были закончены.

Таблица 3. Химический состав шаров из ВЧ

C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	Al	V	Ti	Mg	S	P
3,26	2,4	0,47	0,16	0,22	0,07	0,02	0,01	0,01	0,05	0,02	0,05

Таблица 4. Показатели износа шаров из ВЧ

Шар	Целый	1	2	3	4	5	6
Масса, г	800	750	740	760	775	780	770
Износ, %	–	6,25	7,5	5,0	3,125	2,5	3,75
Средний износ – 4,689%							

Металлографический анализ изломов шаров, изготовленных разными способами литья, показал, что шары, отлитые в кокиль и песчаные формы и дополнительно легированные медью и хромом, фактически имеют полностью по сечению структуру белого чугуна, за счет чего твердость на всей поверхности шаров и глубине половины радиуса шара составляет 50 HRC, что является положительным фактором по отношению к износу. Однако эти способы литья не обеспечивают высокую ударную стойкость как за счет образовавшейся структуры, так и за счет наличия по центру усачных раковин.

Проводимые в институте испытания мелющих шаров диаметром 60 мм на специальном стенде, полученные центробежным способом литья из синтетических чугунов, подтвердили их высокие механические и эксплуатационные свойства. Средний износ шаров после 1000 циклов испытаний составляет 4,6–4,7%, в то время как шары из хромистых чугунов, полученные литьем в землю, при испытании разрушаются до 400 циклов. Полученные результаты послужили основанием для разработки опытной центробежной однопозиционной машины для литья мелющих тел мод. 4993М (рис. 4),

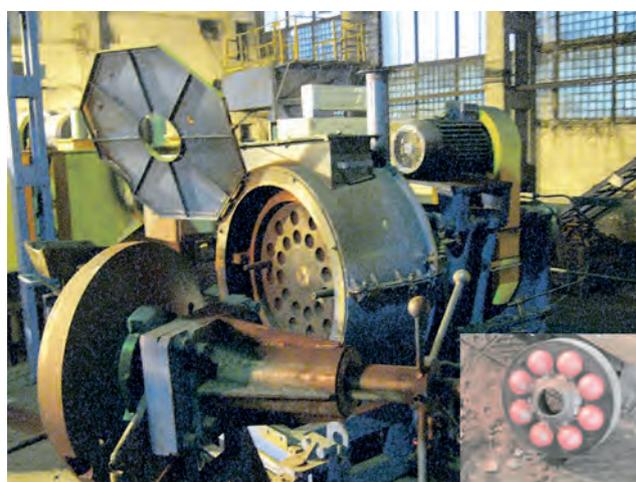


Рис. 4. Машина мод. 4993М и однорядный куст отливок шаров диаметром 60 мм

установленной на ОАО «ЛЛМЗ». Такая установка создана впервые в литейном машиностроении.

Одним из новшеств данной машины является поочередное применение сменных водоохлаждаемых полукокилей – крышек, усиливающих отбел. В системе управления предусмотрена также регулировка скоростей вращения кокиля. В оснастке было предусмотрено двухрядное расположение формообразующих гнезд для шаров диаметром 60 мм, т. е. увеличено количество с 8 до 24 шт. По результатам испытаний можно делать выводы, что наиболее эффективным является однорядное расположение гнезд независимо от их количества. На однопозиционных машинах экономически выгоднее лить шары диаметром 80, 100, 120 мм, так как резко вырастает тоннаж производимой продукции. Что касается мелющих шаров диаметром меньше 60 мм, то экономически оправдано их производство на десятипозиционных карусельных машинах центробежного литья типа 49101.