

## Литейное материаловедение, специальные способы литья

*New developments of OAO «BELNILIT» in the field of centrifugal casting are given.*

Д. А. ВОЛКОВ, А. П. МЕЛЬНИКОВ, А. Д. ВОЛКОВ, А. В. МИЦКЕВИЧ, ОАО «БЕЛНИИЛИТ»

УДК 621.74

### НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ОАО «БЕЛНИИЛИТ» В ОБЛАСТИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ

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. В ОАО «БЕЛНИИЛИТ» после множества проведенных стендовых экспериментов была создана малогабаритная двухроторная машина центробежного литья мод. 4986 (рис. 1, табл. 1).

Порядок работы машины: перед началом работы оба кокиля центробежной машины разогреваются до температуры 250–300 °С газовыми горелками. С помощью ручного пульверизатора окрашиваются задние и передние крышки кокилей, после чего на первый кокиль устанавливается передняя крышка, центрифуга приводится во вращение и с помощью ручного дозатора на внутреннюю поверхность кокиля наносится слой теплоизоляционного покрытия. После отверждения покрытия с помощью перекатной тележки заливочный лоток выводится из первого кокиля, на котором последовательно проводятся все операции нанесения облицовки. Заливочный лоток вводится во второй

Таблица 1. Технические характеристики машины мод. 4986

Тип машины	Двухпозиционная
Производительность, отливок/ч (масса отливки до 30 кг)	20
Режим работы	Полуавтоматический
Размеры отливок, мм:	
диаметр наружный	до 400
длина	до 400
Покрытие кокиля	Футеровочная масса
Заливаемый сплав	Чугун, сталь
Охлаждение центрифуг	Водяное, душированием
Габаритные размеры, мм:	
длина	2565
ширина	1700
высота	1640
Масса, кг	3300

кокиль и производится заливка второго кокиля. По окончании заливки лоток выводится из кокиля, очищается вручную от остатков металла, а центрифуга продолжает вращаться до полного затвердевания и охлаждения отливки до температуры 800–850 °С. Время нахождения отливки в кокиле после окончания заливки 3–4 мин.

После этого центрифуги по очереди останавливаются, отливки гильз с помощью толкателей извлекаются из кокилей и укладываются в тару для вторичного охлаждения. Кокили путем продувки сжатым воздухом очищаются от остатков теплоизоляционного покрытия. Циклы последовательно повторяются на первом и втором кокилях.

Первый образец машины мод. 4986 был установлен и запущен в экспериментально-исследовательской литейной лаборатории специальных методов литья черных сплавов ОАО «БЕЛНИИЛИТ» для проведения экспериментов и разработки новых технологий по литью чугунов и сталей.

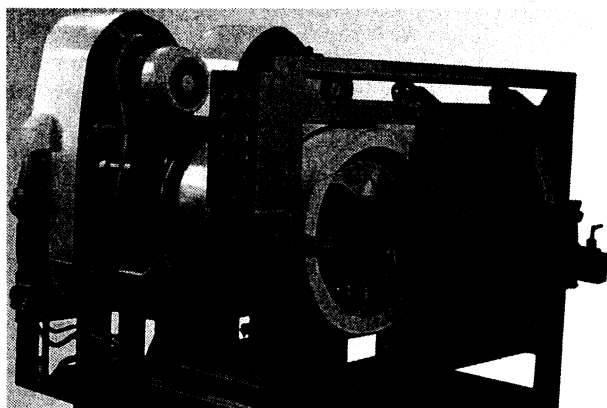


Рис. 1. Двухроторная машина центробежного литья мод. 4986

В результате этих и других комплексных наработок в ОАО «БЕЛНИИЛИТ» была разработана и освоена технология производства трубных заготовок для производства стопорных и уплотнительных колец из высокопрочного и серого чугуна. Одновременно впервые в Республике Беларусь на ПРУП «Минский моторный завод» были внедрены три машины мод. 4986 для производства трубных маслотно-заготовок из нирезиста для упрочняющих вставок поршней. После запуска в производство завод отказался от закупки дорогостоящих импортных комплектующих и дополнительно были созданы рабочие места. 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 маслотно-заготовок из нирезиста. 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 отливок массой до 300 кг и толщиной стенок около 100–150 мм для газовых трубопроводов и ОАО «КулонЭнергомаш» (г. Казань) для производства трубных заготовок тормозных барабанов толщиной 10 мм.

В настоящее время создана и проходит испытания машина мод. 4986ТП для производства отливок с максимальным диаметром 600 мм и длиной 500 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 это же время в институте была создана и испытана для ОАО «Коломенский завод» машина мод. 49100 для производства тепловозных гильз отливок 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 лапок. Машина мод. 49100 разработчиками рассматривается как базовая модель оборудования для изготовления отливок массой от 200 до 1000 кг, что в перспективе позволит ее применять на машиностроительных и металлургических предприятиях (рис. 2).

Для выполнения задач по импортозамещению в Республике Беларусь разработана для массового производства литых заготовок гильз Д-245 десятипозиционная карусельная машина центробежного

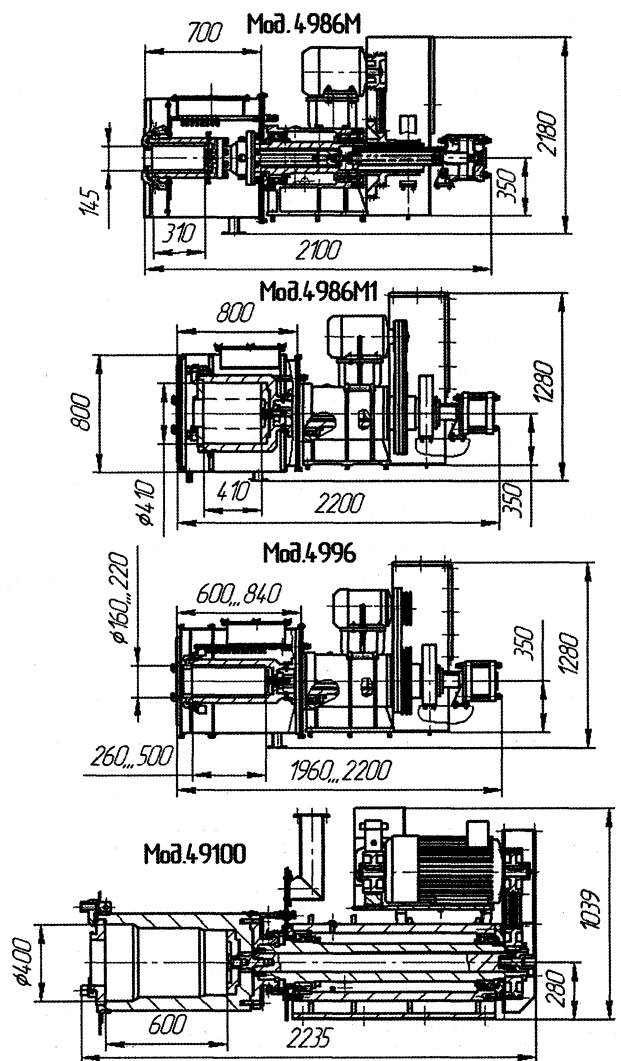


Рис. 2. Гамма центробежных машин, разработанных ОАО «БЕЛНИИЛИТ» в последнее десятилетие

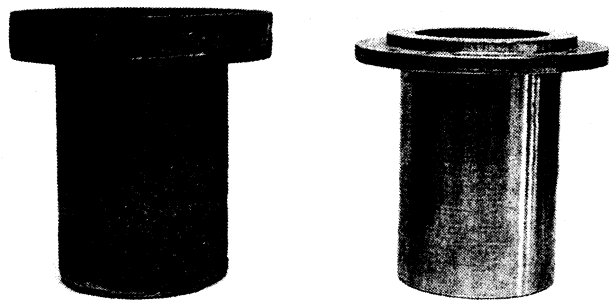


Рис. 3. Стальные ступицы

литья мод.49101, которая будет эксплуатироваться на ОАО «Лидский литейно-механический завод».

В результате исследовательских и экспериментальных работ, проведенных в лабораторных условиях на машине мод. 4986, была разработана и освоена технология производства стальных ступиц (рис. 3) отбойного бitera комбайна «Дон-1500». Впервые в СНГ удалось заменить стальные поковки, получаемые методом обработки давлением на отливки центробежного литья, не ухудшая при этом качество и свойства деталей. Масса заготовки была уменьшена 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. В настоящее время в ОАО «БЕЛНИИЛИТ» разработана и отработана технология центробежного литья стальных фланцев, применяющихся в паропроводах, диаметром до 500 мм, толщиной 30–40 мм и массой до 40 кг.



Рис. 4. Кокиль для изготовления мелющих шаров диаметром 60 мм

Еще более перспективной можно рассматривать технологию по изготовлению в массовом производстве мелющих шаров из чугуна с содержанием в шихте чугуна и стальной стружки. Разработанная технология отличается от традиционных тем, что за счет центробежных сил образуются отливки с высокой плотностью и полным отсутствием объемной и поверхностной усадки, так как усадочная часть литейного куста переходит в центральный кольцевой питатель. По данной технологии не требуется 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 в ОАО «БЕЛНИИЛИТ» на специальном стенде мод. П1755 испытывали мелющие шары, изготовленные по применяемым в промышленности технологиям (литье в кокиль и песчаные формы) и вновь разрабатываемой технологии (центробежное литье).

Т а б л и ц а 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)	82	153	169	179	187	213
Партия № 2. Литье в песчано-глинистые формы с горизонтальным разъемом (отливки, отлитые с прибылью)	180	202	304	351	373	—
Партия № 3. Литье в кокиль с вертикальным разъемом	94	103	118	130	134	—
Партия № 4. Литье в песчано-глинистые формы с вертикальным разъемом	53	55	89	98	108	112
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	Цель	1	2	3	4	5	6
Масса, г	800	750	740	760	775	780	770
Износ, %	–	6,25	7,5	5	3,125	2,5	3,75
Средний износ – 4,689%							

Испытания проводили отдельно партиями, состоящими из шести шаров.

Были отобраны шары диаметром 60 мм (рис. 4), изготовленные следующими способами (табл. 2):

1) литье в песчано-глинистые формы с вертикальным разъемом (изготовитель – предприятие Республики Беларусь);

2) литье в песчано-глинистые формы с горизонтальным разъемом (изготовитель – предприятие Республики Беларусь);

3) литье в кокиль с вертикальным разъемом (изготовитель – предприятие Российской Федерации);

4) центробежное литье (ОАО «БЕЛНИИЛИТ»).

Отливки, изготовленные на предприятиях Республики Беларусь и Российской Федерации, 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).

Металлографический анализ изломов шаров, изготовленных разными способами литья (литье в центробежную изложницу, литье в кокиль), 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 при этом эти способы литья не обеспечивают высокую ударную стойкость как за счет об-

разовавшейся структуры, так и за счет наличия усадочных раковин.

Проводимые в институте испытания мелющих шаров диаметром 60 мм на специальном стенде, полученных центробежным способом литья из синтетических чугунов, подтвердили их не только 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 были положены в основу разработки центробежной однопозиционной машины для литья мелющих тел мод. 4993М. Одним из новшеств данной машины является поочередное применение сменных водоохлаждаемых полукокилей – крышек, усиливающих отбел. Эта работа может стать актуальной не только для Республики Беларусь, но и для предприятий других республик.

В связи с тем что изготовление центробежных машин для производства мелющих тел требует капитальных затрат и времени, был разработан способ получения мелющих тел в вибрококиль. В результате эксперимента было установлено, что за счет применения вибрации при литье в кокиль ударная стойкость повышается на 30–50 %.

Опыт эксплуатации запущенных в производство машин и экспериментальные работы ОАО «БЕЛНИИЛИТ» по совершенствованию технологии и оснастки позволяют делать выводы о перспективности машины мод. 4986 как базовой модели для создания новых машин центробежного литья.