



МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО
И МЕТАЛЛУРГИЯ 2017.
БЕЛАРУСЬ»



УДК 621.74

Поступила 06.09.2017

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ NEW TECHNOLOGY CASTING GRINDING BALLS

Д. А. ВОЛКОВ, А. Д. ВОЛКОВ, А. П. МЕЛЬНИКОВ, А. В. ЕФИМЕНКО, ОАО «БЕЛНИИЛИТ»,
г. Минск, Беларусь, ул. Машиностроителей, 28. Тел. +375 29 650 43 21

D. A. VOLKOV, A. D. VOLKOV, A. P. MELNIKOV, A. V. EFIMENKO, OJSC «BELNIILIT», Minsk, Belarus,
28, Mashinostroiteley str. Tel. +375 29 650 43 21

Представлены новые перспективные технологии для производства мелющих шаров литьем в облицованный кокиль; описаны их преимущества. Приведены технические характеристики шестипозиционной карусельно-кокильной машины для литья в облицованный кокиль мод. 49108 как конкурентного аналога при массовом производстве мелющих шаров.

New promising technologies for the production of grinding balls by casting in the lined mold and the benefits of using this equipment are described in the article. The technical data of circular hexagon casting machines for casting in lined mold mod. 49108 as a competitive counterpart in the mass production of grinding balls.

Ключевые слова. Литые мелющие шары, облицованный кокиль, карусельно-кокильная машина.

Keywords. Cast grinding balls, lined mold, circular casting machine.

С целью создания новых направлений по литью в облицованный кокиль в ОАО «БЕЛНИИЛИТ» была проведена работа по разработке технологии и оборудования для массового производства литых мелющих шаров. Для проведения работ были разработаны универсальная технология и оснастка для изготовления чугуновых мелющих шаров диаметром 100 мм с содержанием хрома 1%. Работу проводили на лабораторных площадях ОАО «БЕЛНИИЛИТ» на однопозиционной машине мод. П1547, где можно установить кокиль с максимальными размерами 1000×500 мм (рис. 1), применяемыми в производстве.

Качество опытных партий шаров диаметром 100 мм определяли испытанием на ударную стойкость на стенде П1755 (рис. 2), а наличие пор и усадочных раковин – после резки шаров пополам и визуального осмотра (рис. 3).

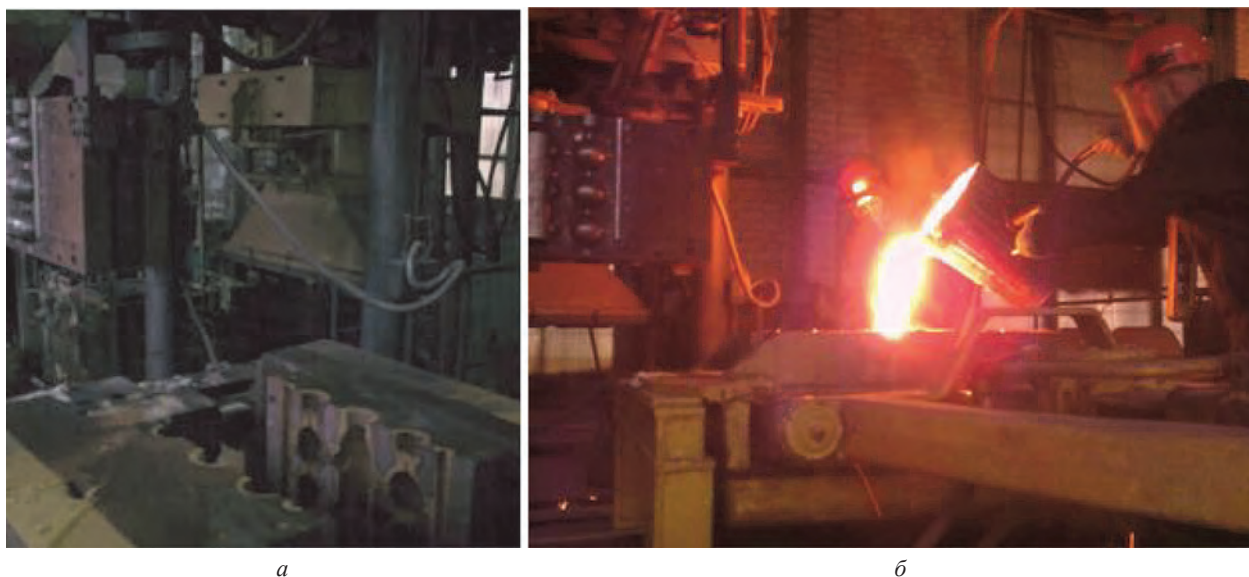


Рис. 1. Однопозиционная машина для литья в облицованный кокиль (а) и заливка расплава чугуна в облицованный кокиль (б)



Рис. 2. Стенд П1755 для испытаний на ударную стойкость



Рис. 3. Отлитые чугунные шары диаметром 100 мм с содержанием хрома 1% с литниковой системой и образцы шаров после испытаний



Результаты испытаний 1-го этапа работ:

1. Разрезанные шары диаметром 100 мм не имеют визуальных дефектов (усадка, пористость, раковины и т. д.) в отличие от мелющих шаров диаметром 100 мм, отлитых в песчано-глинистых формах.

2. Испытанные шары диаметром 100 мм на ударную стойкость с содержанием хрома 1% выдержали не менее 1000 циклов до разрушения, что в 4–5 раз превышает стойкость при литье мелющих шаров в песчано-глинистые формы.

В результате проведенных работ по данной технологии достигнут выход годного 50%, что сравнимо с результатами работ на формовочной линии DISAMATIC при литье шаров диаметром 100 мм.

На втором этапе ставилась задача разработать универсальную технологию производства как стальных, так и чугунных мелющих шаров. Эта цель должна быть достигнута за счет направленной кристаллизации, которая создается в облицованном кокиле за счет частичной окраски формообразующей части кокиля. Изготавливали шары из высокоуглеродистой стали с содержанием углерода до 1%, чугуна с содержанием хрома до 10% и чугуна марки ИЧХ28 с содержанием хрома от 26 до 30%.

Качество мелющих шаров также определяли по наличию дефектов после разрезки, а ударную стойкость – на стенде П1755.

Результаты испытаний 2-го этапа работ:

1. Все стальные и чугунные шары при разрезе не имеют внутренних дефектов.



Рис. 4. Отлитые чугунные шары диаметром 100 мм с содержанием хрома 10% с литниковой системой ирезы шаров после испытаний



Рис. 5. Отлитые стальные шары диаметром 100 мм с содержанием углерода до 1% с литниковой системой ирезы шаров после испытаний



Рис. 6. Шестипозиционная карусельно-кокильная машина мод. 49108 для литья в облицованный кокиль. Позиция заливки

2. Стальные и чугунные шары с содержанием до 10% хрома выдержали 1500 ударов без разрушений, после чего отпала необходимость в дальнейших испытаниях.

3. Твердость шаров с содержанием 10% хрома достигала 54–55 HRC.

Проведенные работы на данном стенде показывают, что при изменении литниковой системы выход годного был достигнут 80%. На линии DISAMATIC при литье шаров диаметром 100 мм такой выход годного не достижим, так как на этой линии преждевременная выбивка шаров диаметром 100 мм ведет к растрескиванию и поэтому расход металла при заливке не превышает 1700–1800 кг/ч. Таких же результатов можно достичь при производстве чугунных шаров диаметром 100 мм на карусельно-кокильной машине за счет теплоотвода, за счет размера кокиля (почти в 2 раза больше, чем ком 400×500×100–315 мм на DISAMATIC-2110), увеличения выхода годного, дополнительного прямого и косвенного охлаждения оснастки.

Известно из практики, что формовочное оборудование компании DISA Industries A/S через каждые 5–7 лет подвергается капитальному ремонту. Что касается карусельно-кокильных машин ОАО «БЕЛНИИЛИТ», то их срок службы в 2–3 раза выше.

Разработанные ОАО «БЕЛНИИЛИТ» технологии и машины литья в облицованный кокиль могут стать конкурентными лучшим мировым образцам при массовом производстве чугунных мелющих шаров диаметром от 60 до 120 мм. На этих машинах также возможно изготовление высококачественных мелющих шаров диаметром от 20 до 60 мм. Подтверждением являются современные разработки Китая, где созданы линии литья в облицованный кокиль для массового производства литых мелющих шаров. Оборудование китайских линий по металлоемкости (а значит, по цене), занимаемым производственным площадям и количеству занятых работников намного превышают такие же показатели 6-позиционной карусельно-кокильной машины, разработанной ОАО «БЕЛНИИЛИТ» (рис. 6, см. таблицу), т. е. можно утверждать о более низкой цене 6-позиционной карусельно-кокильной машины разработки ОАО «БЕЛНИИЛИТ», при этом производительность китайской линии и карусельно-кокильной машины ОАО «БЕЛНИИЛИТ» сравнительно одинакова. В связи с достигнутыми высокими физико-механическими и экономическими показателями при литье в облицованный кокиль фасонных отливок и мелющих шаров в 2018 г. ОАО «БЕЛНИИЛИТ» планирует продолжить данные работы в рамках программы «Импортозамещение».

Технические характеристики машины мод. 49108

Тип машины	Карусельная, кокильная
Циклическая производительность, съемов в час	50
Цикл работы	Полуавтоматический
Количество позиций, шт.	6
Количество секций, шт	6
Привод машины и секций	Гидравлический
Размеры кокиля в плоскости разъема, мм, не более	
длина	800

Продолжение таблицы

высота	450
толщина	240
Количество шаров диаметром 100 мм в одной форме, шт.	до 16
Род заливаемого сплава	чугун, сталь
Вид нагрева:	
кокилей	Электрический
модели	Электрический
Температура нагрева:	
кокилей К(°С)	483(210)– 523 (250)
модели К(°С)	493 (220)
Управление системы охлаждения оснастки	Электрическое
Охлаждение кокилей	Водяное
Установленная мощность нагревателей, кВт	86,4
Установленная мощность, кВт	100
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч	10±0,1
Давление сжатого воздуха, атм	4–6
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	10900±100
ширина	6800±100
высота	4740±100
Масса без оснастки, кг	41000