



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-2-32-36>

Поступила 19.02.2021

Received 19.02.2021

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТЕРЖНЕВЫХ ОТЛИВОК ПРИ ЛИТЬЕ В ОБЛИЦОВАННЫЙ КОКИЛЬ

Д. А. ВОЛКОВ, А. Д. ВОЛКОВ, А. В. ЕФИМЕНКО, ОАО «БЕЛНИИЛИТ», г. Минск, Беларусь, ул. Машиностроителей, 28. E-mail: belniilit@belniilit.by

Проведены экспериментальные и исследовательские работы по разработке параметров технологии литья отливок с внутренними полостями, оформляющимися песчаным стержнем, методом литья в облицованный кокиль с вертикальным разъемом. Выявлено влияние литниковых систем с центральным стояком и боковыми стояками на толщину проливаемости стенки отливки и механические характеристики сплава чугуна, в том числе и лигатурами.

Ключевые слова. Литье в облицованный кокиль, оснастка, вертикальный разъем, фасонная отливка, песчаный стержень, образцы, литниковая система, полый шар, физико-механические характеристики.

Для цитирования. Волков, Д. А. Исследование технологических параметров стержневых отливок при литье в облицованный кокиль / Д. А. Волков, А. Д. Волков, А. В. Ефименко // Литье и металлургия. 2021. № 2. С. 32–36. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-2-32-36>.

INVESTIGATION OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CORED CASTINGS WHEN IN A LINED COQUILLE

D. A. VOLKOV, A. D. VOLKOV, A. V. EFIMENKO, OJSC "BELNIILIT", Minsk, Belarus, 28, Mashinostroiteley str. E-mail: belniilit@belniilit.by

The article presents a number of experimental and research works on the development of the parameters of the casting technology for castings with internal cavities formed by a sand rod, by casting in a lined coquille (chill mould) with a vertical connector. The influence of gating systems with a central riser and side risers on the thickness of the casting wall shedding and on the mechanical characteristics of the cast iron alloy, including ligatures, is revealed.

Keywords. Casting in a lined coquille (chill mould), tooling, vertical connector, shaped casting, sand rod, samples, gating system, hollow ball, physical and mechanical characteristics.

For citation. Volkov D. A., Volkov A. D., Efimenko A. V. Investigation of the technological parameters of cored castings when in a lined coquille. Foundry production and metallurgy, 2021, no. 2, pp. 32–36. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-2-32-36>.

В настоящее время, когда в литейном производстве происходит спад выпуска продукции, тенденция к освоению новой номенклатуры отливок за счет универсальности действующих технологий приобретает приоритетный характер. В Республике Беларусь одной из таких современных технологий является технология литья в облицованный кокиль с вертикальным разъемом, которая применялась как специальная для экспорта заготовок гильз двигателей внутреннего сгорания КамАЗ-730 и ЗиЛ-110 и других бесстержневых отливок ответственного назначения, но с простой конфигурацией. В то же время в странах СНГ и развитых странах серийно не изготавливают литьем в облицованный кокиль качественные фасонные стержневые отливки сложной конфигурации, поэтому возникла необходимость проведения ряда экспериментальных и исследовательских работ по разработке параметров технологии литья отливок с внутренними сложнопрофильными полостями методом литья в облицованный кокиль.

Проведение таких работ будет способствовать расширению рынка производителей отливок ответственного назначения, увеличению заказов, в том числе и на экспорт, так как литье в облицованный кокиль по сравнению с обычными видами литья имеет меньший пригар (с 1 на 0,4 мм), меньший припуск на механическую обработку (с 5 на 3 мм) и более высокие физико-механические характеристики.

В данной работе предусматривается ряд научно-технических задач: разработать экспериментальную пробу-отливку, в которой до 90 % внутреннего объема занимает песчаный стержень; разработать и изготовить опытный облицованный кокиль с вертикальным разъемом и универсальной многоярусной

литниковой системой; провести эксперименты по заполнению жидким металлом неветилируемых полостей форм проб-отливок с песчаными стержнями; исследовать качество поверхностей облицовочного слоя кокилей и песчаных стержней после покрытия противопригарными составами на водной основе; исследовать качество металла путем проведения физико-механических испытаний на отдельно отлитых образцах в опытном кокиле после металлургического улучшения расплава специальными лигатурами; опробовать технологию улучшения качества отливок путем применения керамических фильтров в литейной чаше.

В конфигурацию пробы-отливки была заложена форма полых шаров диаметром 100 мм с целью равномерного отвода тепла при кристаллизации от поверхности шара, чтобы в условиях неветилируемости отливки причинами возможного образования дефектов на поверхности отливки были только возгоны, образуемые от контакта расплава с поверхностью песчаного стержня внутри отливки, а не с фасонной поверхностью облицованного кокиля.

Для более точных результатов физико-механические характеристики сплава будут определяться на прилитых образцах стержневой отливки в том же кокиле для проб-отливок, на этапе заливки – через центральный стояк и на отдельно отлитых образцах на этапе заливки – через боковые стояки. Для определения влияния на качество поверхности отливки толщина облицовочного слоя предусматривалась 5 мм по технологии литья гильз цилиндров и 10 мм как экспериментальная для фасонных отливок.

Толщины стенок проб-отливок составляют: 10 мм для нижнего яруса, 4 и 6 мм – для верхних ярусов. Достигаются они за счет простановки стержней с разными диаметрами (рис. 1). Выбор толщины стенок проб-отливок при литье в песчано-глинистые формы связан с общепринятыми нормами конструирования чугуновых отливок. Как правило, для корпусных фасонных отливок преобладает толщина стенок 10–15 мм, а в отдельных местах – не менее 5 мм.

Для проведения экспериментов был разработан и изготовлен опытный кокиль с габаритными размерами плоскости разъема 625x450 мм (рис. 2). В кокиле предусмотрена универсальная многоярусная литниковая система, состоящая из центральной чаши, стояка и двух ветилируемых боковых литников, которые могут использоваться как прилитые образцы или стояки при боковой заливке.

Плавку проводили на ранее отработанном составе шихты с содержанием чугуновой стружки 20% и стального лома 10%. Обработку магниевой лигатурой FiMag5762 проводили в ковше с крышкой («сэндвич»-процесс), что касается бариевой лигатуры FiBar2025, то металл обрабатывали путем засыпки на струю металла при переливе из печи в заливочный ковш.

В качестве материала набивного тигля использовали футеровочный материал (огнеупорную кварцевую смесь Silika Mix7A05), который не требует предварительного смешивания с борной кислотой перед набивкой тигля.

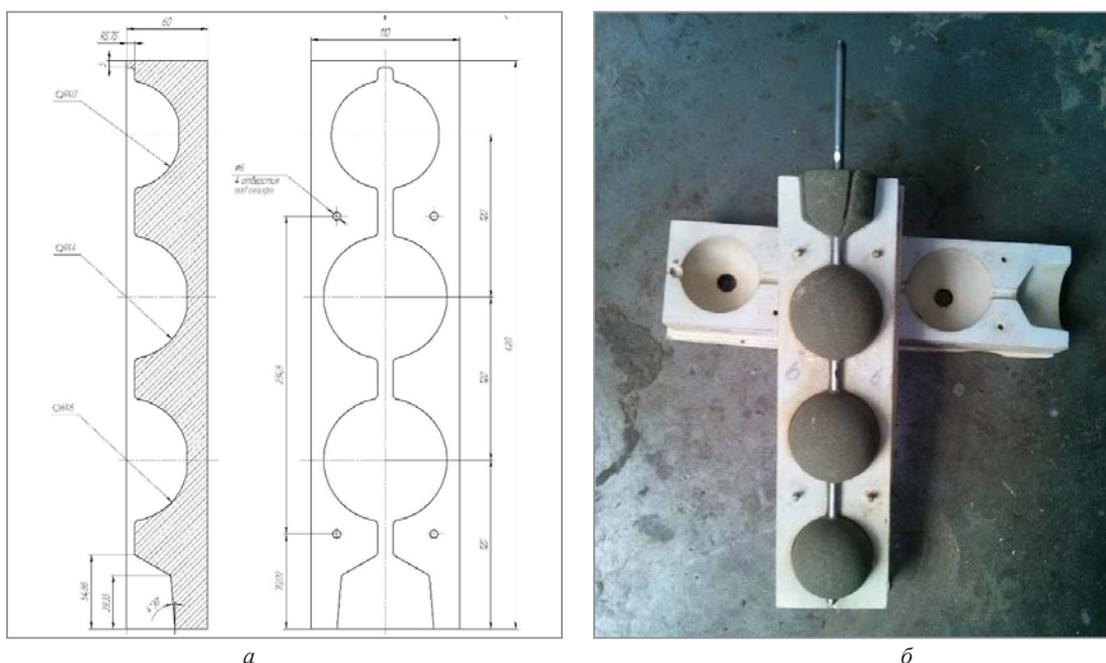


Рис. 1. Чертеж стержневого ящика для изготовления стержней для проб-отливок с толщиной стенок 10 мм, 6 и 4 мм (а) и стержневой ящик и стержень из ХТС (б)

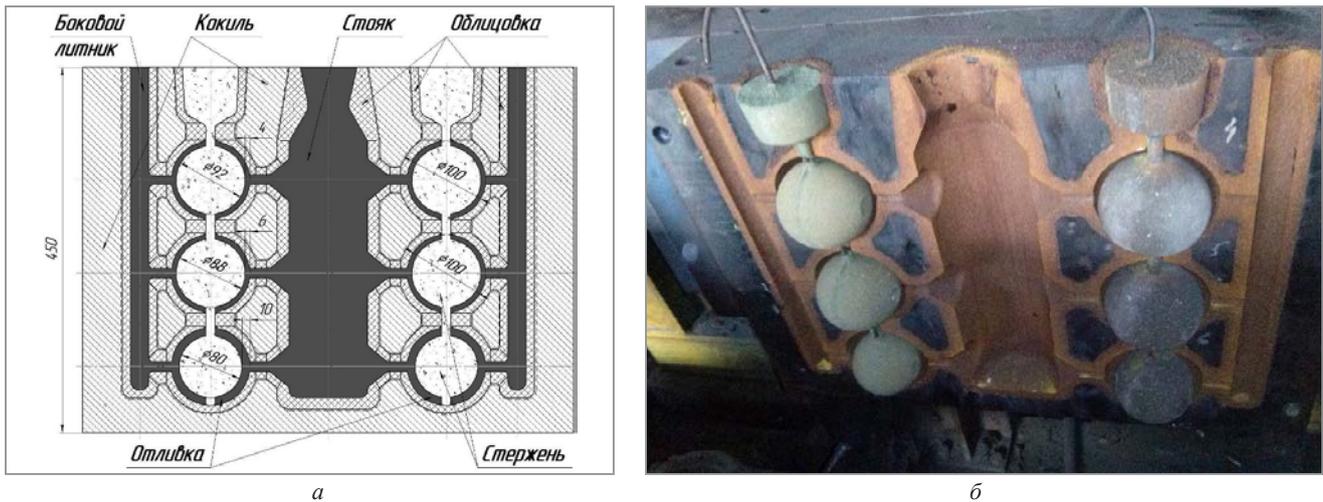


Рис. 2. Технологическая схема простановки стержней в облицованном кокиле для проб-отливок с толщиной стенок 10 мм, 6 и 4 мм (а); облицованный кокиль с универсальной литниковой системой для получения стержневых проб-отливок в виде полых шаров с прилитыми образцами и простановка стержней из ХТС в облицованном кокиле (б)

Толщина облицовочного слоя – 5 и 10 мм. В качестве облицовочной смеси используется плакированная смесь, изготовленная ОАО «Лидский механический завод» по заказу ОАО «БЕЛНИИЛИТ». Смесь поставляется в готовом виде и состоит из наполнителя – кварцевого песка $1K_1O_2016$ (100%), связующего СФ-011 – СФ-015М в количестве 4,5–5,0% от массы песка, уротропина – 0,38–0,45% от массы песка, стеарата кальция – 0,1–0,2% от массы песка.

Для предотвращения усадочных дефектов на облицовочный слой наносили противопопригарное покрытие на водной основе.

В традиционных технологиях противопопригарное покрытие наносится на нагретые поверхности кокилей или на поверхности песчаных форм с последующей сушкой. Но это физически совершенно иные состояния и они не могут быть приравнены к нагретому облицовочному слою, так как в данном случае мы имеем комбинированное состояние: нагретый кокиль – нагретая облицовка (песчанно-смоляная прослойка) и предыдущий опыт может быть использован как чисто информативный материал.

В качестве противопопригарных покрытий использовали различные составы от трех поставщиков: противопопригарные покрытия на водной основе трех составов поставщика «Арназан»; покрытие антипригарное быстросохнущее с кислым наполнителем ТУ ВУ 100196035.016–2009 производства НПП «ЭВТЕКТИКА» на основе изопропилового спирта; состав противопопригарный водно-дисперсионный ППС-2 по ТУ ВУ 100114701.012–2006 поставщика ООО «АВТОСИБ».

Температура кокиля при заливке – 230–250 °С. На первом этапе при заливке через центральный стояк были получены три куста (в каждом шесть отливок и два прилитых образца) стержневых отливок (рис. 3, а, б): первый – из серого чугуна без внепечной обработки; второй – с применением бариевой лигатуры; третий – с применением магниевой лигатуры.

Прилитые образцы отрезали и подвергали механической обработке с целью проведения испытаний и определения физико-механических характеристик, получения металлографических снимков и определения химического состава.

Полученные стержневые отливки толщиной стенок 10 мм, 6 и 4 мм разрезали для определения равномерной толщины слоя и ударным методом разрушали для изучения излома на наличие отбела (рис. 3, в).

По результатам разрушений отливок были отмечены отдельные следы отбела без применения лигатуры и отсутствия отбела с применением бариевой лигатуры 0,5% и магниевой лигатуры 1,5%.

Для увеличения выхода годного металла, так как заливку ранее проводили через массивный центральный стояк с целью гарантированного, как при литье в песчаные формы, получения прилитых образцов и проб-отливок на втором этапе была опробована уменьшенная (упрощенная – без прилитого образца) литниковая система (рис. 4, а). Заливку проводили через боковые стояки с теми же размерами питателей, как при заливке в центральный стояк 10 мм, с толщиной стенок проб-отливок 10 мм, 4 и 3 мм с целью определения минимальной толщины стенки, и более жесткой арматурой диаметром в сечении 10 мм. При этом для удобства заливки применяли песчаную литейную чашу. Заливку проводили с модифицированием и без него через боковые литниковые многоярусные системы.



Рис. 3. Куст стержневых отливок в облицованном кокиле (заливка через центральный стояк) (а); стержневые пробы-отливки с литниковой системой (б); разрезанные шаровые отливки, полученные литьем через центральный стояк с толщиной стенок 10 мм, 6 и 4 мм (в)

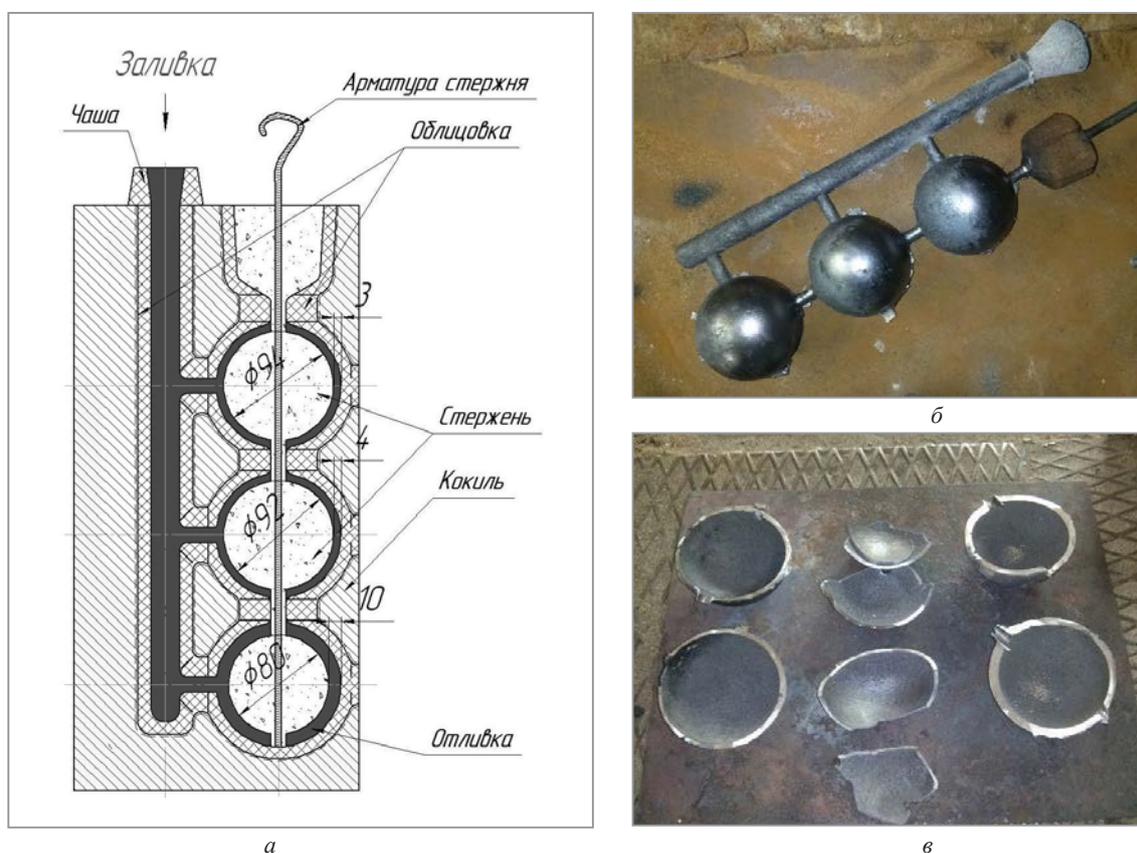


Рис. 4. Технологическая схема простановки стержней в облицованный кокиль для получения отдельных трех проб-отливок от одного стояка (с уменьшенной литниковой системой без прилитых образцов) (а); стержневые отливки в виде полых шаров, полученные уменьшенной литниковой системой (б); изломы ирезы образцов стержневой отливки в виде полого шара, полученного методом литья в облицованный кокиль с уменьшенной литниковой системой (в)

Полученные стержневые отливки разрезали и ударным методом разрушали для получения излома (рис. 4, б, в). На всех изломах с применением лигатур и без наблюдалось отсутствие отбела, поэтому в дальнейшем заливку проводили без модифицирования.

Для сравнения были взяты изломы образцов альтернативных отливок, полученные методом литья в окрашиваемый кокиль с песчаным стержнем (Сковородка) с толщиной стенки 5–6 мм, в которых на изломе был отбел без обработки барием и без отбела, обработанные лигатурой с содержанием бария и высоким содержанием углерода.

Приведенные результаты позволяют предполагать возможное получение тонкостенных отливок толщиной до 3–4 мм при литье в облицованный кокиль без применения лигатур при массовом производстве

(например, изготовление чугунной посуды) с применением в шихте не менее 20% стружки и снижением содержания углерода с 3,9%, которые используются для приготовления чугунной посуды, до 3,4%.

Отдельно отлитые образцы при заливке через боковые стояки также подвергали механической обработке с целью проведения испытаний и определения физико-механических характеристик, получения металлографических снимков и определения химического состава.

Физико-механические характеристики прилитых и отдельно отлитых образцов (рис. 5), отобранных на этапах с заливкой через центральный стояк и с заливкой через боковые стояки, приведены в табл. 1, 2.



Рис. 5. Прилитые и отдельно отлитые образцы, выбранные для исследований и проведения сравнительных результатов (а); образцы после испытаний (б)

Таблица 1. Физико-механические характеристики отдельно отлитых образцов

Номер образца	Способ получения, с применением модификатора	Количество, %	Способ заливки	Твердость НВ	Предел прочности, МПа	
					при первом испытании	при втором испытании
0	Бариевого FiBar 2025	0,5	Через центральный стояк	211	233	-
1	Бариевого FiBar 2025	0,5	Боковая	199	246	219
2	Бариевого FiBar 2025	0,5	Боковая	195	220	259
3	Цериевого FiBarCe	0,5	Боковая	187	207	240
4	Цериевого FiBarCe	0,5	Боковая	187	223	229
5	Магниевого FiMag 5762	1,5	Боковая	260	536	706
6	Магниевого FiMag 5762	1,5	Через центральный стояк	Разрыв в нерасчетной части образца		
7	СЧ20 без применения модификатора	-	Боковая	202	191	-
8	СЧ20 без применения модификатора	-	Боковая	187	202	-
9	СЧ20 без применения модификатора	-	Через центральный стояк	255	257	-

Таблица 2. Химический состав отдельно отлитых образцов

Номер образца	Способ получения, с применением модификатора	Количество, %	Способ заливки	Химический состав, %							
				C	Si	Mn	Mg	P	S	Cr	Cu
0	Бариевого FiBar 2025	0,5	Через центральный стояк	3,25	2,26	0,83		0,02	0,016	0,03	0,11
1	Бариевого FiBar 2025	0,5	Боковая	3,4	2,22	0,56		0,03	0,015	0,035	0,03
2	Бариевого FiBar 2025	0,5	Боковая	3,35	2,39	0,56		0,03	0,015	0,04	0,09
3	Цериевого FiBarCe	0,5	Боковая	3,4	2,57	0,56		0,03	0,015	0,03	0,06
4	Цериевого FiBarCe	0,5	Боковая	3,3	2,6	0,53		0,03	0,015	0,04	0,06
5	Магниевого FiMag 5762	1,5	Боковая	3,3	2,22	0,56	0,29	0,02	0,014	0,03	0,07
6	Магниевого FiMag 5762	1,5	Через центральный стояк	Разрыв в нерасчетной части образца							
7	СЧ20 без применения модификатора	-	Боковая	3,5	2	0,56		0,03	0,02	0,046	0,09
8	СЧ20 без применения модификатора	-	Боковая	3,5	2	0,57		0,03	0,02	0,047	0,05
9	СЧ20 без применения модификатора	-	Через центральный стояк	3,3	1,9	1,28		0,03	0,02	0,042	0,25