

УДК 621.74.04

## **Import-Substituting Release Coatings for Molds of Low-Pressure Casting**

**Aleksandr A. Kosovich<sup>\*a</sup>,  
Tatiana R. Gilmanshina<sup>a</sup>, Tatiana A. Bogdanova<sup>b</sup>,  
Aleksandr V. Cheglakov<sup>b</sup>, Pavel Yu. Barbitsky<sup>b</sup>,  
Svetlana I. Lytkina<sup>a</sup> and Evgeny G. Partyko<sup>a</sup>**  
*<sup>a</sup>Siberian Federal University  
79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041, Russia  
<sup>b</sup>K&K ltd  
3 Berezina, Krasnoyarsk, 660020, Russia*

Received 18.01.2016, received in revised form 26.03.2016, accepted 19.07.2016

---

*The results of development of release coatings of molds for casting light-alloy wheels under low pressure are presented. Efficiency of the developed coatings in comparison with the applied foreign analogs is shown; results of their industrial approbation are given.*

*Keywords: import-substitution, release coating, casting under low pressure, mold, light-alloy wheels, castability.*

---

Citation: Kosovich A.A., Gilmanshina T.R., Bogdanova T.A., Cheglakov A.V., Barbitsky P.Yu., Lytkina S.I., Partyko E.G. Import-substituting release coatings for molds of low-pressure casting, J. Sib. Fed. Univ. Eng. technol., 2016, 9(5), 686-692. DOI: 10.17516/1999-494X-2016-9-5-686-692.

---

---

© Siberian Federal University. All rights reserved

\* Corresponding author E-mail address: a-herz@mail.ru, gtr1977@mail.ru

## **Импортозамещающие разделительные покрытия для пресс-форм литья под низким давлением**

**А.А. Косович<sup>а</sup>, Т.Р. Гильманшина<sup>а</sup>,  
Т.А. Богданова<sup>б</sup>, А.В. Чеглаков<sup>б</sup>,  
П.Ю. Барбицкий<sup>б</sup>, С.И. Лыткина<sup>а</sup>, Е.Г. Партыко<sup>а</sup>**  
*<sup>а</sup> Сибирский федеральный университет  
Россия, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79  
<sup>б</sup>ООО «КиК»  
Россия, 660020, Красноярск, Березина, 3*

---

*Представлены результаты разработки разделительных покрытий пресс-форм для литья легкосплавных дисков под низким давлением. Показана эффективность разрабатываемых составов в сравнении с применяемыми зарубежными аналогами, приведены результаты их промышленного опробования.*

*Ключевые слова: импортозамещение, разделительное покрытие, литье под низким давлением, пресс-форма, легкосплавные диски, жидкотекучесть.*

---

### **Введение**

В современных условиях зависимости промышленности от рыночной и политической обстановки в совокупности с отрицательной динамикой роста, наблюдаемой в российском производстве изделий из алюминия, с каждым годом все усложняется задача выпуска конкурентоспособной продукции с минимальными затратами [1].

В связи с этим освоение импортозамещающих технологий в настоящее время – основополагающее направление, реализуемое на многих металлургических заводах, выпускающих продукцию на основе алюминия, в т.ч. и на предприятии ООО «КиК» – крупнейшем в России и одном из ведущих в мире заводе по производству легкосплавных колесных дисков [2]. На предприятии ведется поиск технологий, повышающих качество поверхности дисков автомобильных колес за счет совершенствования процесса подготовки пресс-форм.

Одним из наиболее распространенных способов защиты поверхности пресс-форм от химического и теплового воздействия струи металла в производстве является использование разделительных покрытий [3].

Предпосылки проводимого исследования:

- сложность выбора исходных материалов покрытия из-за недостаточной изученности процессов, происходящих в системе «отливка – разделительное покрытие – рабочая поверхность пресс-формы»;
- неудовлетворенность производителей фасонной алюминиевой продукции имеющимися на рынке отечественными разделительными покрытиями;
- существенное увеличение стоимости готовой продукции при использовании на пресс-формах разделительных покрытий, закупаемых за рубежом (Англия, Германия);
- отсутствие в регионе производства подобных покрытий при имеющейся ресурсной базе.

Таким образом, цель данной работы заключается в разработке импортозамещающих разделительных покрытий для пресс-форм.

Достижение поставленной цели подразумевает выполнение задач по изучению влияния химического и фракционного составов наполнителей на свойства покрытий и влияния покрытий на качество поверхности дисков автомобильных колес, изготавливаемых методом литья под низким давлением.

### **Образцы и методы исследования**

Работа выполнена на ООО «КиК» и в лабораториях ИЦМиМ СФУ.

В результате проведенных ранее исследований [4, 5] был предложен ряд составов разделительных покрытий на основе оксидов титана и алюминия, соли бария.

Технология приготовления покрытий заключалась в следующем. Пастообразные концентраты разрабатываемых покрытий и серийно применяемых на предприятии зарубежных аналогов разбавляли водой до нужной плотности, обеспечивающей их равномерное нанесение распылителем.

Общие и технологические свойства покрытий исследовали по ГОСТ 10772-78. Фотографии микроструктуры покрытий, нанесенных на металлические пластинки, получены с помощью инвертированного оптического микроскопа OLYMPUS GX51.

Оценка влияния покрытий на жидкотекучесть сплава АК12 проводилась при помощи спиральной металлической пробы по ГОСТ 16438-70.

### **Обсуждение результатов**

Результаты исследований показывают, что увеличение содержания связующего по отношению к тонкодисперсному наполнителю в разработанных составах положительно сказывается на седиментационной устойчивости и приведенной прочности, что позволяет приблизиться и превзойти показатели зарубежных аналогов (табл. 1).

Общий более низкий уровень жидкотекучести обусловлен отличными от серийного покрытия теплофизическими свойствами и структурой слоя на поверхности формы (рис. 1, 2). При этом отмечается, что с увеличением содержания связующего жидкотекучесть сплава АК12 повышается.

Среди разработанных составов наибольшей применимостью обладает КП80: его оптимальные свойства обеспечиваются соотношением наполнителя и связующего, близким к 1:1.

Поэтому данный состав был опробован на литейном участке ООО «КиК», в ходе работы окрашивали одну из рабочих пресс-форм (рис. 3). Отливки колес определенной модели получали на одной и той же литейной машине, после чего они проходили отбраковку по рентген-контролю.

Опытно-промышленные испытания продемонстрировали увеличение выхода годного при литье колеса выбранной модели с 95,44 до 96,56 %, что является существенным показателем для данного производства.

Для повышения рабочих и технологических свойств покрытий (рис. 4-6), а также получения их более плотной структуры слоя на поверхности пресс-формы было изменено соот-

Таблица 1. Сравнение свойств покрытий

Свойство	Покрытие							
	Германия	Англия	Разрабатываемые составы					
Производитель	Н1	D1	КП60	КП70	КП80	КП90	КП100	
Обозначение			КП60	КП70	КП80	КП90	КП100	
Содержание связующего, %	-	-	44	47	50	53	56	
Соотношение с водой	4:1	6:1	5:1					
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1075	1070	1085	1085	1080	1075	1075	
Вязкость, с	10							
Седиментационная устойчивость, % отметки через, ч:	0,5	100	55	77	80	83	82	78
	1	99	15	59	67	71	64	51
	3	99	8	22	25	31	20	12
	7	99	8	12	20	10	4	7
	24	98	8	12	20	7	4	7
		98	8	12	20	7	4	7
Приведённая прочность, г/мм	7830	8780	3960	5410	8850	8810	8780	
Жидкотекучесть АК12, см	45	43	28	32	34	37	40	



Рис. 1. Пробы жидкотекучести сплава АК12 в зависимости от нанесенного покрытия: а – серийное D1; б – разработанное КП80

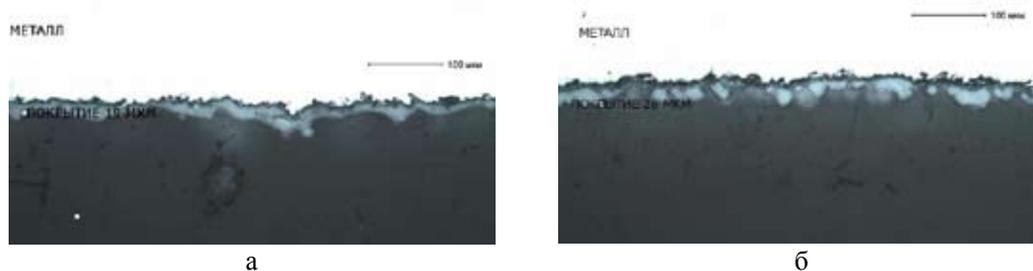


Рис. 2. Микроструктуры покрытий: а – серийное D1; б – разработанное КП80



Рис. 3. Заводская пресс-форма, окрашенная опытным покрытием

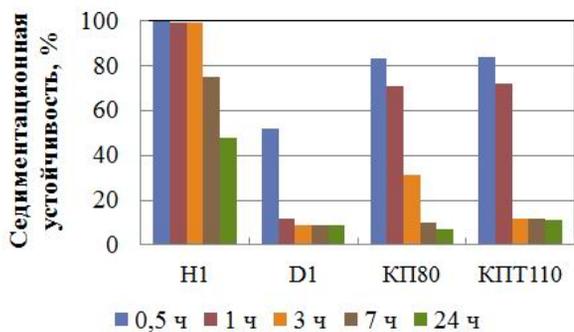


Рис. 4. Сравнение седиментационной устойчивости покрытий

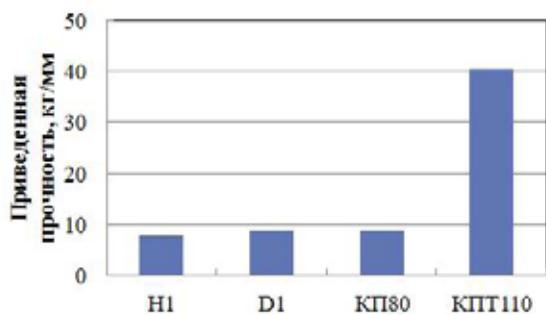


Рис. 5. Сравнение приведенной прочности покрытий

ношение компонентов КП80 и введены в его состав минеральные добавки тонкого помола, что позволило разработать покрытие КПТ110 (рис. 7).

Опытно-промышленные испытания покрытия КПТ110 показали: увеличение выхода, годного для двух моделей колес диаметром 17'', составило от 1,53 до 4,11 %, для модели

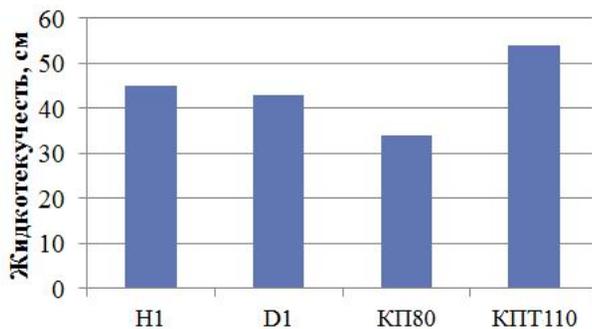


Рис. 6. Сравнение жидкотекучести АК12 в зависимости от нанесенного покрытия

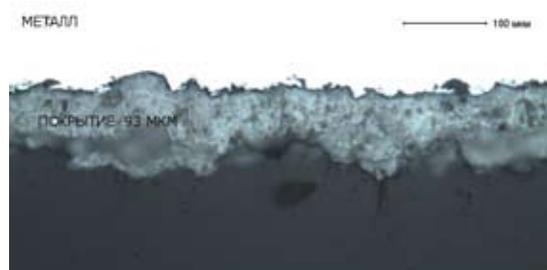


Рис. 7. Фотография микроструктуры покрытия

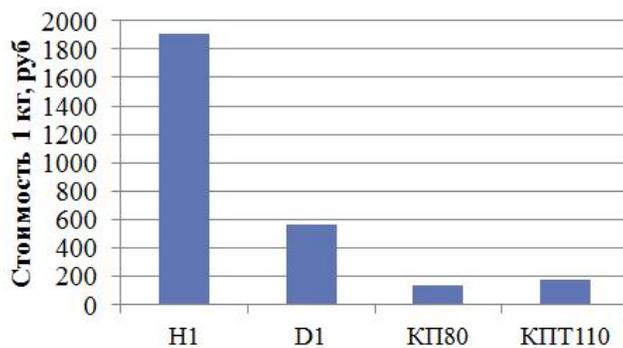


Рис. 8. Сравнение стоимости 1 кг концентрата покрытий

колеса диаметром 18'' – 10,35 %. При этом данное покрытие, по предварительным расчетам, обладает в 3 раза меньшей себестоимостью, чем серийно используемый зарубежный аналог (рис. 8).

### Заключение

В результате проведенной работы:

- определены свойства разделительных покрытий, применимых для литья автомобильных дисков под низким давлением;

- разработан ряд экспериментальных составов разделительных покрытий, из которых выбран оптимальный;
- при литье колеса выбранной модели с использованием состава КП80 выход годного увеличен на 1,12 %;
- при опробовании покрытия КПТ110 установлено увеличение выхода годного для трех моделей колес, на 1,53, 4,11 и 10,35 % соответственно;
- создан задел по разработке и внедрению технологии покрытий в промышленное производство дисков методом литья под низким давлением на ООО «КиК».

Таким образом, разработанное покрытие позволяет снизить простои пресс-форм в процессе литья, увеличить производительность, продлить срок службы пресс-форм по сравнению с зарубежными аналогами. В то же время разработанное покрытие дает возможность избежать брака в виде пористости на поверхности отливок, тем самым улучшая качество готовых колес.

Подана заявка на патентование разработанных и опробованных составов разделительных покрытий. Ведется работа над составами покрытий с повышенными изолирующими свойствами и смазывающим эффектом.

### Список литературы

[1] Неменов А.М. События в цифрах и фактах. *Металлург*, 2014, 4, 17-28 [Nemenov A.M. Events by the numbers and facts. *Metallurgist*, 2014, 4, 17-28 (in Russian)]

[2] Богданова Т.А., Довженко Н.Н., Гильманшина Т.Р., Баранов В.Н., Чеглаков А.В., Меркулова Г.А., Лыткина С.И., Худоногов С.А., Косович А.А., Партыко Е.Г. Современные технологии изготовления дисков автомобильных колес. *Современные проблемы науки и образования*, 2014, 5; <http://www.science-education.ru/pdf/2014/5/567.pdf> [Bogdanova T.A., Dovzhenko N.N., Gilmanshina T.R., Baranov V.N., Cheglakov A.V., Merkulova G.A., Lytkina S.I., Khudonogov S.A., Kosovich A.A., Partyko E.G. Modern manufacturing techniques disc auto-mobile wheel. *Modern problems of science and education*, 2014, 5; <http://www.science-education.ru/pdf/2014/5/567.pdf> (in Russian)]

[3] Shi F. *Ceramic Coatings – Applications in Engineering*. Rijeka, 2012, 286 p.

[4] Барбицкий П.Ю., Косович А.А., Богданова Т.А., Гильманшина Т.Р., Довженко Н.Н. Возможность разработки высокотехнологичных покрытий пресс-форм для литья под низким давлением, *Сборник тезисов докладов VI международного конгресса «Цветные металлы и минералы – 2014»*, Красноярск, 2014, 366 [Barbitsky P.Yu., Kosovich A.A., Bogdanova T.A., Gilmanshina T.R., Dovzhenko N.N. Development of high-tech coatings of press moulds for casting under low pressure, *Book of abstracts of the sixth international congress «Non-Ferrous metals & Minerals – 2014»*, Krasnoyarsk, 2014, 366 (in Russian)]

[5] Барбицкий П.Ю., Богданова Т.А., Гильманшина Т.Р., Довженко Н.Н., Чеглаков А.В., Лыткина С.И., Косович А.А., Партыко Е.Г. Исследование влияния качества графита на покрытия пресс-форм для литья под низким давлением. *Журнал СФУ. Техника и технологии*, 2015, 8(5), 663–668 [Barbitsky P.Yu., Bogdanova T.A., Gilmanshina T.R., Dovzhenko N.N., Cheglakov A.V., Lytkina S.I., Kosovich A.A., Partyko E.G. The Research of Influence of Graphite Quality on Mold Coatings for Low-Pressure Die Casting. *J. Sib. Fed. Univ. Eng. technol.*, 2015, 8(5), 663–668 (in Russian)]