

О. Б. Крючков, С. В. Жемчужнов

**ВЛИЯНИЕ АНТИПРИГАРНЫХ ПОКРЫТИЙ
НА КАЧЕСТВО АЛЮМИНИЕВЫХ СЛИТКОВ,
ПОЛУЧЕННЫХ ПОЛУНЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКОЙ**

Волгоградский государственный технический университет

e-mail: olegk@vstu.ru

Приведены результаты исследования влияния разделительного покрытия, наносимого на футеровку камеры фильтрации на литейном комплексе при производстве цилиндрических слитков диаметром 0,127 м и длиной 5 м из сплава 6060, получаемых полунепрерывной разливкой, на качество слитков и состояние поверхности футеровки. Также приведены состав исследуемого покрытия, методика его приготовления и нанесения на футеровку камеры фильтрации. Установлено, что после отливки партии цилиндрических слитков и осмотра камеры фильтрации в ней не обнаружено наличия налипания остатков металла на футеровку и изменения цвета покрытия камеры ниже уровня металла. Отбор трех темплетов с верхней, донной и средней частей экспериментальных алюминиевых слитков для изготовления микрошлифов не выявил наличия дефектов структуры и неметаллических включений.

Ключевые слова: разделительное покрытие, футеровка камеры фильтрации, качество цилиндрических слитков из сплава 6060, полунепрерывная разливка

O. B. Kryuchkov, S. V. Zhemchuzhnov

**THE EFFECTS OF NON-STICK COATINGS ON QUALITY ALUMINUM
INGOTS OBTAINED SEMI-CONTINUOUS POURING**

Volgograd State Technical University

The results of the study of the effect of the separation coating applied to the lining of the filtration chamber at the foundry complex in the production of cylindrical ingots with a diameter of 0.127 m and a length of 5 m from alloy 6060 obtained by semi-continuous casting on the quality of ingots and the condition of the lining surface are presented. The composition of the coating under study, the methods of its preparation and application to the lining of the filtration chamber are shown. It was found that after casting a batch of cylindrical ingots and inspecting the filtration chamber, there was no evidence of metal residues sticking to the lining, the color of the chamber coating below the metal level did not change. The selection of three templets from the upper, bottom and middle parts of experimental aluminum ingots for the manufacture of micro-grinders did not reveal the presence of structural defects and non-metallic inclusions.

Keywords: separation coating, lining of the filtration chamber, quality of cylindrical ingots made of alloy 6060, semi-continuous casting

Состояние поверхности цилиндрических алюминиевых слитков, полученных, например, с помощью полунепрерывной разливки, влияет на их качество, включающее точность размеров и снижение припусков на механическую обработку; уменьшение трудоемкости на очистку

поверхности слитков и повышение свойств металла за счет устранения возможного попадания материала защитных покрытий в его объем.

Формирование поверхностного слоя слитка зависит от физико-химического взаимодействия алюминия с поверхностью кристаллизатора;

температуры заливки, размеров слитка и материала защитного покрытия, наносимого на внутреннюю поверхность кристаллизатора и лоток, по которому жидкий алюминий поступает в форму. Разделительные покрытия должны устранять образование задиров и привара материала отливки к поверхности кристаллизатора, соответствовать необходимым санитарно-гигиеническим условиям труда в цехе. Эффективность производства зависит от состава защитных покрытий, способов их нанесения с помощью автоматизированных систем управления, а также – сокращения выделения вредных веществ в рабочую зону [1, 2].

Первоначально в качестве защитных покрытий использовались натуральные природные компоненты – животные жиры и растительные масла, нанесение которых на поверхность литейной оснастки осуществляли с помощью «квача» или «щетки-сметки». Одновременно появляются смазки на основе нефтепродуктов (минеральные масла, побочные продукты переработки нефти), которые наносятся на поверхность при помощи «квача».

В дальнейшем появляются разбавляемые водой разделительные покрытия (водоэмульсионные), которые состоят из основы, наполнителя, поверхностно-активных веществ и разбавителя. Применение таких покрытий связано с более высокими технологическими свойствами: разделяющими, смазывающими, адгезионными и эрозионными. Кроме того, использование водоэмульсионных смазок позволило механизировать процесс их нанесения на литейную оснастку с помощью пистолетов-распылителей и форсунок, а также – кардинально снизить количество вредных выбросов в рабочую зону, что привело к улучшению санитарно-гигиенических условий труда [3, 4].

До настоящего времени разделительные покрытия представляют собой многокомпонентные системы, состоящие из основы, наполнителя, растворителя (разбавителя), технологических (антифрикционных, противоизносных, противозадирных), а также эксплуатационных (стабилизаторов эмульсий, бактерицидных, пеногасительных, антивоспламеняющих) присадок.

Удовлетворительную работу разделительного покрытия главным образом определяет ее основа. В качестве основы водоэмульсионных разделительных покрытий [5-7] могут выступать: растительные масла, животные жиры, продукты переработки нефти, кремнийоргани-

ческие соединения, галогениды углерода и др. С 1980 по 1990 годы в качестве разделительных покрытий использовали жировые покрытия на основе парафина, церезина, озокеритина, петралатума и стеарина, которые суммарно составляли 30 %, а водоэмульсионные покрытия на основе растительных масел, животных жиров, нефтепродуктов и кремнийорганических соединений – 70 %.

На рис. 1 представлена диаграмма количественного использования разделительных покрытий с 1990 по 2000 годы, в соответствии с которой использование жировых покрытий на основе парафина, церезина, озокеритина, петралатума и стеарина снизилось с 30 до 16 %, а использование водоэмульсионных покрытий на основе растительных масел, животных жиров, нефтепродуктов, кремнийорганических соединений с порошкообразным наполнителем возросло до 76 %, и дополнительно появились сухие разделительные покрытия с порошкообразным наполнителем, составившие 8 %.

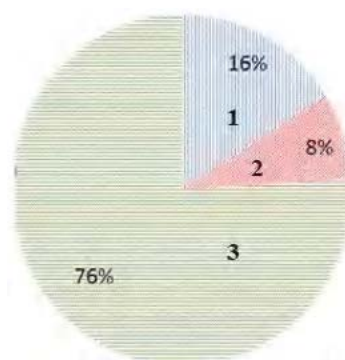


Рис. 1. Диаграмма количественного использования разделительных покрытий с 1990 по 2000 годы: 1 – жировые; 2 – сухие с порошкообразным наполнителем; 3 – водоэмульсионные

Материал исследований

В настоящей работе в качестве материала для исследования использовались:

- алюминиевые цилиндрические слитки диаметром 0,127 мм и длиной 5 м из сплава 6060 по ТС 443-04-119;
- футеровка камеры фильтрации ПКФ;
- разделительные огнеупорные покрытия по ТУ 23.20.13-254-65566681-20 производства ООО «ГЛОБАЛ КЕМИКЛ», представляющие собой густую жидкость светло-зеленого цвета, без резкого неприятного запаха: суспензия марки «Syncast BN» и разделительное покрытие «Каолин КР-1», составы которых приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Химический состав разделительного покрытия «Synicast BN»

Основные технические данные	Требования технических условий, %	Типичный анализ, %
1. Нитрид бора, не менее	98,0	98,9
2. Нитрид бора вюрцитный, не менее	95,5	96,1
3. Нитрид бора графитоподобный (турбостратный и кристаллический), не более	2,5	2,0
4. Нитрид бора графитоподобный кристаллический, не более	0,3	0,1
5. Углерод, не более	0,3	0,2
6. Оксид бора, не более	0,15	0,05
7. Железо, не более	0,1	0,02
8. Влага, не более	0,5	0,2
9. Карбид бора (B ₄ C), % не более	0,5	–
10. Удельная поверхность, м ² /г	7	–
11. Ситовый анализ 100 % через сетку 45мкм	–	–

Таблица 2

Химический состав разделительные покрытия «Каолин КР-1»

Параметр	Содержание
1. Массовая доля оксида железа (%), не более	1,2
2. Массовая доля оксида серы (%), не менее	0,3
3. Массовая доля остатка на сетке № 014, (%) не более	0,02
4. Массовая доля остатка на сетке № 0056, (%) не более	0,02
5. Массовая доля влаги, (%) не более	0,7

Методика исследования

Методика исследования включает:

- приготовление защитного огнеупорного покрытия путем его разведения в воде при соотношении: 1 часть суспензии «Synicast BN» и 3 части воды (1:3) с тщательным перемешиванием;
- подготовку футеровки камеры фильтрации ПКФ;
- очистку от стандартно применяемого разделительного покрытия;
- прогрев поверхности футеровки камеры фильтрации горелкой SELEE в течение 6 минут до температуры 150–200 °С;
- нанесение краскопультом на футеровку равномерным слоем без подтеков рабочего раствора разделительного покрытия «Synicast BN» зеленого цвета;
- отливку цилиндрического слитка и осмотр камеры фильтрации на предмет обнаружения слоев пленки алюминиевого сплава, наличия налипания остатков металла на футеровку, цвет покрытия камеры ниже уровня металла;

– отбор трех темплетов с верхней, донной и средней частей экспериментальных алюминиевых слитков для изготовления микрошлифов для контроля наличия дефектов структуры и неметаллических включений.

Результаты исследования

Испытания разделительного покрытия проводились на литейном комплексе при производстве цилиндрических слитков диаметром 0,127 м и длиной 5 м из сплава 6060 по ТС 443-04-119. Опытная поставка разделительного покрытия «Synicast BN» зеленого цвета в объеме 2 кг была выработана полностью – обработка всей поверхности футеровки камеры фильтрации ПКФ проводилась по необходимости, при значительной потере яркости цвета нанесенного покрытия. С использованием покрытия «Synicast BN» зеленого цвета было произведено 22 плавки.

От слитка, отлитого на второй плавке с использованием покрытия «Synicast BN» зеленого

цвета, были отобраны два темплета с донной части слитков. Анализ макрошлифов не выявил наличия дефектов структуры и включений.

Поверхность футеровки камеры фильтра-

ции ПФК, обработанной покрытием «Syncast BN», до и после литья была осмотрена совместно с представителями ООО «СМ-Сервис» (представлена на рис. 2).



До литья



После литья

Рис. 2. Поверхность футеровки камеры фильтрации ПФК, обработанной покрытием «Syncast BN», до и после литья

Результаты осмотра поверхности футеровки камеры фильтрации ПФК:

- на футеровке камеры фильтрации ПФК выявлены остатки тонкого слоя пленки алюминиевого сплава, легко отделяемого от поверхности;

- налипания остатков металла к футеровке не выявлено;

- ниже уровня металла покрытие сохранило зеленый цвет с небольшой потерей яркости;

- концентрация рабочего раствора покрытия «Syncast BN» (1:3) обеспечивает антипригарные свойства, сопоставимые с серийно применяемым покрытием.

- аналогично было испытано покрытие «Syncast BN» без добавления цветового пигмента. После литья цилиндрических слитков камера фильтрации ПФК была осмотрена: на ее футеровке остался тонкий слой пленки алюминиевого сплава, легко отделяемого от поверхности; налипания остатков металла к футеровке не выявлено. По опыту работы литейщиков с штатно применяемым антипригарным покрытием, также без добавления цветового пигмента, обработка футеровки раствором суспензии «Syncast BN» обеспечивает лучшее отделение металла от футеровки и снижение периодичности нанесения покрытия.

Выводы

На основании лабораторных исследований были предложены виды антипригарных покрытий взамен покрытия «BN Coating» производства ООО «Экораф». Прошла апробация

и окончательно предложены оптимальное антипригарное покрытие: суспензия марки «Syncast BN» с добавлением и без добавления цветового пигмента зеленого цвета. При использовании двух разделительных покрытий «Syncast BN» качество слитков по неметаллическим включениям при исследовании макрошлифов сопоставимо с серийно применяемым покрытием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галевский, Г. В. *Металлургия алюминия : Справочник по технологическим и конструктивным измерениям и расчетам* / Г. В. Галевский, М. Я. Минцис, Г. А. Сиразудинов ; Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : СибГИУ, 2010. – 235 с., ил.
2. Николаев, А. Ю. *Расчет цеха электролитического получения алюминия : Электронное текстовое издание* / А. Ю. Николаев, А. В. Суздальцев ; УрФУ им. первого президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург, 2013. – Режим доступа : https://study.urfu.ru/Aid/Publication/13406/1/Niko-laev_Suzdalzcev.pdf.
3. Журавин, Ю. Д. *Электроснабжение цехов электролиза алюминия : учеб. пособие* / Ю. Д. Журавин, М. Я. Минцис, И. И. Музыченко // СибГИУ. – Новокузнецк, 2000. – 113 с.
4. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в цехах электролитического производства алюминия, оборудованных электролизерами с предварительно обожженными анодами. – Л.: ВАМИ, 1990. – 60 с.
5. Нормы технологического проектирования алюминиевого производства (серии электролиза, установок газоочисток, цеха регенерации криолита). – ВНТП 25-86.
6. Бегунов, А. И. *Проблемы модернизации алюминиевых электролизеров* / А. И. Бегунов. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2000. – 85 с.
7. Ветюков, М. М. *Электрометаллургия алюминия и магния* / М. М. Ветюков, А. М. Цыплаков, С. Н. Школьников. – М. : Metallurgy, 1987. – 320 с.