

## 5. Выводы

Таким образом, результаты выполненных исследований по термическому упрочнению в потоке прокатки с применением различных режимов охлаждения свидетельствуют о том, что термический цикл понижения и повышения температуры, имеющий место

при применении для упрочнения способа прерванной закалки, изменяет устойчивость аустенита. При этом влияние циклических изменений температуры распространяется в упрочняемом арматурном прокате на глубину равную примерно одной третьей номинального радиуса стержня.

## Литература

1. Высокопрочные арматурные стали. [Текст] / А.П. Гуляев, А.С. Астафьев, М.А. Волкова и др. – М.: Металлургия, 1966. - 138 с.
2. Термическое упрочнение проката. [Текст] / К.Ф. Стародубов, И.Г. Узлов, В.Я. Савенков и др. – М.: Металлургия, 1970. - 368 с.
3. Савенков, В. Я. Технологические основы и оборудование для термического упрочнения непрерывнодвижущегося мелко-сортного профиля [Текст] / В.Я. Савенков // Упрочняющая термическая и термомеханическая обработка проката. - Вып. 1, Киев. - 1968. - С.7-14.
4. Стародубов, К.Ф. Влияние скорости охлаждения на свойства термически упрочненной арматурной стали [Текст] / К.Ф. Стародубов, В.Я. Савенков, В.И. Спиваков // Термическая обработка проката. - Вып. 36. - М.: Металлургия. – 1970. - С. 9-14.
5. Гуль Ю.П. Влияние способа термического упрочнения на низкотемпературную прочность стержневой арматурной стали [Текст] / Ю.П. Гуль, А.С. Гулевский, А.П. Ярмоленко // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1973. – Вып. 5. - С. 31-32.
6. Бернштейн М.Л. Термомеханическая обработка стали [Текст]/ М.Л.Бернштейн, В.А. Займовский, Л.М. Капуткина. – М.: Металлургия, 1983. - 480 с.
7. Бернштейн М.Л. Термомеханическая обработка металлов и сплавов [Текст] / М.Л.Бернштейн. – М.: Металлургия, 1968. - 1171 с.
8. Heat Treatment – Conventional and Novel Applications [Текст], Edited by Frank Czerwinski. – Croatia: InTech, 2012. - 408 p. - ISBN: 9535107682 9789535107682
9. Thermo-Mechanical Processing of Metallic Materials [Текст]: В. Verlinden, J. Driver, I. Samajdar, R.D. Doherty. - Amsterdam: Elsevier, 2007. - 528 p. - ISBN: 978-0-08-044497-0
10. Ключев, Д. Ю. Формування структури та властивостей термоміцного арматурного прокату в потоці дрібносортового стану [Текст] / Д.Ю. Ключев, С.Б. Комлев, С.О. Мацишин// Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013.-Т.1, №5 (61). – С. 45-48.

*Робота проводилася з метою усунення браку по пригару, газовій пористості, а також для поліпшення якості поверхні відливань з алюмінієвих сплавів, що отримуються литвом в заморожені форми під низьким тиском. Розглянута технологія отримання відливань в заморожених формах під низьким тиском. Представлені результати досліджень складу протипригарних покриттів на якість поверхні. Проаналізований вплив застосування протипригарних покриттів на якість поверхні відливань*

*Ключові слова: заморожена форма, низький тиск, протипригарні покриття, пригар*

*Робота проводилась с целью устранения брака по пригару, газовой пористости, а также для улучшения качества поверхности отливок из алюминиевых сплавов, получаемых литьем в замороженные формы под низким давлением. Рассмотрена технология получения отливок в замороженных формах под низким давлением. Представлены результаты исследований состава протипригарных покрытий на качество поверхности. Проанализировано влияние применения протипригарных покрытий на качество поверхности отливок*

*Ключевые слова: замороженная форма, низкое давление, протипригарные покрытия, пригар*

УДК 621.74.049:621.744.5:658

# ПОЛУЧЕНИЕ ОТЛИВОК В ЗАМОРОЖЕННЫХ ФОРМАХ ПОД НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ

**Н. И. Замятин**

Старший преподаватель\*

**Т. В. Лысенко**

Доктор технических наук, профессор\*

**К. А. Крейцер\***

E-mail: dakerkir@gmail.com

**А. А. Бондарь**

Кандидат технических наук, доцент\*

E-mail: andrey-bondar@rambler.ru

\*Кафедра технологии

управления литейными процессами

Одесский национальный

политехнический университет

пр. Шевченко, 1а, г. Одесса, Украина, 65044

## 1. Введение

Основная тенденция развития литейного производства в современном мире создание и внедрение прогрессивных технологических процессов, которые обеспечивают получение качественных отливок с наименьшими материальными и энергетическими затратами. Большую роль при внедрении технологических процессов на предприятиях играет и улучшение санитарно-гигиенических условий в литейных цехах, а также уменьшение вредных выбросов в атмосферу [1].

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В последние годы в Японии, Германии, Польше, Чехословакии, России и других странах была показана принципиальная возможность производства отливок в низкотемпературных песчаных литейных формах (НТФ). Этот технологический процесс позволяет отказаться от применения вредных связующих, заменив их процессом замораживания влаги формовочной смеси. При этом возникает возможность повысить физико-механические и потребительские свойства отливок [2].

## 3. Цель и задачи исследования

Работа проводилась с целью устранения брака по пригару, газовой пористости, а так же для улучшения качества поверхности отливок из алюминиевых сплавов, получаемых литьем в замороженные формы под низким давлением.

## 4. Экспериментальные данные и их обработка

При проведении работы, условия получения форм и заливки исследовательских образцов в лабораторных условиях, были максимально приближены к технологическим параметрам данных процессов. Использовалась формовочная смесь следующего состава:

1. Песок марки 1К2О202 ГОСТ 29234.3-91- 99%
2. Глина - 1%
3. Вода – до влажности - 8%

В бегунах на протяжении 3-5 минут перемешивалась смесь песков и глины, затем добавлялись 6-8 % воды и, увлажненная смесь, опять перемешивалась 2-3 минуты. Из этой формовочной смеси готовились литейные формы с внутренней полостью в виде усеченного конуса с шаровидной головкой радиусом 25 мм. Выбор опытного образца данной конфигурации обусловлен тем, что по существующим в зарубежной литературе данным, такая форма наиболее удобна для определения технологических параметров и противопопригарных свойств покрытий, наносимых на замороженные формы.

Схема процесса изготовления замороженных форм выглядит следующим образом:

- на модельную плиту с моделью устанавливают опору и засыпают ее формовочной смесью, включают вибратор и уплотняют смесь до необходимой плотности;

- модель удаляют и полость формы покрывается противопопригарным покрытием;

- после подсушивания верхнего слоя покрытия, в полость формы устанавливается охлажденная жидким азотом модель, по конфигурации совпадающая с моделью отливки;

- прилегающий слой формовочной смеси замерзает от охлажденной модели.

После получения необходимой толщины замороженного слоя смеси, охлажденную модель удаляют, а полученную форму отправляют на сборку и заливку.

Для проведения лабораторных исследований, формовка производилась по специально разработанной модели, изготовленной из сплава АК7М2 (рис.1). Поверхность модели смазывалась тефлоновой ПТФЕ-смазкой МДФ 288/289, препятствующей примерзанию модели к замороженной форме.

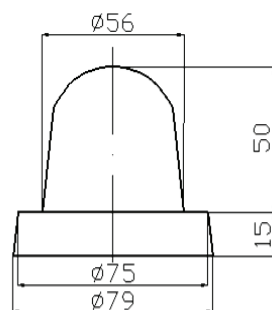


Рис. 1. Модель для исследования противопопригарных свойств красок

Противопригарное покрытие наносилось на форму при помощи пульверизатора.

Заливка осуществлялась сплавом АК5М2 на экспериментальной установке литья под низким давлением. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 2.

Установка состояла из печи-тигля с нагревательной спиралью (8), которая устанавливалась в герметический кожух (7), имеющий патрубок для подачи сжатого воздуха (10) и контрольным манометром (9). Кожух с помощью болтов закрывался крышкой (6) с приваренным металловодом (4). Верхний выступ металловода служит фланцем под основу замороженной формы (3), которая плотно насаживается на металловод, уплотненный асбестовой прокладкой. Песчаный стержень устанавливается в замороженную форму и фиксируется с помощью крышки (1), на которую устанавливается груз, массой 5 кг. На замороженную форму надевается холодильник с хладагентом, для поддержки нужной температуры (13) перед заливкой. В качестве хладагента используется жидкий азот.

Измерение и регулирование температуры металла в тигле осуществлялось с помощью встроенных хромель-алюмелевых термопар и милливольтметра типа МР-64-02, в замороженной форме – с помощью прибора ТМ 200, термопары типа К. Сжатый воздух подавался в кожух печи от централизованного пульта, который позволял регулировать скорость заливки и время выдержки отливки под давлением.

Рабочий цикл заливки образцов состоял из трех стадий:

Таблица 1

Составы покрытий замороженных форм, которые использовались для оценки противопригарных свойств

№ п/п	Маркировка покрытия	Компоненты покрытия	Состав, вес %
1	2	3	4
1	1	Циркон	22-25
		Дистенсиллимонит	53-55
		Бентонит	5-7
		Сульфитно-спиртная барда	4-5
		Na – КМЦ	7-8
			К нужной плотности
2	2	Графит аморфный	18-19
		Графит кристаллический	12-14
		Мел	4-5
		Бентонит	18-19
		Окисел цинка	15-16
		Жидкое стекло	7-8
			К нужной плотности
3	3	Двуокись титана	30-32
		Дистенсиллимонит	30-32
		Бентонит	1-2
		Сульфитно-спиртная барда	1-1,5
		Вода	К нужной плотности
4	4	Циркон	22-25
		Дистенсиллимонит	53-55
		Бентонит	2-3
		Аф-связующее	4-6
		Вода	К нужной плотности
5	Натир ТД	Тальк	50-52
		Декстрин	8-9
		Графит	10-12
		Вода	29-32

- рост давления воздуха над поверхностью металла в герметическом тигле до 1,3 МПа (5-10 с);  
 - выдержка отливки под давлением (15 с);  
 - повышение давления до 1,5-1,6 МПа со следующим уменьшением избыточного давления.  
 Температура металла в момент заливки составляла 730-740°C, температура замороженной формы от -20...до -100°C.

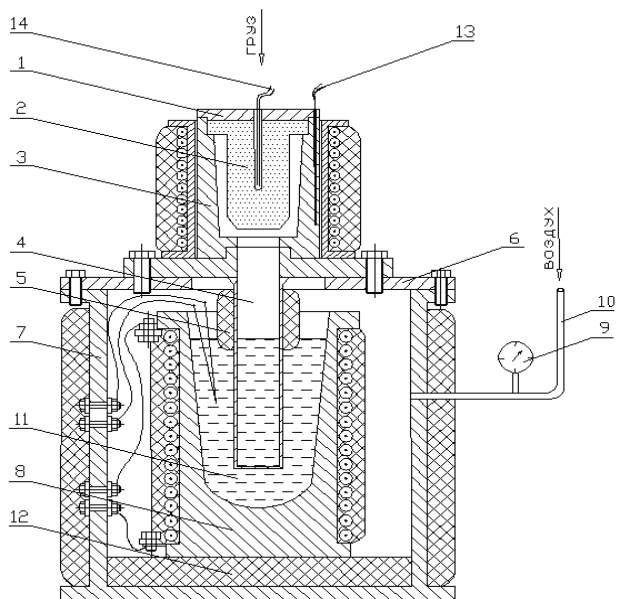


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для заливки окрашенных замороженных форм под низким давлением: 1-крышка; 2-песчаный стержень; 3-замороженная форма; 4-металловод; 5-теплоизоляция металловода; 6-крышка печи; 7-корпус печи; 8-тигель с нагревателем; 9-манометр; 10-воздухопровод; 11-жидкий сплав АК5М2; 12-электроизоляционная прокладка; 13, 14-термопары

В вышеизложенных условиях было залито 5 контрольных образцов неокрашенных замороженных форм. Образец полученной при этом отливки после выбивания формы приведен на рис. 3.

На рис. 3 виден пригар материала замороженной формы к поверхности отливки. Для оценки противопригарных свойств литейных красок использовалась методика, основанная на количественной оценке пригара. Суть данного метода сводится к растворению основного металла в горячих растворах щелочей и взвешивания нерастворенного остатка.

Средняя величина пригара по данным определения его на 3-х отливках, залитых в неокрашенную замороженную форму, составил 3,08 грамма.

Для испытаний приняли следующие пять составов противопригарных покрытий (табл. 1).

По приведенной выше методике были изготовлены опытные образцы и проведена оценка пригара поверхности формы к поверхности отливок. Данные, полученные при усреднении значений пригара на 3-х опытных отливках по каждому из покрытий, приведенные в табл. 2.

Фотографии отливок, полученных в замороженных формах, которые окрашивались покрытиями 1, 2, 3, 4 и ТД - натиром, приведенные на рис. 4-8.

Таблица 2

Средние значения величины пригара на отливках при окрашивании формы противопригарными покрытиями, указанными в табл. 1

№ п/п	Покры- тие	Средняя вели- чина пригара на отливке, грамме	Состояние поверхности отливки
1	2	3	4
1.	1	Пригар отсут- ствует	Очень гладкая, блестя- щая
2.	2	0,26	Слегка шершавая, бле- стящая
3.	3	Пригар отсут- ствует	Гладкая, матовая
4.	4	Пригар отсут- ствует	Гладкая, желтого цвета
5.	Натир ТД	0,32	Шершавая

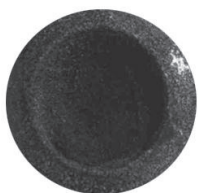


Рис. 3. Поверхность отливки опытного образца, который оформлялся неокрашенной замороженной формой

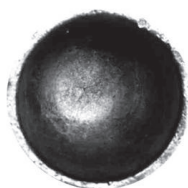


Рис. 4. Поверхность отливки, которая оформлялась замороженной формой, окрашенной покрытием 1

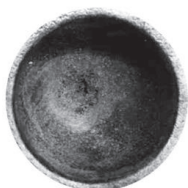


Рис. 5. Поверхность отливки, которая оформлялась замороженной формой, окрашенной покрытием 2

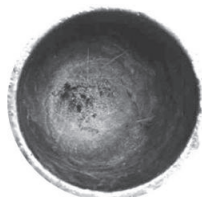


Рис. 6. Поверхность отливки, которая оформлялась замороженной формой, окрашенной покрытием 3

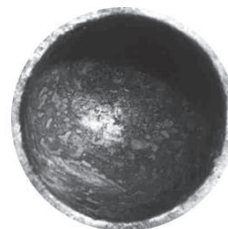


Рис. 7. Поверхность отливки, которая оформлялась замороженной формой, окрашенной покрытием 4

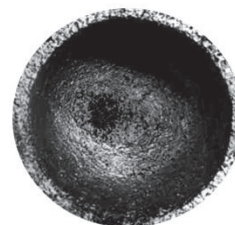


Рис. 8. Поверхность отливки, которая оформлялась замороженной формой, окрашенной ТД-натиром

### 5. Выводы

1. Рассмотрена технология получения отливок в замороженные формы для литья под низким давлением.
2. Проанализировано влияние состава противо-пригарного покрытия на качество поверхности отливки и количество пригара
3. Предложенная методика позволяет получать отливки из алюминиевых сплавов литьем под низким давлением в замороженные формы с уменьшением пригара с 3,08 г для неокрашенной формы до 0,32 г при применении ТД-натира, 0,26 при применении покрытия 2, либо вообще практически избавиться от пригара (покрытия 1, 3, 4).

### Литература

1. Шинский, О.И. Прочность замороженных форм [Текст] / О.И. Шинский, М.М.Красношеков // Процессы литья. – 1993. - №3. - С. 82-87.
2. Hault F. The “Effster” process. Chem. Binders Foundries Warwick. Birfningam, 1976.
3. Heine Hans J. 22 Nations \Attend un Foundry Seminar. Foundry Manag and Technol, 1978. – Vol. 106, N 2. – P. 46-48, 50.
4. Raddl R. What’s New in European Foundries? Mod. Gast, 1978. – Vol. 68, N 12. – P. 42-45.
5. Miske J.S., Heine H.J. Metalcasting in Review. Foundry Manag and Technol, 1978. Vol. 106, N 12. – P. 36-38, 40, 42, 44, 47.
6. Holtzer Mariusz, Obszowski Tadeus. Proby dobaru porkycia oddzielajacego dla modeli. Ze stopow ai stosawahych do formowania w masach weding technologie igform., Pz. Insc. 1980.

7. Stwardson L. John. Technology for the 80`s. Foundry Manag and Technol, 1979. – Vol. 107, N 9. – P. 48, 50, 52, 54, 56, 60.
8. А.с. СССР 40525 Описание способа производства отливок /Лунев А.А. Опубл.1934.
9. Грузман, В.М. Замороженные формы [Текст] / В. М. Грузман, П. Елинек, В. Беднарова. - Нижний Тагил: НТИ, 2004. – 194с.
10. Пляцкий В.М. Литье под давлением [Текст] / В.М. Пляцкий. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1957. – 464с.

УДК 669.44

# ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАФИНИРОВАНИЯ ЧЕРНОВОГО СВИНЦА ОТ МЕДИ

**Е. С. Коротеев**

Главный технолог

ООО «Рекуперация свинца»

ул. Строителей, 50, г. Днепропетровск, Украина, 49005

E-mail: evgkor@ukr.net

**Ю. А. Бубликов**

Кандидат технических наук, доцент\*

E-mail: yuriy.bublikov@i.ua

**Г. А. Поляков**Заведующий проблемной лаборатории  
новых металлургических процессов\*

E-mail: polykov@i.ua

**С. Н. Подгонный**

Ассистент\*

E-mail: zxr5@yandex.ru

**Д. А. Россоха**

Главный металлург

ООО «Укрсплав»

ул. Карагандинская, 9/80, г. Днепропетровск, Украина, 49005

E-mail: d\_ross@i.ua

**Н. Д. Мачуская**

Старший научный сотрудник НИЧ\*\*

\*Кафедра электрометаллургии

\*\*Кафедра термической обработки металлов

Национальная металлургическая академия Украины  
пр. Героев 12/731, г. Днепропетровск, Украина, 49000

*В результаті термодинамічного аналізу процесів пірометалургійного рафінування чорного свинцю запропоновано альтернативний імпортному сульфідний реагент і обгрунтований найбільш раціональний енергоносіє для реалізації процесів глибокого видалення міді. Впровадження запропонованих технологічних рішень на підприємствах по виробництву свинцю та його сплавів дозволить значно покращити техніко-економічні показники при залученні в технологічний процес некондиційних матеріалів*

*Ключевые слова: свинець, мідь, пірометалургія, рафінування, сульфідний реагент*

*В результате термодинамического анализа процессов пирометаллургического рафинирования черного свинца предложен альтернативный импортному сульфидный реагент и обоснован наиболее рациональный энергоноситель для реализации процессов глубокого обезмешивания. Внедрение предложенных технологических решений на предприятиях по производству свинца и его сплавов позволит значительно улучшить технико-экономические показатели при вовлечении в технологический процесс некондиционных материалов*

*Ключевые слова: свинец, медь, пирометаллургия, рафинирование, сульфидный реагент*

## 1. Введение

Развитие транспортной индустрии и расширение рынка электропотребления предусматривает постоянное образование и накопление вторичных свинец-содержащих материалов [1-3], вовлечение которых в

пирометаллургический процесс требует первичной подготовки сырья [4] и внедрения комплексных технологических схем его переработки [5,6]. Большая часть свинца возвращается в промышленность в виде аккумуляторного и кабельного лома, применение послед-