

Научный журнал

# ВЕСТНИК

Сибирского  
государственного  
индустриального  
университета

№ 3 (33), 2020

Основан в 2012 году  
Выходит 4 раза в год

## Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

## Редакционная коллегия

М.В. Темлянецв  
(главный редактор)  
А.В. Новичихин  
(отв. секретарь)

Е.П. Волынкина  
Г.В. Галевский  
В.Ф. Горюшкин  
В.Е. Громов  
Л.Т. Дворников  
Жан-Мари Дрезет  
Стефан Золотарефф  
Пенг Као  
С.В. Коновалов  
С.М. Кулаков  
А.Г. Никитин  
Е.Г. Оршанская  
Т.В. Петрова  
Е.В. Протопопов  
В.И. Пантелеев  
Арвинд Сингх  
А.Ю. Столбоушкин  
И.А. Султангузин  
А.В. Феокистов  
В.Н. Фрянов  
В.П. Цымбал  
Си Чжан Чен

## СОДЕРЖАНИЕ

Алешина Е.А., Матехина О.В. Архитектурно-строительному институту СибГИУ – 60 лет.....3

Матехина О.В., Осипов Ю.К. Кафедра архитектуры в структуре университета.....7

### АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Назаренко И.К., Матехина О.В., Шевченко В.В. Гипотетическая схема транспортно-пешеходной развязки в «Топольниках» города Новокузнецк .....10

Благиных Е.А. Проект охраны дома техники угольщиков треста «Куйбышевуголь» в Новокузнецке.....15

Поправка И.А., Алешин Д.Н., Столбоушкин А.Ю., Алешина Е.А. Обследование и оценка технического состояния строительных конструкций промышленного объекта с разработкой документации на усиление конструкций.....21

Назаренко И.К., Матехина О.В., Шевченко В.В. Проект реновации благоустройства территории административного центра г. Новокузнецка.....25

Благиных Е.А., Деева А.И. Проблемы сохранения исторической среды Соцгорода Новокузнецка.....31

Акст Д.В., Столбоушкин А.Ю. Разработка метода расчета состава шихты для декоративной керамики каркасно-окрашенной структуры.....34

### МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Запольская Е.М., Темлянецв М.В., Темлянцева Е.Н. Анализ влияния показателей ритмичности производства на стойкость алюмопериклазовых футеровок сталеразливочных ковшей .....42

### АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Баклушина И.В., Корешкова П.С. Применение специализированного программного комплекса для расчета вентиляционных сетей предприятий горнодобывающей промышленности .....45

## ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

**Панова В.Ф., Спиридонова И.В., Панов С.А., Карпачева А.А.**  
Использование коэффициента основности силикатных мате-  
риалов для оценки техногенных отходов как строительного  
сырья .....52

## ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИКА

**Захаров А.О., Алешина Е.А., Ершова Д.В., Алешин Д.Н.,  
Захарова Н.В.** Актуализация учебного курса «Строительные  
конструкции» для направления подготовки «Архитектура» ...57

**К сведению авторов.....64**

Журнал зарегистрирован в Феде-  
ральной службе по надзору в сфере  
связи, информационных техноло-  
гий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации:  
**ПИ № ФС77872** от 03.03.2020 г.

### Адрес редакции:

654007, Кемеровская обл. – Куз-  
басс, Центральный район, г. Ново-  
кузнецк, ул. Кирова, зд. 42, Сибир-  
ский государственный индустри-  
альный университет  
каб. 433 М  
тел. 8-3843-74-86-28  
[http: www.sibsiu.ru](http://www.sibsiu.ru)  
e-mail: [vestnicsibgiu@sibsiu.ru](mailto:vestnicsibgiu@sibsiu.ru)

### Адрес издателя:

654007, Кемеровская обл. – Куз-  
басс, Центральный район, г. Ново-  
кузнецк, ул. Кирова, зд. 42, Сибир-  
ский государственный индустри-  
альный университет  
каб. 336 Г  
тел. 8-3843-46-35-02  
e-mail: [rector@sibsiu.ru](mailto:rector@sibsiu.ru)

### Адрес типографии:

654007, Кемеровская обл. – Куз-  
басс, Центральный район, г. Ново-  
кузнецк, ул. Кирова, зд. 42, Сибир-  
ский государственный индустри-  
альный университет  
каб. 280 Г  
тел. 8-3843-46-44-02

### Подписные индексы:

Объединенный каталог «Пресса  
России» – 41270

Подписано в печать

30.09.2020 г.

Выход в свет

30.09.2020 г.

Формат бумаги 60×88 1/8.

Бумага писчая.

Печать офсетная.

Усл.печ.л. 3,9.

Уч.-изд.л. 4,2.

Тираж 300 экз.

Заказ № 161.

Цена свободная.

УДК 669.045

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РИТМИЧНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НА СТОЙКОСТЬ АЛЮМОПЕРИКЛАЗОВЫХ ФУТЕРОВОК СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ

*Е.М. Запольская, М.В. Темлянцева, Е.Н. Темлянцева*

*E-mail:* beloglazova-ekat@mail.ru

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Представлены результаты исследования стойкости алюмопериклазоуглеродистых ковшевых футеровок. Показана зависимость стойкости футеровки от времени кампании, приходящегося на одну плавку.

**Ключевые слова:** алюмопериклазоуглеродистые огнеупоры, тепловая обработка.

## ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF RHYTHMIC PRODUCTION INDICATORS ON THE RESISTANCE OF ALUMINUM-PERICLASE LINING OF STEEL LADLES

*E.M. Zapol'skaya, M.V. Temlyantsev, E.N. Temlyantseva*

*E-mail:* beloglazova-ekat@mail.ru

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

**Abstract.** The results of the study of the resistance of aluminum-periclase-carbon-bearing ladle linings are presented. The dependence of the lining durability on the campaign time per one melt is shown.

**Keywords:** aluminum-periclase-carbon-bearing refractories, heat treatment.

Тенденции развития отечественной и зарубежной ковшевой металлургии показывают, что спектр технологических операций внепечной обработки стали, проводимых в сталеразливочных ковшах, ежегодно расширяется. Это приводит к необходимости использования для выполнения футеровки ковшей огнеупоров, которые обладают более высокой стойкостью против агрессивного воздействия расплавов металла и шлака [1].

Опыт работы металлургических предприятий свидетельствует о том, что в наибольшей степени современным требованиям к стойкости футеровки удовлетворяют периклазоуглеродистые и алюмопериклазоуглеродистые безобжиговые огнеупоры, содержащие в своем составе чешуйчатый графит. Традиционно к достоинствам огнеупоров рассматриваемого типа относят низкую смачиваемость расплавами стали и шлака, высокую термостойкость. В то же время эти ог-

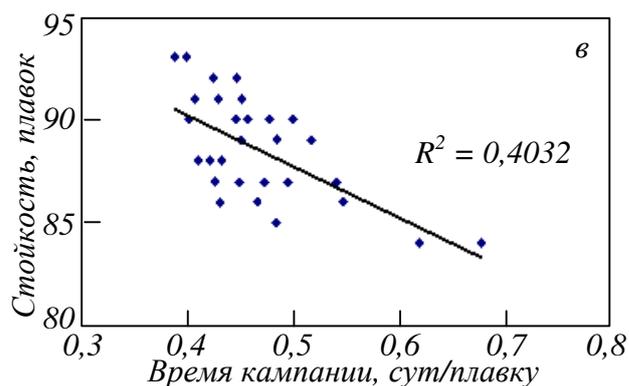
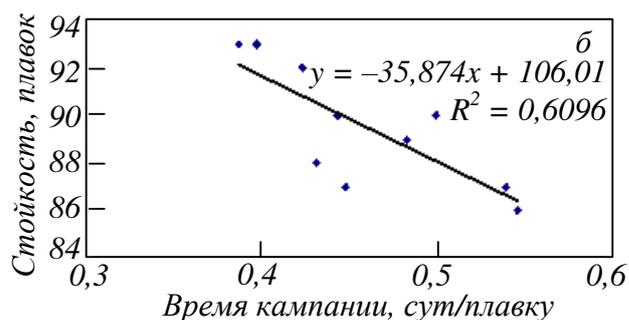
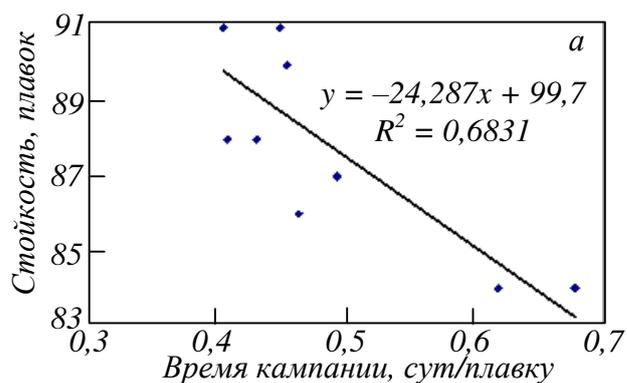
неупоры имеют существенный недостаток, который заключается в окислении углерода (выгорании или обезуглероживании) при взаимодействии с воздушной атмосферой. Характерно, что это явление наблюдается уже при разогреве футеровок на стендах перед приемом расплава стали. Причем наиболее интенсивно обезуглероживание происходит при первом разогреве (обжиге) новой футеровки, когда поверхность футеровки не ошлакована.

Долгое время борьбе с этим явлением не уделяли должного внимания, поскольку в ряде случаев подвергали сомнению сам факт его существования, а величину обезуглероженного слоя огнеупора считали гораздо меньшей, чем она есть на практике. Однако расширение области применения углеродсодержащих огнеупоров, накопление практического опыта их эксплуатации показали, что явление обезуглероживания огнеупоров однозначно отрицательно сказывает-

ся на стойкости футеровки, а глубина обезуглероженного слоя, образовавшегося после первого разогрева, достигает значительных величин. В частности, при ориентировочной стойкости периклазоуглеродистых и алюмопериклазоуглеродистых футеровок на уровне 80 – 100 плавков износ футеровки за плавку составляет порядка 1,0 – 1,5 мм. Обезуглероженный слой футеровки смачивается расплавом и вступает в реакцию с металлом и шлаком или пропитывается и размывается последними. Таким образом, обезуглероживание является причиной запуска механизма износа. Ранее проведенные исследования [2 – 4], включающие промышленные эксперименты, показали, что при первом разогреве глубина обезуглероженного слоя в зависимости от температурного режима может достигать 8 – 10 мм. Соответственно, обезуглероживание огнеупора на 10 мм примерно эквивалентно снижению стойкости футеровки на 10 плавков (10 %).

Анализ результатов [1] исследования влияния температурно-временного фактора на обезуглероживание огнеупора в атмосфере воздуха показывает, что увеличение температуры от 800 до 1200 °С и времени выдержки от 60 до 180 мин приводит к росту глубины обезуглероженного слоя с 2 до 5 мм. Время выдержки оказывает большее влияние на нарастание обезуглероженного слоя по сравнению с температурой. В таких условиях особую актуальность приобретает сокращение времени контакта раскаленной футеровки с окислительной воздушной атмосферой не только при разогреве новой футеровки, но и при промежуточных подогревах перед приемом расплава, простоях горячего ковша при подготовке к выпуску плавки, охлаждении футеровки при транспортировании ковша без расплава.

В настоящей работе проведен анализ стойкости алюмопериклазоуглеродистых футеровок 350-т сталеразливочных ковшей кислородно-конвертерного цеха одного из металлургических предприятий России. Рассматриваемые огнеупоры различных поставщиков (Dufenco S.A., ООО «ВПО сталь», Dalmond, ООО «Группа «Магнезит», ООО «ТД БКО») характеризуются различными показателями стойкости (см. рисунок). Всего был обработан массив из 50 кампаний различных ковшей, при этом выбирали ковши, промежуточные ремонты («холодные» простои) которых продолжались одинаковое время. В результате статистической обработки данных установлено, что при средней стойкости футеровки на уровне 89 плавков средняя продолжительность кампании ковша составляет 42 сут. Если оценивать удельную величину время кампании  $\tau$  (сут./плавку), приходящееся на одну плавку (продолжительность одной плавки),



Зависимость стойкости футеровки от времени кампании, приходящегося на одну плавку:

а и б – огнеупоры от поставщиков 1 и 2; в – сводные данные по стойкости огнеупоров различных поставщиков

определяемую как отношение стойкости футеровки к продолжительности кампании, то наблюдается явная зависимость между этой величиной и стойкостью футеровки (см. рисунок). По полученным данным сокращение времени кампании, приходящееся на одну плавку, с 0,7 до 0,35 сут./плавку (в два раза) повышает стойкость футеровки примерно с 83 до 91 плавков (в 1,1 раза). Следовательно, сокращение времени «горячего» резервирования ковшей перед приемом расплава, времени разогрева футеровки (в допустимых пределах), простоев (с охлаждением) ковша после разлива является мощным фактором по повышению стойкости футеровки. Для этого требуется повышение уровня организации и ритмичности производства.

### **Выводы**

Сокращение времени «горячего» резервирования ковшей перед приемом расплава и продолжительности разогрева футеровки, простоев (с охлаждением) ковша после разливки способствует повышению стойкости футеровки. Сокращение времени кампании, приходящееся на одну плавку, с 0,7 до 0,35 сут/плавку (в два раза) повышает стойкость футеровки примерно с 83 до 91 плавков (в 1,1 раза). В связи с этим при разработке ресурсосберегающих мероприятий необходимо особое внимание уделять соблюдению ритмичности производства и сокращению времени «горячих» простоев ковша.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Темлянцева М.В., Запольская Е.М., Костюченко К.Е. Обезуглероживание алюмопериклазоуглеродистых огнеупоров при первом разогреве ковшевых футеровок. – В кн.: Международная научно-практическая конференция «Творческое наследие В.Е. Грум-Гржимайло: история, современное состояние, будущее» (27 – 29 марта 2014). – Екатеринбург: УрФУ, 2014. С. 435 – 440.
2. Темлянцева М.В., Матвеев М.В. Обезуглероживание периклазоуглеродистых огнеупоров при тепловой обработке футеровок сталеразливочных ковшей // *Металлург*. 2010. № 8. С. 60 – 62.
3. Темлянцева М.В., Матвеев М.В. Исследование обезуглероживания периклазоуглеродистых огнеупоров при разогреве футеровок сталеразливочных ковшей перед приемом расплава // *Изв. вуз. Черная металлургия*. 2010. № 10. С. 38 – 40.
4. Темлянцева М.В., Матвеев М.В., Темлянцев Е.Н. Исследование влияния различных факторов на обезуглероживание периклазоуглеродистых ковшевых огнеупоров // *Изв. вуз. Черная металлургия*. 2011. № 10. С. 32 – 36.

© 2020 г. *Е.М. Запольская, М.В. Темлянцева, Е.Н. Темлянцев*  
Поступила 2 сентября 2020 г.