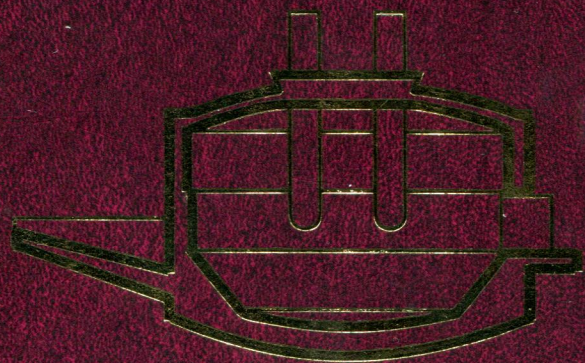


И. Д. Кашеев И. П. Басьяс  
Г. А. Фарафонов В. И. Сизов

---

# Футеровка дуговых электросталеплавильных печей



И. Д. Кащеев, И. П. Басьяс,  
Г. А. Фараонов, В. И. Сизов

# **Футеровка дуговых электросталеплавильных печей**

Под редакцией проф., докт. техн. наук И. Д. Кащеева



Москва  
Интермет Инжиниринг  
2010

УДК 666.187.2:66043.1  
ББК 34.327;35.41(2 Рос)  
Фут 96

Рецензент:  
генеральный директор ОАО «Уральский институт металлов»,  
чл.-корр. РАН, проф., докт. техн. наук,  
лауреат Государственной премии СССР Л. А. Смирнов

**Кашеев И. Д.**  
Фут 96 **Футеровка дуговых электросталеплавильных печей / И. Д. Кашеев, И. П. Басьяс, Г. А. Фарафонов, В. И. Сизов. — М.: Интермет Инжиниринг, 2010. — 192 с.: ил.**

ISBN 978-5-89594-161-4 (в пер.)

Систематизирована информация об огнеупорах, производимых отечественными и зарубежными фирмами для дуговых сталеплавильных печей и узлов выпуска стали. Изложены новейшие представления о характере разрушения футеровки ДСП и последние достижения в области конструкции и технологии выполнения огнеупорной футеровки, приготовления мертелей и растворов. Дано описание некоторого оборудования для выполнения огнеупорных работ. Приведены свойства огнеупорных материалов и изделий.

Предназначена для инженерно-технических работников металлургических предприятий, студентов и аспирантов вузов по специальности «Химическая технология керамики и огнеупоров». Может быть использована в системе повышения квалификации сотрудников огнеупорной и металлургической промышленности.

УДК 666.187.2:66043.1  
ББК 34.327;35.41(2 Рос)

Книга издана при содействии Богдановичского ОАО «Огнеупоры»,  
ОАО «Динур», ОАО «Северский трубный завод»,  
ООО «Тагильский огнеупорный завод»

ISBN 978-5-89594-161-4

© Кашеев И. Д., Басьяс И. П.,  
Фарафонов Г. А., Сизов В. И., 2010  
© ООО «Интермет Инжиниринг», 2010

## Оглавление

Введение . . . . .	6
<b>Глава 1. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ . . .</b>	<b>9</b>
1.1. Классификация . . . . .	9
1.2. Огнеупорность . . . . .	18
1.3. Макроструктура . . . . .	20
1.4. Термомеханические свойства . . . . .	22
1.5. Теплофизические свойства . . . . .	31
1.6. Термические свойства . . . . .	41
1.7. Химическая стойкость . . . . .	43
<b>Глава 2. ДУГОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫЕ ПЕЧИ . . . . .</b>	<b>50</b>
2.1. Классификация дуговых электросталеплавильных печей . . . . .	50
2.2. Конструкция современных ДСП . . . . .	52
2.3. Огнеупорная футеровка отдельных элементов ДСП. . . . .	53
2.4. Другие типы дуговых печей . . . . .	67
<b>Глава 3. ЭНЕРГОПАРАМЕТРЫ ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ РАБОТЫ ФУТЕРОВКИ. . .</b>	<b>74</b>
3.1. Нагрев и процессы теплообмена в печи . . . . .	74
3.2. Реагенты рабочего пространства дуговых сталеплавильных печей. . .	78
3.3. Напряжения в кладке стен и сводов ДСП. . . . .	83
3.4. Расчет компенсационных швов в кладке ДСП . . . . .	86
<b>Глава 4. ИЗНОС ОГНЕУПОРОВ В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ . . . . .</b>	<b>91</b>
4.1. Моделирование износа огнеупоров при их эксплуатации в ДСП . . .	91
4.2. Прогнозирование скорости износа футеровки по условиям ее эксплуатации . . . . .	95
4.3. Зонаобразование и скалывание рабочих зон . . . . .	96
4.4. Оплавление и эрозия рабочей поверхности футеровки ДСП . . . . .	103
4.5. Периклазоуглеродистая футеровка ДСП . . . . .	106
4.6. Характеристика разрушения основных элементов футеровки ДСП .	117
Футеровка на основе периклазосодержащих огнеупоров. . . . .	117
Футеровка на основе периклазоуглеродистых огнеупоров . . . . .	123

<b>Глава 5. КЛАДКА И РЕМОНТ ФУТЕРОВКИ ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ . . . . .</b>	<b>134</b>
5.1. Общие положения . . . . .	134
5.2. Материалы . . . . .	135
5.3. Классификация ремонтов футеровки ДСП. . . . .	142
5.4. Капитальный ремонт. . . . .	142
5.4.1. Кладка подины и откосов . . . . .	143
5.4.2. Набивка рабочего слоя подины и откосов . . . . .	144
5.4.3. Футеровка стен. . . . .	145
5.5. Футеровка сталевыпускных узлов . . . . .	145
5.6. Холодный ремонт футеровки. . . . .	148
5.6.1. Ремонт подины. . . . .	148
5.6.2. Ремонт футеровки стен и откосов . . . . .	148
5.6.3. Кладка стен с водоохлаждаемыми панелями . . . . .	149
5.7. Оборудование для изготовления подин и заправки стен и откосов . . . . .	149
5.8. Ремонт сводов . . . . .	150
5.8.1. Кладка неводоохлаждаемых сводов . . . . .	151
5.8.2. Кладка водоохлаждаемых сводов. . . . .	152
5.8.3. Межплавочное обслуживание футеровки печи. . . . .	153
<b>Библиографический список . . . . .</b>	<b>155</b>
<b>Приложения . . . . .</b>	<b>162</b>
<i>Приложение 1. Некоторые свойства высокоогнеупорных оксидов и изделий из них . . . . .</i>	<i>162</i>
<i>Приложение 2. Химический состав шлаков ДСП Белорусского металлургического завода (г. Жлобин) . . . . .</i>	<i>164</i>
<i>Приложение 3. Химический состав стали и шлаков (по данным М. Н. Кайбичевой) . . . . .</i>	<i>165</i>
<i>Приложение 4. Химический состав шлаков ДСП-100 Челябинского металлургического комбината, (г. Челябинск) . . . . .</i>	<i>166</i>
<i>Приложение 5. Состав плавильной пыли в подсводовом пространстве ДСП, (по данным М. Н. Кайбичевой) . . . . .</i>	<i>166</i>
<i>Приложение 6. Состав плавильной пыли (из газоотсоса) ДСП-100 НЗА Узбекского металлургического завода, мас. % (г. Бекабад) . . . . .</i>	<i>166</i>
<i>Приложение 7. Характеристика спеченного периклазового порошка производства ведущих мировых фирм . . . . .</i>	<i>167</i>
<i>Приложение 8. Характеристика периклазовых порошков (Китай) . . . . .</i>	<i>169</i>
<i>Приложение 9. Характеристика периклазового порошка (Корея) . . . . .</i>	<i>169</i>
<i>Приложение 10. Характеристика периклазоизвестковых порошков (Китай) . . . . .</i>	<i>169</i>



<i>Приложение 11.</i> Характеристика периклазовых порошков для сталеплавильного производства (Словакия, Словацкие магнезитовые заводы) . . . . .	170
<i>Приложение 12.</i> Характеристика плавяных периклазовых порошков различных марок (Россия, Богдановичское АО «Огнеупоры») . . . . .	171
<i>Приложение 13.</i> Свойства периклазоуглеродистых изделий фирмы DANON HARIMA REFRACTORIES Co. Ltd (Китай) . . . . .	173
<i>Приложение 14.</i> Свойства периклазоуглеродистых изделий фирмы REFRACTION GmbH (Германия). . . . .	174
<i>Приложение 15.</i> Свойства периклазоуглеродистых огнеупоров, выпускаемых фирмой «Кюсю Тайкаренга» . . . . .	176
<i>Приложение 16.</i> Свойства периклазоуглеродистых огнеупоров марки магтайт (Mgt), выпускаемых фирмой «Синагава сирорэнга» для дуговых сталеплавильных печей, конвертеров, ковшей . . . . .	178
<i>Приложение 17.</i> Свойства периклазоуглеродистых огнеупоров (Словакия) . . . . .	179
<i>Приложение 18.</i> Характеристика периклазографитовых огнеупорных изделий Magrafal фирмы «Дидье-Верке АГ» . . . . .	180
<i>Приложение 19.</i> Физико-химические свойства периклазоуглеродистых изделий фирмы «Veitscher» . . . . .	181
<i>Приложение 20.</i> Химический состав и физические свойства магнезиальных изделий . . . . .	187
<i>Приложение 21.</i> Основные свойства периклазоуглеродистых огнеупоров для футеровки электропечи фирмы «Маугтон» . . . . .	187
<i>Приложение 22.</i> Теплофизические свойства некоторых огнеупоров . . . . .	188
<i>Приложение 23.</i> Характеристика периклазоуглеродистых изделий фирмы «Vesuvius» для дуговых электропечей . . . . .	191