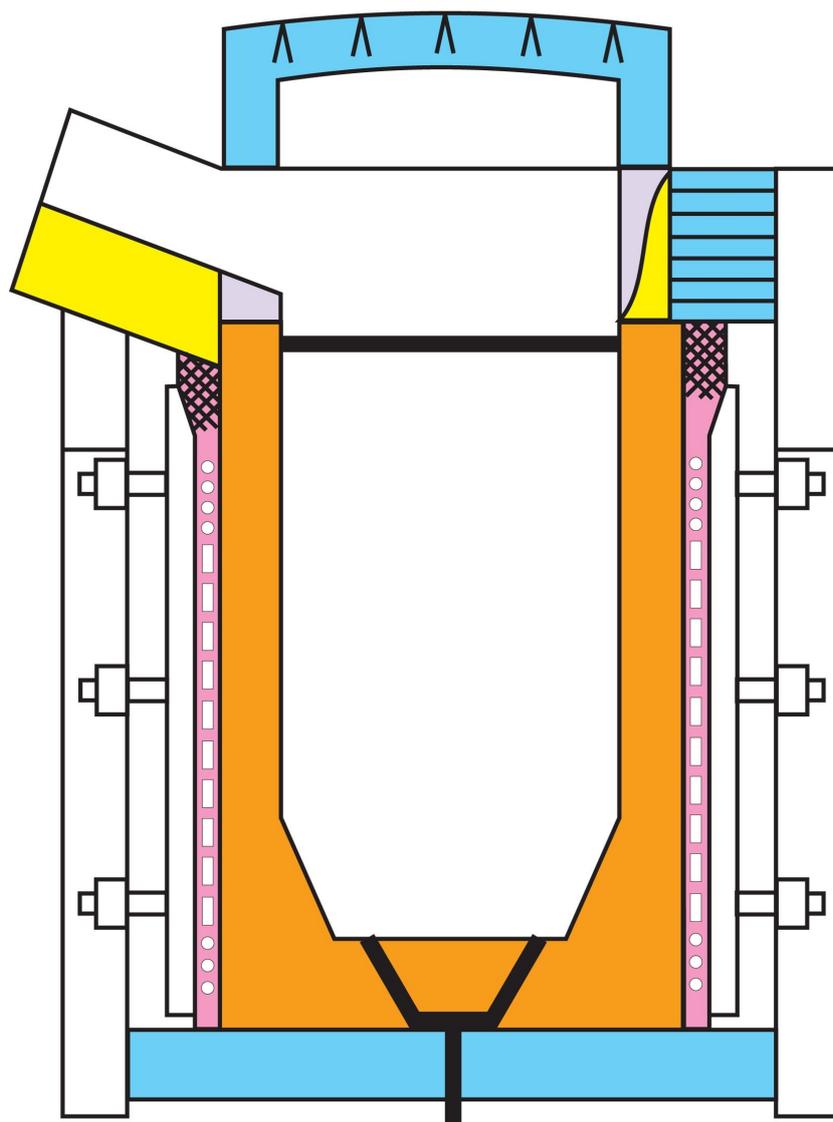
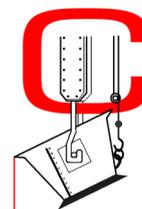


КОМПАНИЯ
CAPITAL
REFRACTORIES
LIMITED

**Футеровочные материалы для
индукционных печей**





CAPITAL REFRACTORIES LIMITED

Футеровочные материалы для индукционных печей

Компания «Кэпитал Рефракторис Лимитед» — одна из крупнейших независимых компаний Великобритании по производству огнеупорных материалов и при этом она по-прежнему находится в частной семейной собственности. Компания работает в металлургической промышленности на протяжении почти пятидесяти лет и является лидером по производству футеровок для индукционных печей для плавки стали в Великобритании. Компания «Кэпитал Рефракторис» производит футеровки для индукционных плавильных печей и для ковшей, и также предоставляет услуги по их поставке и установке.

Компания производит материалы, предназначенные для работы с:

- Всеми марками стали, включая жаропрочные сплавы (нержавеющая сталь, дуплексная сталь и проч.)
- Чугуном и его сплавами (в т.ч. нихард, нирезист)
- Медью и медными сплавами
- Алюминием и алюминиевыми сплавами

Рабочая сухая набивная футеровка:

Мы готовы предложить Вам разнообразные футеровки, в том числе шпинелеобразующие и муллитообразующие. Эти типы футеровок были специально разработаны для плавки разнообразных металлов и для смешанных плавильных кампаний.

Материалы для воротника и сливного носка:

Представляют собой высокопрочные материалы на химической связке, совместимые с нашими сухими футеровками.

Обмазка индуктора:

Применяется высокосортный огнеупорный цемент.

Материалы для поверхности скольжения:

Мы готовы поставить слюдинит в листах или рулонах.

Материалы для ремонта:

Для ремонта футеровок и уплотнения швов имеется в наличии разнообразные высокосортные материалы на химической связке.

Огнеупорные материалы для крышки и подины печи:

Многофункциональный огнеупорный бетон на водной связке.

Все вышеупомянутые материалы были протестированы. Все материалы представлены в широком ассортименте, что позволяет удовлетворять особенности каждой конкретной установки. Наши инженеры смогут предложить Вам соответствующий Вашим требованиям материал.



CAPITAL REFRACTORIES LIMITED

Материалы для индукционных печей

Материалы для плавки стали и жаропрочных сплавов

Рабочая сухая набивная футеровка: ■

- **Coral CXL (“Корал Си-Икс-Эл”)** : Футеровка общего назначения с широким диапазоном температуры плавления.
- **Coral SXL (“Корал Эс-Икс-Эл”)**: Высокопрочная футеровка, устойчивая к повышенным температурам и позволяющая сохранить достаточно толстый слой неспеченного материала за рабочим слоем футеровки.
- **Coral SMC (“Корал Эс-Эм-Си”)**: Содержит соединения хрома для повышения шлакоустойчивости.
- **Coral FG (“Корал Эф-Джи”)**: Твердая низкотемпературная футеровка для марганцовистой стали.
- **Coral 85 (“Корал 85”)**: Высокоэффективная футеровка для больших печей и высоких температур.
- **Coral V40 (“Корал В 40”)** : Футеровка с высоким содержанием магнезита для вакуумной плавки.
- **Cormag 90 (“Кормаг 90”)**: Стандартная набивная смесь для непрерывной плавки.

Материалы для воротника и носка: ■

- **Almasar (“Альмакар”)**: ■ Высокоглиноземистая износостойкая набивная смесь на силикатной связке.
- **Capram 70 (“Капрам 70”)**: Высокоглиноземистая пластичная смесь на фосфатной связке для формирования воротника и ремонта футеровки.
- **Toppatch (“Топпатч”)**: Алюмосиликатная набивная смесь на силикатной связке.
- **Coral V40 DT (“Корал В40 Ди-Ти”)**: Сухой материал для формирования воротника футеровки Coral V40 (“Корал В40”).

Обмазка индуктора: ■

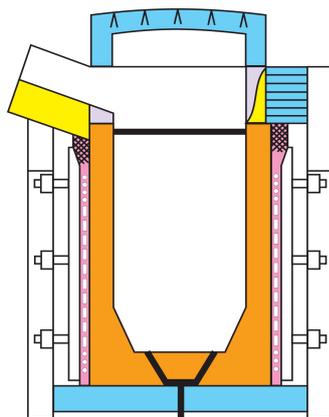
- **Silkote 90 (“Силкот 90”)**: ■ Высокоглиноземистая обмазка индуктора индукционной печи на водной связке, которая выдерживает чуть более высокую температуру поверхности, чем обмазка Capscreed (“Кэпскрид”).
- **Capscreed (“Кэпскрид”)**: Высокоглиноземистая обмазка индуктора индукционной печи на водной связке.

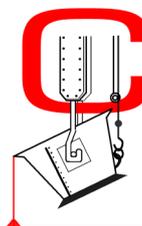
Материалы для ремонта: ■

- **D10 Plaster (“Ди 10 Пластер”)**: ■ Алюмосиликатная ремонтная смесь.
- **D10F (“Ди 10 Эф”)**: Усовершенствованная версия ремонтной смеси D10 (“Ди 10”).
- **D11 (“Ди 11”)**: Высокосортная высокоглиноземистая ремонтная смесь.
- **Capram 90F (“Кэпрэм 90 Эф”)**: Высокосортная высокоглиноземистая смесь для ремонта и формирования воротника.

Огнеупорный бетон для крышек, подин и кирпича: ■

- **Silcast 1600 CM (“Силкаст 1600 СиЭм”)**: ■ Алюмосиликатный многофункциональный огнеупорный бетон.





CAPITAL REFRACTORIES LIMITED

Материалы для индукционных печей

Материалы для плавки чугуна и сплавов

Рабочая сухая набивная футеровка: ■

- **CRL65 (“Си-Эр-Эл 65”)**: Муллитовый образующий материал с великолепной устойчивостью к химическому, термическому и механическому воздействию. Возможно использование в смешанных плавильных кампаниях.
- **Silica 60 grade (“Силика 60”)**: Кислая футеровка на основе природного кварцита с добавлением 0.6% B_2O_3 .
- **Silica 80 grade (“Силика 80”)**: Кислая футеровка на основе природного кварцита с химическим связующим 0.8% B_2O_3 .

Материалы для воротника и носка: ■

- **Capram 60 (“Капрам 60”)**: Высокоглиноземистая обогащенная цирконием пластичная смесь на фосфатной связке для ремонта футеровки.
- **Capram 85 (“Капрам 85”)**: Алумосиликатная смесь на силикатной связке для формирования воротника.

Обмазка индуктора: ■

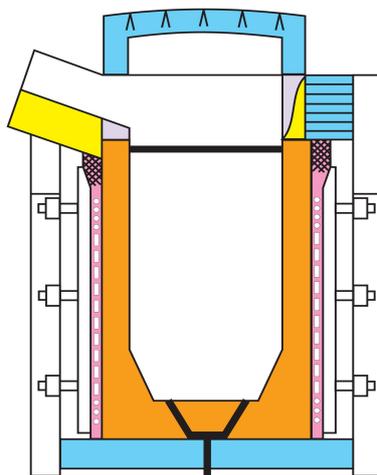
- **Silkote 90 (“Силкот 90”)**: Высокоглиноземистая обмазка индуктора индукционной печи на водной связке, которая выдерживает чуть более высокую температуру поверхности, нежели обмазка Capscreed (“Кэпскрид”).
- **Capscreed (“Кэпскрид”)**: Высокоглиноземистая обмазка индуктора индукционной печи на водной связке.

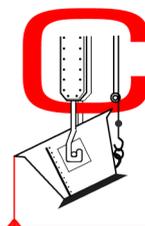
Материалы для ремонта: ■

- **D10 Plaster (“Ди 10 Пластер”)**: Алумосиликатная ремонтная смесь.
- **D10F (“Ди 10 Эф”)**: Усовершенствованная версия ремонтной смеси D10 (“Ди 10”).
- **D11 (“Ди 11”)**: Высокосортная высокоглиноземистая ремонтная смесь.

Огнеупорный бетон для крышек, подин и кирпича: ■

- **Silcast 1600 CM (“Силкаст 1600 СиЭм”)**: Алумосиликатный многофункциональный огнеупорный бетон.





CAPITAL REFRACTORIES LIMITED Технологии для индукционных печей

Материалы для плавки алюминия и его сплавов

Рабочая сухая набивная футеровка: ■

- **CRL65 (“Си-Эр-Эл 65”)**: Муллитобразующий материал с великолепной устойчивостью к химическому, термическому и механическому повреждению. Возможно применение с высокотемпературными сплавами алюминия.
- **C65 RFL (“Си 65 Эр-Эф-Эл”)**: Подобная футеровке CRL 65 (“Си-Эр-Эл 65”), но с низкотемпературной связкой для спекания со съёмным шаблоном.
- **C65 LS (“Си 65 Эл-Эс”)**: Сухая высокоглиноземистая набивная смесь для индукционных печей с низкотемпературной связкой, подходящая для спекания со съёмным шаблоном и для плавки стандартных марок алюминия.
- **Corvibe 80 (“Корвиб 80”)**: Сухая высокоглиноземистая смесь, обогащенная карбидом кремния с низкотемпературной связкой. Может спекаться при помощи съёмного шаблона. Подходит для стандартных марок алюминия.

Материалы для воротника и носка: ■

- **Capram 60 (“Кэпрэм 60”)**: ■ Высокоглиноземистая обогащенная цирконом пластичная смесь на фосфатной связке для ремонта футеровки.
- **Capram 85 (“Кэпрэм 85”)**: : Алюмосиликатная смесь на силикатной связке для формирования воротника.

Обмазка индуктора:

- **Silkote 90** ■ (“Силкот 90”): Высокоглиноземистая обмазка индуктора индукционной печи на водной связке, которая выдерживает чуть более высокую температуру поверхности, чем обмазка Capscreed (“Кэпскрид”).
- **Capscreed (“Кэпскрид”)**: Высокоглиноземистая обмазка индуктора индукционной печи на водной связке.

Грунтовка:

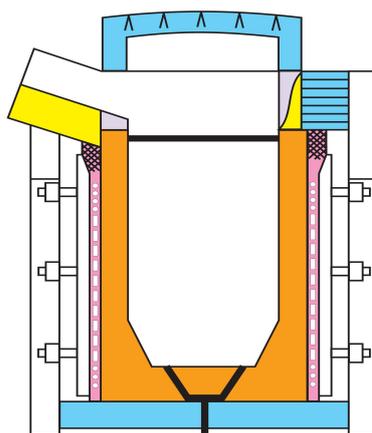
- **Цирконовая грунтовка**

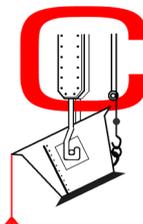
Материалы для ремонта:

- **D10 Plaster (“Ди 10 Пластер”)**: ■ Алюмосиликатная ремонтная смесь.
- **D10F (“Ди 10 Эф”)**: ■ Усовершенствованная версия ремонтной смеси D10 (“Ди 10”).
- **D11 (“Ди 11”)**: Высокосортная высокоглиноземистая ремонтная смесь.

Огнеупорный бетон для крышек, подин и кирпича:

- **Silcast 1600 CM (“Силкаст 1600 СиЭм”)**: ■ Алюмосиликатный многофункциональный огнеупорный бетон.





CAPITAL REFRACTORIES LIMITED Технологии для индукционных печей

Материалы применяемые для плавки меди и ее сплавов

Рабочая сухая набивная футеровка: ■

- **CRL65 (“Си-Эр-Эл 65”):** Муллитобразующий материал с великолепной устойчивостью к химическому, термическому и механическому воздействию.
- **C65 RFL (“Си 65 Эр-Эф-Эл”):** Подобная футеровке CRL 65 (“Си-Эр-Эл 65”), но с низкотемпературной системой связки для спекания со съемным шаблоном.
- **Silica 1 Grade (“Силика марки 1”):** Кислая футеровка на основе природного кварцевого песка с добавлением 1% борной кислоты.
- **Silica 17 Grade (“Силика марки 17”):** : Кислая футеровка на основе природного кварцевого песка с добавлением 1,7% борной кислоты.

Материалы для воротника и носка: ■

- **Capram 60 (“Кэпрэм 60”):** Высокоглиноземистая и обогащенная цирконом пластичная смесь на фосфатной связке для ремонта футеровки.
- **Capram 85 (“Кэпрэм 85”):** : Алумосиликатная смесь на силикатной связке для формирования воротника.

Обмазка индуктора: ■

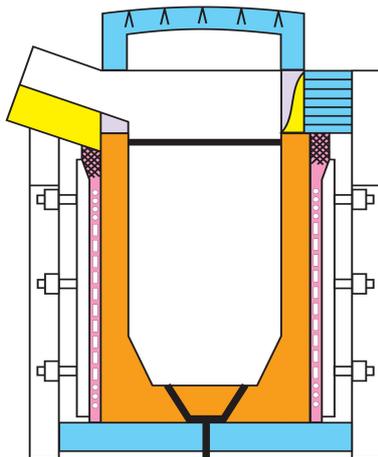
- **Silkote 90 (“Силкот 90”):** Высокоглиноземистая обмазка индуктора индукционной печи на водной связке, которая выдерживает чуть более высокую температуру поверхности, чем Capscreed.
- **Capscreed (“Кэпскрид”):** Высокоглиноземистая обмазка индуктора индукционной печи на водной связке.

Материалы для ремонта: ■

- **D10 Plaster (“Ди 10 Пластер”):** Алумосиликатная ремонтная смесь.
- **D10F (“Ди 10 Эф”):** Усовершенствованная версия ремонтной смеси D10 (“Ди 10”).
- **D11 (“Ди 11”):** Высокосортная высокоглиноземистая ремонтная смесь.

Огнеупорный бетон для крышек, подин и кирпича: ■

- **Silcast 1600 CM (“Силкаст 1600 СиЭм”):** ■
Алумосиликатный многофункциональный огнеупорный бетон.





CAPITAL REFRACTORIES LIMITED

Технологии для индукционных печей

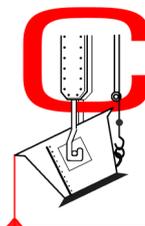
Свойства материалов футеровки

Невозможно предоставить точные данные о свойствах различных футеровок, так как эти свойства зависят от толщины футеровки. Тем не менее существуют общие характеристики, типичные для чистой, полностью спеченной продукции. Данные приведены ниже. Их нельзя рассматривать с точки зрения выявления максимальной рабочей температуры футеровки. Данные предоставлены лишь для сравнения.

Материал	Тепловое расширение / MK^{-1} ($^{\circ}\text{F} \times 10^{-6}$)	Теплопроводность / $\text{Вт м}^{-1} \text{K}^{-1}$ ($\text{BTE} / \text{час}^{-1} \text{фут}^{-1} \text{ } ^{\circ}\text{F}^{-1}$)	Максимальная рабочая температура / $^{\circ}\text{C}$ ($^{\circ}\text{F}$)	Плотность / гр. см^{-3} (фунт/фут^{-3})
Кремний (кварц*)	12.3 (6.8)	1.3 (9.0)	1650 (3000)	2.65 (165)
Плавленый кварц[†]	0.55 (0.31)	1.38 (9.6)	~1100 (~2000)	2.2 (135)
Глинозем	8.0 (4.4)	35 (243)	1900 (3450)	3.9 (245)
Шпинель	8.0 (4.4)	14.6 (101)	~1850 (~3350)	3.60 (225)
Муллит	5.4 (3.0)	6.0 (42)	1750 (3180)	2.80 (175)
Магнезит	10.0 (5.6)	42 (292)	>2000 (>3600)	3.58 (224)

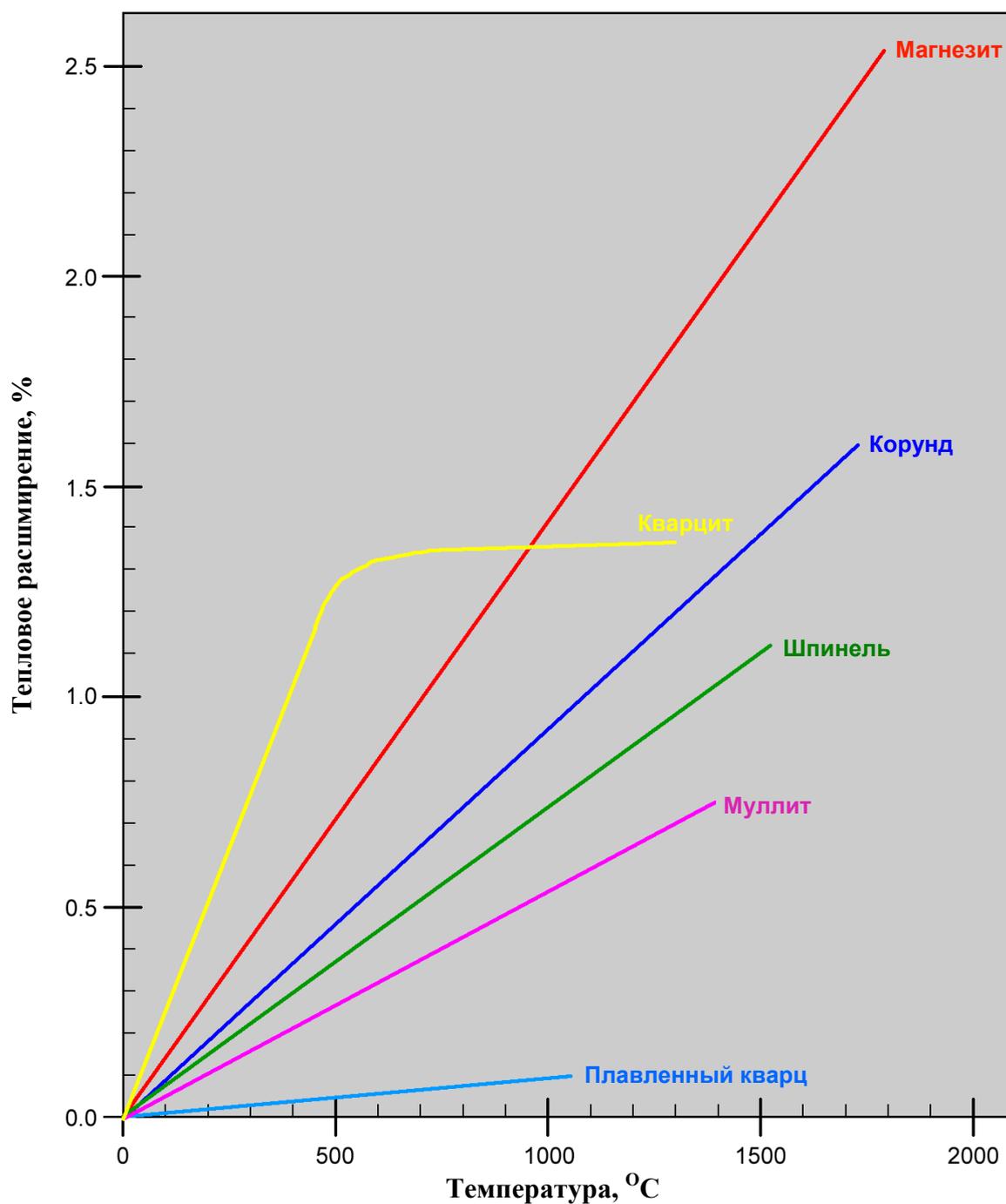
* При повышенных температурах преобразуется в тридимит, кристобалит.

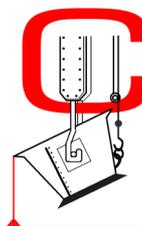
[†] Плавленый кварц начинает кристаллизовываться при температуре примерно 1100° по Цельсию (~2000° градусов по Фаренгейту)



Кривые теплового расширения огнеупорных материалов

Тепловое расширение распространенных огнеупорных материалов





CAPITAL REFRACTORIES LIMITED

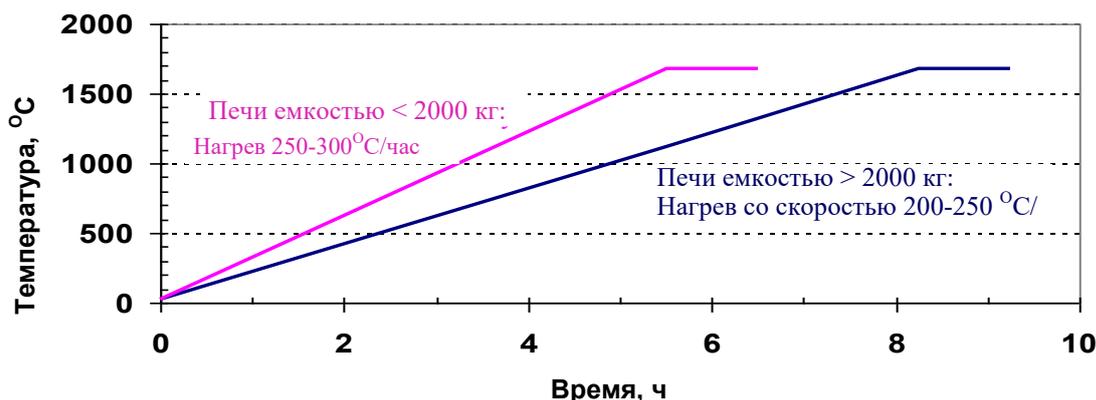
Технологии для индукционных печей

Рекомендации по спеканию футеровки индукционной печи

Компания «Кэпитал» рекомендует проводить спекание для каждой печи по индивидуальной схеме. Мы можем оказать содействие в этом вопросе. Каждый завод, тип и размер печи, металлы, предназначенные для плавления сильно отличаются друг от друга. В этой связи, информация, изложенная в данной брошюре, может использоваться только для ознакомления.

Шпинелеобразующие футеровки

Сталеплавильные печи обычно необходимо заполнить плотной шихтой и нагреть со скоростью 200-300 градусов Цельсия в час (400-650 градусов Фаренгейта). Зеркало металла должно быть чуть выше линии стыка футеровки и воротника, металл необходимо нагреть и выдержать при температуре около 1680 градусов (3060 градусов Фаренгейта) в течение одного часа.

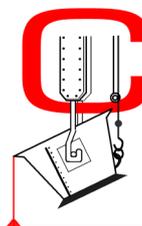


Спекание жидким металлом

Во многих случаях спекание осуществляется путем заливки горячего металла в индукционную печь, нежели медленным увеличением температуры. Это возможно только при наличии рядом источника горячего металла. При плавлении цветных металлов шаблон можно извлечь, при плавлении черных металлов шаблон должен оставаться на месте.

В печь необходимо загрузить плотный лом на 20% от общей емкости печи. Температура шаблона должна быть доведена до 700-800 градусов Цельсия (1300-1470 градусов Фаренгейта, температура вишнево-красного свечения) в течение одного-двух часов. Это уменьшает термоудар на шаблоне при разливке металла. Но в тоже время температуру больше повышать нельзя, иначе увеличивается риск деформации шаблона или растрескивания его сварного шва.

Металл необходимо заливать непрерывно, как можно быстрее, но по возможности при этом избегая сильных завихрений. Обычно металл заливается со скоростью 1 тонна в минуту. При спекании стали минимальная температура металла в печи должна составлять примерно 1650 градусов по Цельсию (3000 градусов по Фаренгейту), для других сплавов достаточно обычной температуры. Далее спекание осуществляется по схеме спекания с помощью расплавляемого шаблона.



Рекомендации по спеканию футеровки индукционной печи (продолжение)

Обычные футеровки

Спекание обычных футеровок (>50% MgO) идентично спеканию шпинелеобразующих футеровок. Температура спекания составляет примерно 1650-1670 градусов по Цельсию.

Кислые футеровки

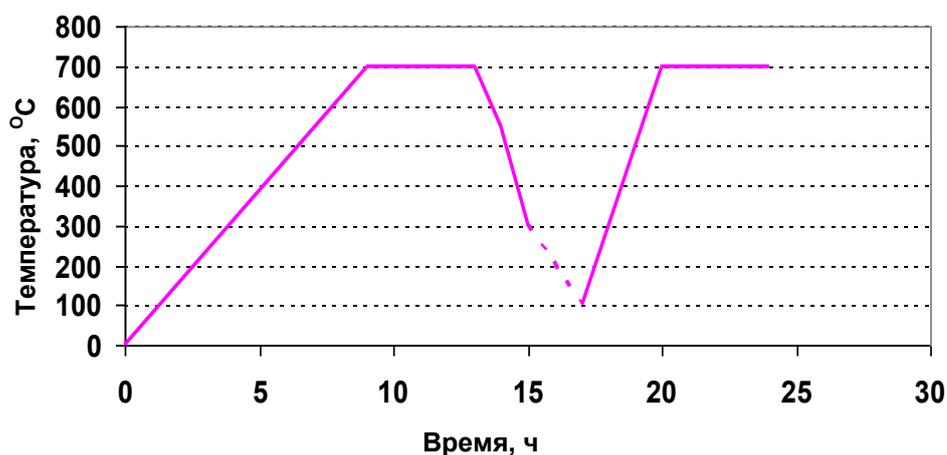
Температура кислой футеровки должна подниматься со скоростью 200-400 градусов по Цельсию (400-700 градусов по Фаренгейту) в час до достижения температуры на 50 градусов Цельсия (90 градусов Фаренгейта) выше обычной максимальной рабочей температуры и удерживаться минимум 30 минут.

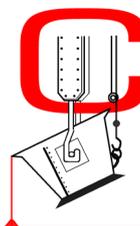
Алюмосиликатные (муллитообразующие) футеровки

Алюмосиликатные футеровки для спекания расплавленным шаблоном должны быть заполнены плотной чугушной шихтой или шихтой из медного сплава. Температура футеровки должна подниматься со скоростью 200-400 градусов Цельсия (400-700 градусов по Фаренгейту) в час до достижения температуры на 100 градусов Цельсия (180 градусов Фаренгейта) выше обычной максимальной рабочей температуры и удерживаться минимум 60 минут.

При использовании съемного шаблона первоначальный нагрев должен осуществляться либо индуктивно со съемным проводящим или более толстым шаблоном, либо с помощью газовой горелки, чтобы поднять температуру шаблона со скоростью 80-100 градусов Цельсия (150-200 градусов Фаренгейта) в час до 700-800 градусов Цельсия (1300-1500 Фаренгейта). Увеличение температуры может привести к деформации шаблона. Для безопасного извлечения шаблона, печь необходимо охладить. Затем печь необходимо аккуратно заполнить плотным ломом и увеличить температуру до рабочей со скоростью 200-300 градусов по Цельсию (400-650 градусов по Фаренгейту) в час.

Типовой график спекания футеровки C65LS для плавки алюминия





CAPITAL REFRACTORIES LIMITED

Технологии для индукционных печей

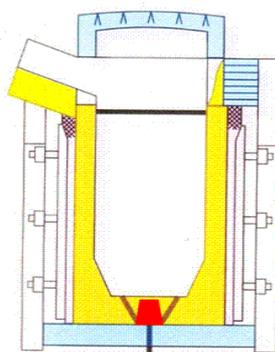
Продувочные фурмы

На протяжении многих лет мы специализировались на разработке, производстве и поставке футеровок для индукционных печей.

Мы использовали накопившиеся знания для разработки вспомогательной продукции. Так, нами были спроектированы продувочные фурмы для установки в футеровке индукционной печи.

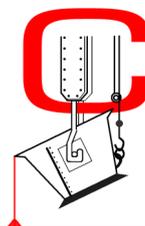
Преимущества продувочных фурм:

- *Уменьшение количества включений и улучшение качества*
- *Сокращение объема брака*
- *Улучшение растворения легирующих компонентов*
- *Длительный срок службы*
- *Улучшенная однородность расплава*
- *Более эффективны по соотношению цена-время службы в сравнении с роторными системами*
- *Требуют незначительного обслуживания*
- *В сравнении с другими системами продувки газом не вредны для окружающей среды*
- *Повышение скорости плавки в плавильных печах*



На рисунке выше показано, каким образом размещается продувочная фурма компании "Кэпитал" в футеровке индукционной печи (фурма обозначена красным цветом)

Для безопасной и эффективной работы любой продувочной фурмы мы настоятельно рекомендуем установить систему управления расходом, чтобы регулировать и управлять давлением и расходом газа, поступающего к фурме. Эта система должна быть установлена и эксплуатироваться в соответствии с нашими письменными инструкциями. Первая установка должна контролироваться нашими экспертами с использованием одного из наших футеровочных материалов.



CAPITAL REFRACTORIES LIMITED **Технологии для индукционных печей**

Индукторы и кабели

Подразделение компании «Кэпитал Рефракторис», которое занимается индукторами и кабелями, активно участвует в нашей работе с футеровками. Подразделение специализируется на поставке и ремонте индукторов для индукционных печей и на производстве водно-охлаждаемых кабелей. Так же в наличии имеется вспомогательная продукция.

Мы понимаем, что повреждение индуктора негативно сказывается на производстве, поэтому, работая с заказчиками, мы стараемся свести время простоя к минимуму. Мы исправляем повреждения, возникающие по многим причинам, включая:

- Утечку воды
- Механические повреждения
- Проникновение металла
- Проблемы с током утечки

Для восстановления данного индуктора потребовалась замена нескольких медных секций, всех поддерживающих опор и нанесение новой изоляции.



Мы также можем отремонтировать или заменить опоры, вновь нанести обмазку. Восстановительные работы могут проводиться на территории заказчика. Это возможно, если:

- Повреждение индуктора небольшое и локальное
- Требуется замена опоры индуктора
- Требуется восстановление изоляции

Если требуется извлечение индуктора для получения доступа к поврежденной области, то, по мере возможности, работы проводятся на чистом участке помещения заказчика. Все эти мероприятия являются частью нашей политики по сокращению времени простоя. Если же требуется полное восстановление индуктора, то фирма «Кэпитал» готова предложить провести работы на специально оборудованной базе в Центральной Англии.



Фирма «Кэпитал» также производит и ремонтирует кабели любой длины для основных типов индукционных печей. Заделка кабеля осуществляется вручную. На фирме имеется широкий выбор изоляционного материала.

По заказу мы можем предоставить отдельную брошюру по индукторам и кабелям



CAPITAL REFRACTORIES LIMITED **Технологии для индукционных печей**

Дополнительная информация

Компания «Кэпитал Рефракторис» производит, поставляет и устанавливает широкий спектр огнеупорной продукции для литейной промышленности. Компанией было разработано большое количество сухих футеровочных смесей для индукционных печей для плавки стали, высокотемпературных сплавов, чугуна, медных и алюминиевых сплавов.

Установка

Многие проблемы с огнеупорными материалами, включая нехарактерный износ и пробои металла, происходят из-за неправильной технологии установки. В компании «Кэпитал» мы гордимся нашим техническим опытом, приобретенным в результате пятидесяти лет работы в данной области. Мы можем



проконсультировать Вас не только по вопросу выбора огнеупорного материала, исходя из химических и механических особенностей, но и подсказать Вам соответствующий метод установки футеровки.

Эксплуатация

Срок службы огнеупорной футеровки напрямую зависит от особенностей ее эксплуатации. Инженеры компании «Кэпитал» всегда готовы оказать Вам содействие и обсудить возможность продления срока службы футеровки Вашей индукционной печи.

Ремонт

Огнеупорная футеровка, техническое обслуживание которой осуществляется надлежащим образом, будет более безопасной и долговечной. Мы можем оказать содействие в выборе материалов и технологий для ремонта футеровки.

