

NFM / КОНЦЕПЦИИ ФУТЕРОВКИ

# Концепции футеровки для цветной металлургии



# Всегда для вас, где бы вы ни были



Чем ближе мы к своим клиентам, тем эффективнее наша работа с ними. Всемирная сеть офисов, исследовательских центров и производственных комплексов важна как для нас, так и для них. Мы постоянно расширяем международное присутствие, чтобы быть ближе к своим клиентам.

Быть ближе к клиентам не значит лишь реагировать на их потребности. Нам это помогает лучше слышать и понимать их проблемы, культуру и принципы работы. Так мы обращаем внимание на новые способы мышления и идеи, что дает нам возможность предлагать лучшие советы, услуги и решения.

Наши уникальные ресурсы и компетентность охватывают больше, чем просто изготовление и продажу продукции. Мы обеспечиваем решения для клиентов по всему миру, чтобы выполнить требования к проектам, материалам, делаем термический анализ, численное моделирование, предлагаем сопровождение и техническую поддержку в сфере использования минералов, а также обслуживания электромеханического оборудования для огнеупорной футеровки.

**Северная Америка**

3 СТРАНЫ  
1 R&D-ЦЕНТР

**35**  
основных  
производственных и  
сырьевых объектов

**70**  
торговых  
представительств

**180**  
стран мира, куда  
мы осуществляем  
поставки

**Южная Америка**

6 СТРАН  
1 R&D-ХАБ

**Европа**

17 СТРАН  
1 R&D-ХАБ  
1 R&D-ЦЕНТР

**Средний  
Восток /  
Африка**

2 СТРАНЫ

**Азия Тихоокеан-  
ский регион**

9 СТРАН  
3 R&D-ЦЕНТРА

# Мы – RHI Magnesita

Профессионализм в огнеупорах для цветной металлургии



Вельц-печь

Технология Ausmelt

ISASMELT™

Конвертер Теньенте

Анодная печь

Обеднительная электропечь — ДСП

Конвертер Кал-До — вращающийся конвертер с верхним дутьём (TBRC)

Печь взвешенной плавки

Печь для плавки концентрата с 6 электродами

Конвертер Пирса-Смита (PS)



Содержание



Агрегаты



Решения



Технология



# Мы RHI Magnesita

## Профессионализм в огнеупорах для цветной металлургии

RHI Magnesita является мировым лидером на рынке огнеупоров. Мы располагаем большим количеством производственных площадок по всему миру и предлагаем надежную инновационную продукцию и услуги. Наша исключительная вертикальная интеграция — от горных работ до комплексных решений по обслуживанию, — обеспечивает клиентам максимальную надежность поставок продукции наилучшего качества.

В торговую марку RHI Magnesita входит большое количество товарных знаков (Radex, Didier, Veitscher, Interstop, Agellis). Проверенные в производстве, они совмещают сохранение традиций с применением инновационных технологий и соблюдением высочайших стандартов качества.

Мы являемся международным партнером в цветной металлургии. Наша комплексная программа продукции и услуг от основных и неосновных огнеупорных смесей и кирпича до готовых изделий, плит для шибберных затворов, огнеупорных материалов, полученных изостатическим прессованием, специальных установок и оборудования для монтажа, контроля и ремонта огнеупорной футеровки используется для различных производственных агрегатов цветной металлургии.

Компания RHI Magnesita выступает за оптимальные огнеупорные решения для пирометаллургических агрегатов цветной металлургии. Они включают в себя футеровку и разработку технологических процессов для используемых в отрасли основных агрегатов, обеднительных печей, дуговых печей постоянного и переменного тока, PS-конвертеров, анодных печей, разливочных ковшей и литейных желобов. Предлагаемые RHI Magnesita решения основаны на тщательно отобранном и проверенном долгой практикой сырье, высокотехнологичном производстве, непрекращающихся интенсивных научных разработках и профессионализме каждого сотрудника. Огнеупорные материалы и системы, используемые в цветной металлургии, вносят значительный вклад в эффективность и безопасность работы оборудования для выплавки ферросплавов. Оптимальное использование огнеупорных материалов невозможно без обширного знания всех этапов технологического процесса и конкретных производственных условий заказчиков. Наши металлурги и специалисты-технологи работают в разных странах мира и сотрудничают с выдающимися научно-исследовательскими центрами и университетами в Австрии и других странах. Кроме того, партнерские отношения и тесное взаимодействие с заказчиками — это те важные факторы, которые обеспечивают совершенствование технологии в металлургии цветных металлов.

RHI Magnesita — это не только надежный поставщик высококачественных огнеупорных материалов, но и партнер по разработке комплексных технических решений для производства цветных металлов:

- Проработка материалов и проектирование футеровки
- Расчет теплового потока, теплопередачи и нагрузок с помощью моделирования методами ВГД и КЭ-анализа
- Металлургический анализ технологии в программе FactSage
- Разработки чертежей для монтажа футеровки
- Разработка рекомендаций по разогреву и остановке печей
- Разработка рекомендаций по хранению огнеупорных материалов
- Решения в области управления технологическим процессом и регулирования потока, такие как продувочные пробки, фурмы и шибберы
- Услуги монтажа и шеф-монтажного сопровождения (выполняет компания RHI Magnesita Installation Services, принадлежащая группе RHI Magnesita)
- Исследование отработавших материалов в собственных R&D-центрах

Содержание



Агрегаты



Решения



Технология



# Методики классификации продукции

## Испытание на раскалывание

Данные испытания являются методикой определения прочностных характеристик огнеупорных материалов в части количественной зависимости термостойкости от пластичности. Испытания заключаются во вдавливании клина в образец специальной формы с насечками, способствующими распространению трещин в требуемом направлении. Оценка механики разрушения позволяет рассчитать характеристическую длину (L) как коэффициент прочности к термическому удару или пластичности, определяющуюся по формуле:

$$L = \frac{G_F \cdot E}{\sigma^2}$$

E Модуль упругости  
 G<sub>F</sub> Работа разрушения  
 L Определяемая длина  
 σ Предел прочности на разрыв

Чем выше значение L, тем выше пластичность, а значит и термостойкость. Испытания проводятся в контролируемой среде при температуре до 1500 °С.

## Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ)

Исследования на основе СЭМ проводятся как на используемых в обычной микроскопии шлифах, так и на сыпучих материалах и подвергнувшихся разрушению поверхностях. Сканирование поверхности сфокусированным электронным пучком, источником которого является раскаленная вольфрамовая нить, вызывает выход вторичных и обратно-рассеянных электронов, а также характеристическое рентгеновское излучение. Сигналы улавливаются различными детекторами, которые выводят изображение на экран или формируют спектр для последующего химического анализа. Как правило, микроскопия проводится с увеличением от 10 до 10000 раз, однако существует возможность работы и при 300000-кратном увеличении. Полученное с помощью СЭМ изображение может обрабатываться аналитическими системами с дисперсией по энергии или длине волны. Данные методики исследования имеют важнейшее значение для анализа протекающих в эксплуатируемых огнеупорах реакций, например их взаимодействия со шлаком.

## Испытания во вращающейся обжиговой печи (ИОП)

Данная процедура является более трудоемкой, дорогостоящей и продолжительной методикой испытаний, которым подвергаются огнеупорные блоки на заключительном этапе разработки. Используются печи различных размеров, причем наибольший подразумевает наличие трех 20-блочных колец. Методика позволяет моделировать химическую коррозию металлом и шлаком, температурную усталость (нагрузку) и механическое истирание в приближенных к реальности условиях. Частота вращения печи варьируется в пределах 2-10 об/мин при нагреве горелкой до температуры 1700 °С. По завершению испытаний производится оценка износа по сечениям огнеупорных блоков - индивидуально и в сравнении друг с другом.

## Высокотемпературный модуль Юнга (ВМЮ)

Определение ВМЮ (Н/мм<sup>2</sup> или МПа) производится методом трехточечного изгиба на имеющих форму параллелепипеда образцах. Их размеры, согласно международным стандартам, составляют 25 x 25 x 160 мм. Определение ограничивающих сил в условиях высоких температур является одной из важнейших методик теплофизического контроля качества и разработки огнеупорных материалов. Кроме того, ВМЮ является показателем прочности связей зерен и окружающей матрицы. Данный метод может применяться для определения абразивной стойкости материала при высоких температурах до 1600 °С в окислительной или восстановительной атмосфере.

Содержание



Агрегаты



Решения



Технология



# Вельц-печь

Агрегат представляет собой футерованную печь вращающегося типа, используемую для переработки цинксодержащих отходов (кеки фильтров цинкоплавильных печей, пыль сталеплавильного и сталепрокатного производства). Эффективность вельцевания, равно как и эксплуатационных характеристик огнеупоров, в значительной степени зависит от качества подготовки сырья. Воздух окисляет очищенные от летучих веществ металлы и возникающий в результате происходящих в шихте реакций CO.

Известны два технологических режима:

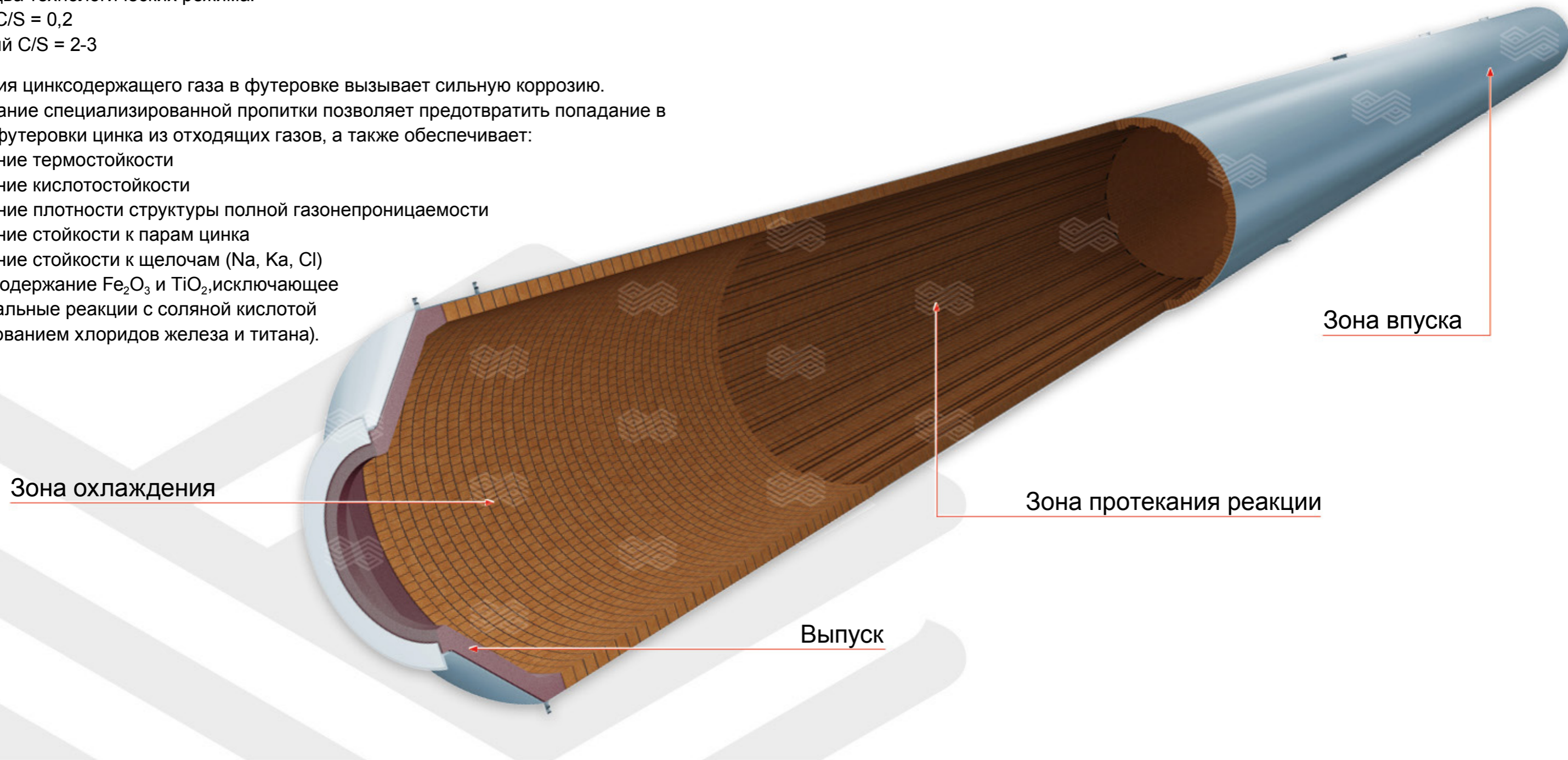
- Кислый C/S = 0,2
- Основной C/S = 2-3

Конденсация цинксодержащего газа в футеровке вызывает сильную коррозию. Использование специализированной пропитки позволяет предотвратить попадание в материал футеровки цинка из отходящих газов, а также обеспечивает:

- Повышение термостойкости
- Повышение кислотостойкости
- Увеличение плотности структуры полной газонепроницаемости
- Повышение стойкости к парам цинка
- Повышение стойкости к щелочам (Na, Ca, Cl)
- Низкое содержание  $Fe_2O_3$  и  $TiO_2$ , исключающее потенциальные реакции с соляной кислотой (с образованием хлоридов железа и титана).

## Типовое решение и рекомендации по футеровке вельц-печей

Рекомендации по футеровке представляют собой техническое решение, основанное на технологических параметрах конкретного заказчика.



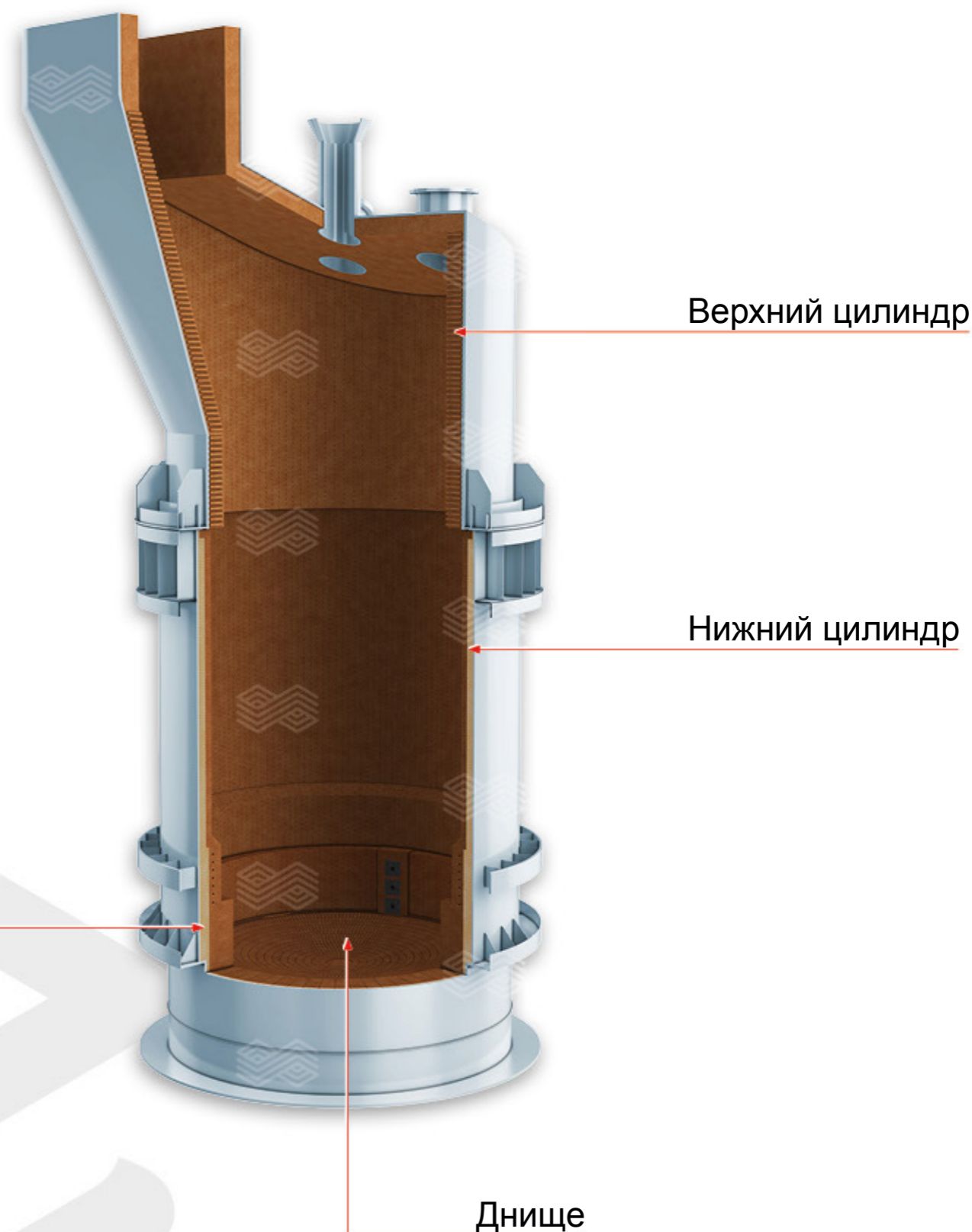
# Технология Ausmelt

Технология плавки с верхней продувкой погружной фурмой (TSL) была изобретена компанией Ausmelt в начале 1970-х годов, после чего непрерывно совершенствуется и адаптируется для переработки целого спектра черных и цветных металлов, а также отходов их производства. Шихтовые материалы, флюсы и кокс для восстановления загружаются в печь через свод и попадают непосредственно в ванну расплавленного металла. Степень окисления и восстановления контролируется посредством регулирования состава подаваемой на фурмы газо-кислородной смеси и позволяет проводить плавку как в условиях интенсивного окисления, так и интенсивного восстановления. Технология плавки в жидкой ванне Ausmelt позволяет перерабатывать широкий спектр концентратов и вторичного сырья на медь, свинец, никель, олово, цинк и другие металлы. Дальнейшим этапом развития технологии стало внедрение непрерывной конвертерной плавки Ausmelt C3. Она подразумевает использование конвертеров с верхней продувкой погружными фурмами для получения черновой меди непосредственно из штейна.

Разработки Ausmelt в области плавки медных, свинцовых, цинковых и оловянных материалов поставили перед RHI Magnesita дополнительные задачи по созданию и развитию новых концепций в области футеровки. В частности, новые шлаковые системы и изменившиеся параметры технологического процесса потребовали использования огнеупоров высочайшего качества.

Условия эксплуатации огнеупоров:

- Интенсивное перемешивание ванны, вызывающее повышенный износ футеровки
- Высокая химическая коррозия, вызванная низковязкими расплавами и шлаками
- Подверженность тепловым ударам и разбрызгиванию шлака при продувке через фурму



Содержание



Агрегаты



Решения



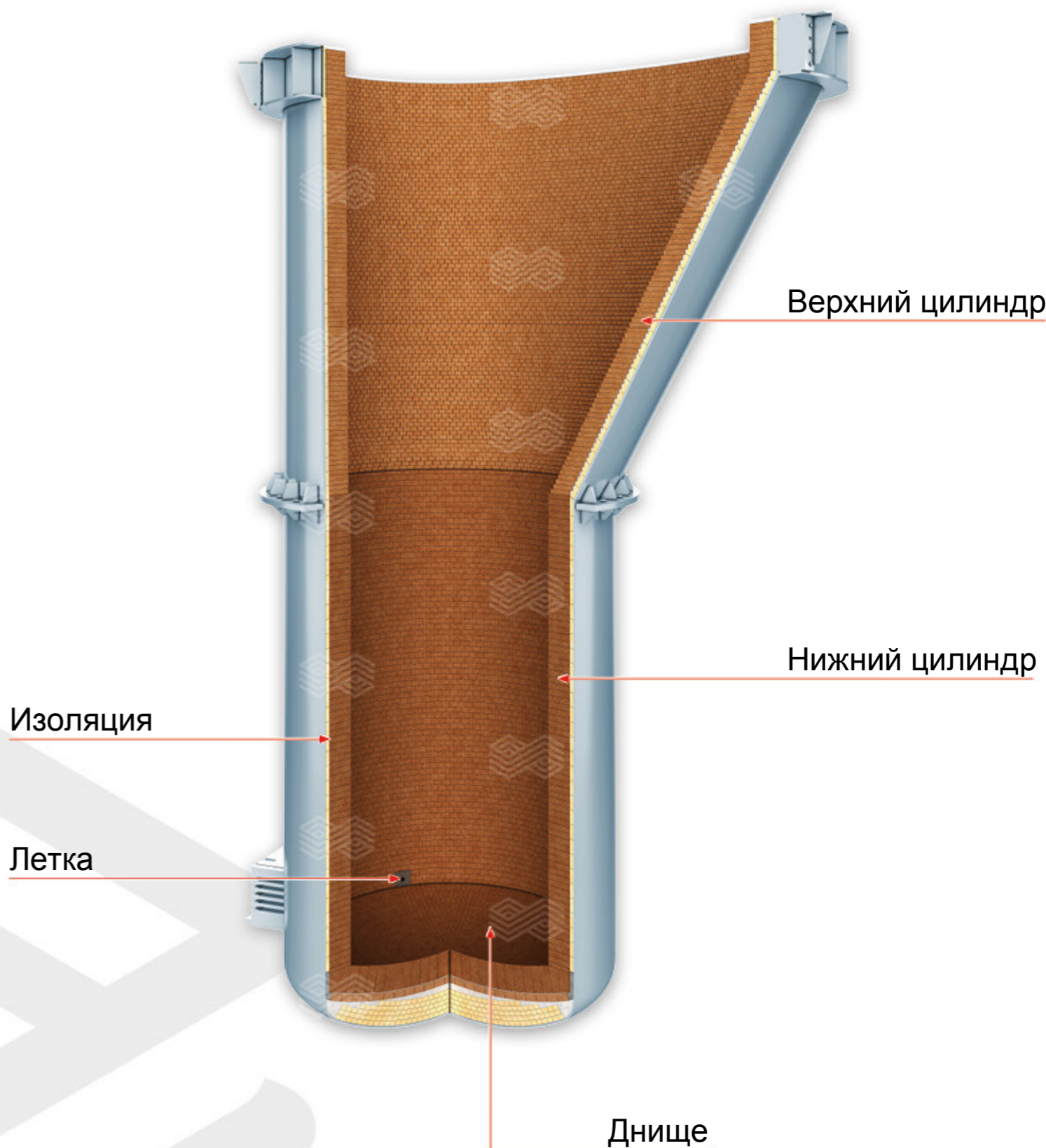
Технология



# ISASMELT™

Процесс ISASMELT™ представляет собой технологию плавки с верхней продувкой погружной фурмой, разработанную компанией Mount Isa Mines Ltd., Квинсленд, Австралия, совместно с CSIRO. Универсальность технологии позволяет перерабатывать широкий спектр первичного и вторичного сырья как серийно, так и единичными плавками. Плавка производится в печи, представляющей собой неподвижный вертикальный цилиндр с внутренней футеровкой. Концентрат, флюсы, металлическая шихта, топливо и металлсодержащие отходы загружаются в печь через свод и попадают непосредственно в ванну расплавленного металла. Подача кислорода и воздуха осуществляется через фурму ISASMELT™. При этом головка фурмы погружается в жидкий шлак, где создает турбулентно перемешанную среду, способствующую ускорению кинетики протекающих реакций. Предоставленная Xstrata Technology и Mount Isa Mines технология ISASMELT™ используется многими клиентами по всему миру. Группа RHI Magnesita имеет возможность поставки индивидуальных решений в области огнеупоров, разработанных для конкретного заказчика или поставщика комплектных промышленных систем. Хотя технология ISASMELT™ используется, главным образом, для плавки медного и свинцового концентрата, она также может применяться и для переработки свинец-содержащих и медьсодержащих материалов.

Xstrata Technology продолжила развитие технологии, представив процесс ISASMELT™ - непрерывную конвертерную плавку гранулированного штейна в черновую медь с помощью печи ISASMELT™. Полученный таким образом полупродукт затем перерабатывается в анодных печах. Специально для непрерывной конвертерной плавки были разработаны новые системы шлаков. А RHI Magnesita, в свою очередь, постоянно разрабатывает новые решения в области футеровки, способные отвечать непрерывно изменяющимся требованиям технологии TSL. Огнеупорные материалы должны выдерживать как повышенный износ, вызванный интенсивным перемешиванием ванны, так и химическую коррозию, вызываемую низковязкими расплавами и шлаками.





# Конвертер Теньенте

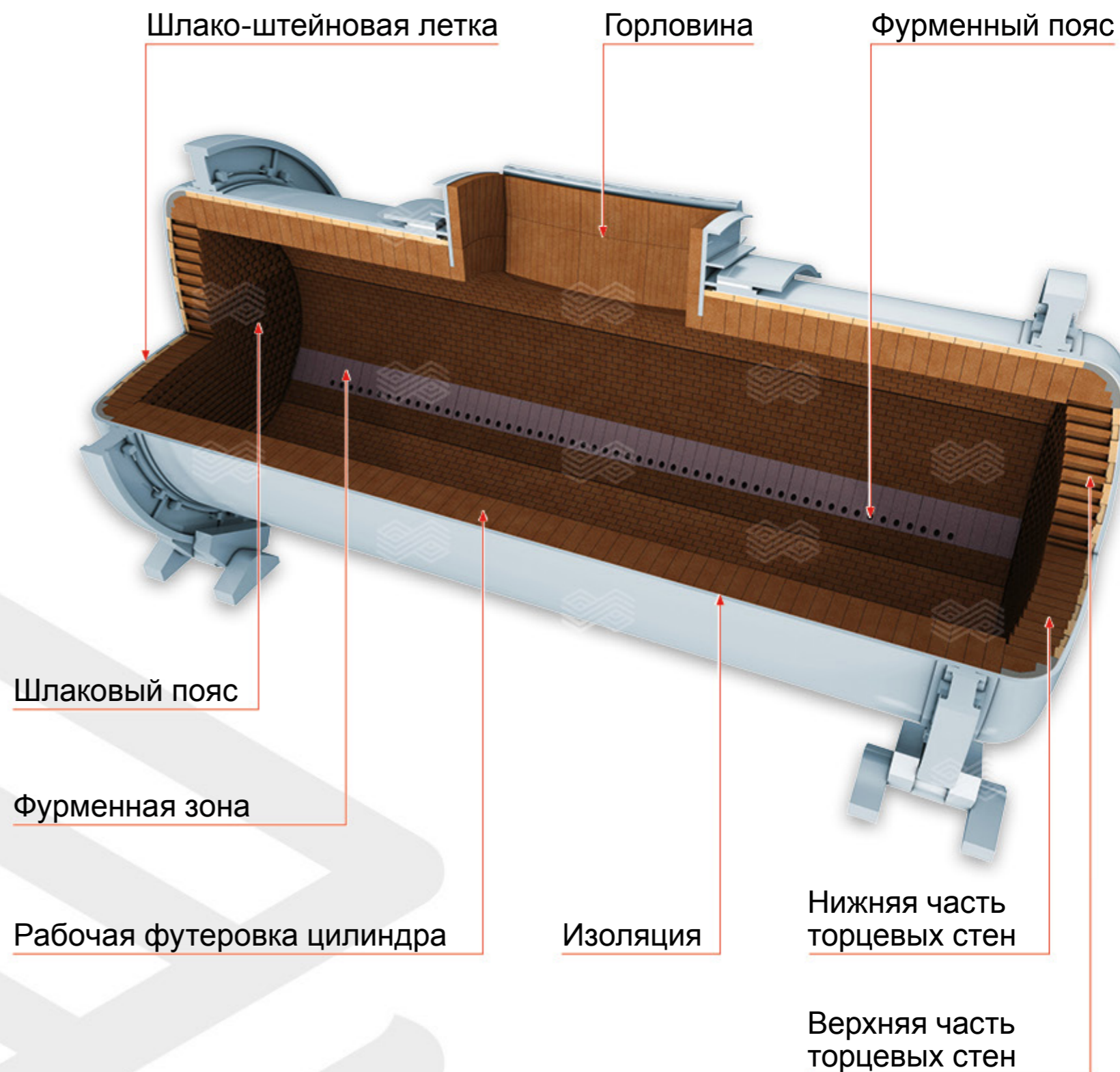
Данный тип пирометаллургического агрегата принадлежит к группе плавильного оборудования с погружной фурмой и предназначен для производства черновой меди или высококачественного штейна посредством непрерывной выплавки, характеризующейся оптимизированным энергетическим балансом и повышенной концентрацией  $SO_2$  в отходящих газах. Конвертер Теньенте представляет собой горизонтальный стальной футерованный цилиндр с расположенными под зеркалом металла фурмами. Подача концентрата может производиться в сухом виде путем вдувания фурмами в штейно-шлаковую ванну либо в неосушенном - непосредственно на ее поверхность. Наиболее часто применяется способ фурменного вдувания, что обусловлено лучшей температурной однородностью, высоким температурным КПД и сниженным пылеобразованием. Флюс, вторсырье и влажный концентрат подаются непосредственно на поверхность штейно-шлаковой ванны. Погружная конструкция фурм обеспечивает интенсивное движение ванны с перемешиванием расплава, что повышает расплаваемость шихты и оборотных материалов.

Дальнейшее развитие технологии в форме непосредственной выплавки черновой меди вызвало необходимость разработки новых огнеупорных и футеровочных решений для данных агрегатов.

Основные требования к огнеупорным материалам конвертеров Теньенте:

- Чрезвычайная стойкость к высокотемпературной эрозии как в фурменной зоне, так и в основной зоне торцевых стен
- Высокая стойкость к химической эрозии со стороны технологического шлака
- Достаточная универсальность футеровки фурм
- Минимальная пористость подверженных повышенному износу зон, направленная на снижение прохода низковязких фаз ( $CuO$ ,  $CuS$ ) и вызываемых ими в процессе окисления структурных разрушений.

На рисунке представлены рекомендации по футеровке агрегата. Рабочий проект футеровки зависит от параметров конкретного технологического процесса.



Содержание



Агрегаты



Решения



Технология



# Анодная печь

Получаемая в горизонтальном конвертере черновая медь содержит ок. 0,01% S и ок. 0,5% O. При этом в полупродукте непрерывной конвертерной плавки содержание кислорода варьируется в пределах 0,2–0,4%, а серы - до 1%. Для предотвращения реакции серы и кислорода во время кристаллизации с образованием в анодах пузырей  $SO_2$  требуется последующее рафинирование, которое позволяет удалять из металла серу и кислород:

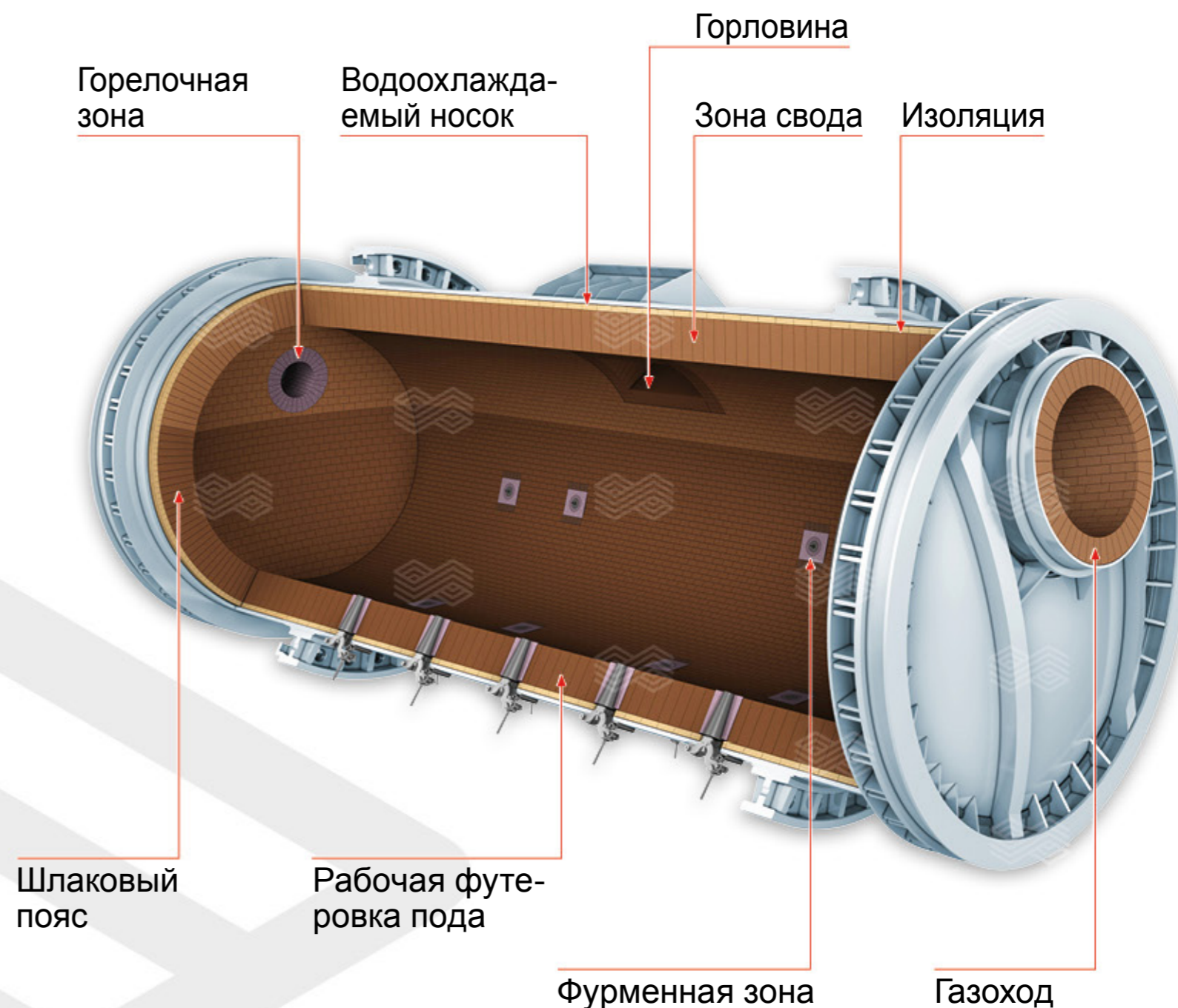
- Окисление серы атмосферным воздухом с образованием  $SO_2$  и снижением ее концентрации до ок. 0,002%.
- Восстановление кислорода до CO и  $H_2O$  со снижением его концентрации до 0,15%.

Каждому металлургическому процессу (только восстановительный период либо окислительный с последующим восстановительным) соответствует различный характер износа футеровки. При этом повышенному износу подвергаются как зона шлакового пояса, так и поляризации.

- Циклическая тепловая нагрузка
- Высокотемпературная эрозия

Активность преобладающего файялитного шлака значительно увеличивается, что обусловлено снижением вязкости, вызванным, в свою очередь, увеличением концентрации  $CuO$  во время окисления. Применение углеводородных материалов может приводить к разрушению огнеупорной кладки. Поэтому для повышения КПД процесса поляризации настоятельно рекомендуется использовать продувочные системы COP KIN, специально разработанные группой RHI Magnesita для технологических процессов цветной металлургии. Кроме того, они позволяют значительно сократить время окислительных и восстановительных периодов.

## Печь барабанного типа



Содержание



Агрегаты



Решения

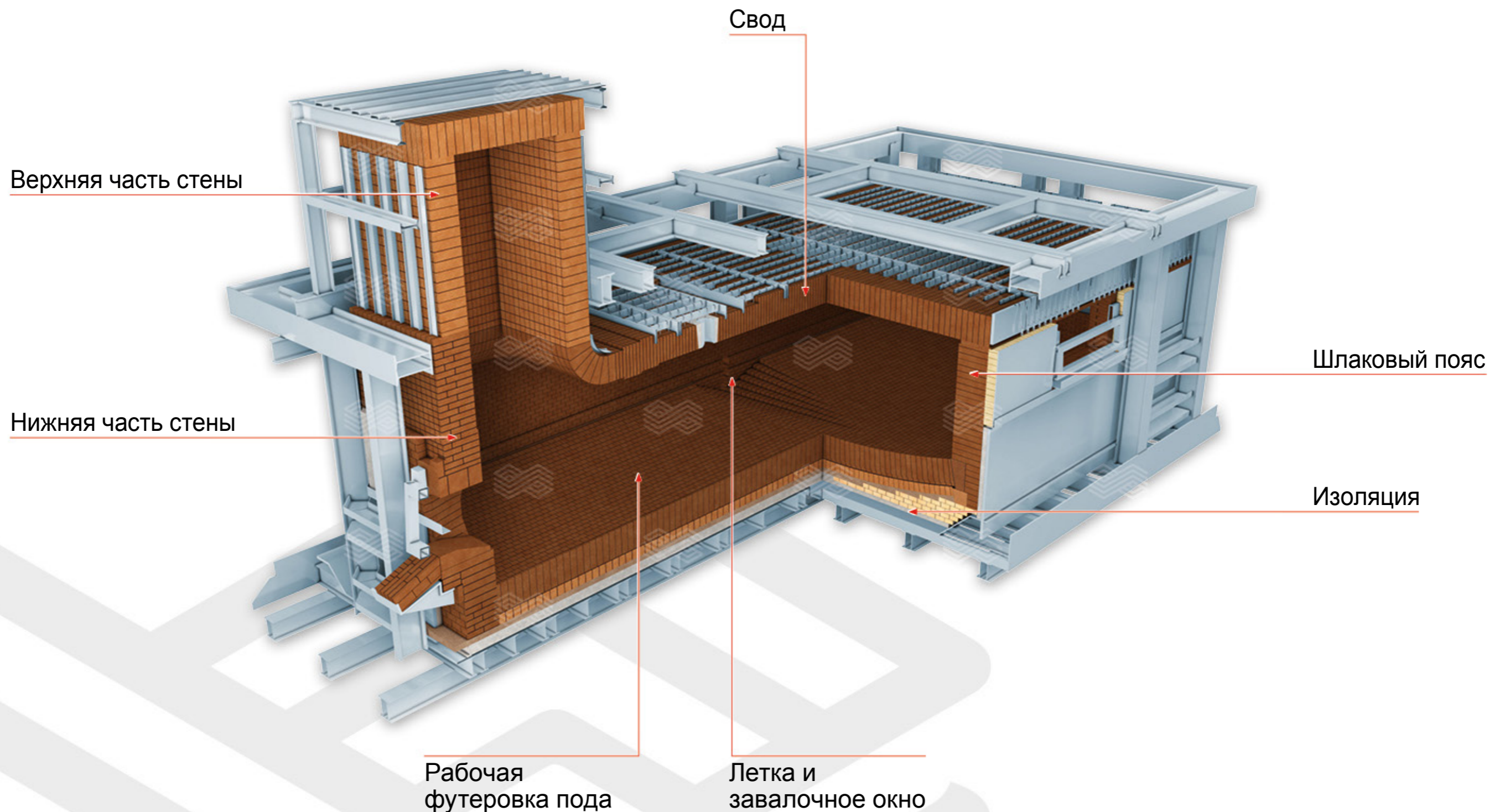


Технология



# Анодная печь

## Печь прямоугольного типа

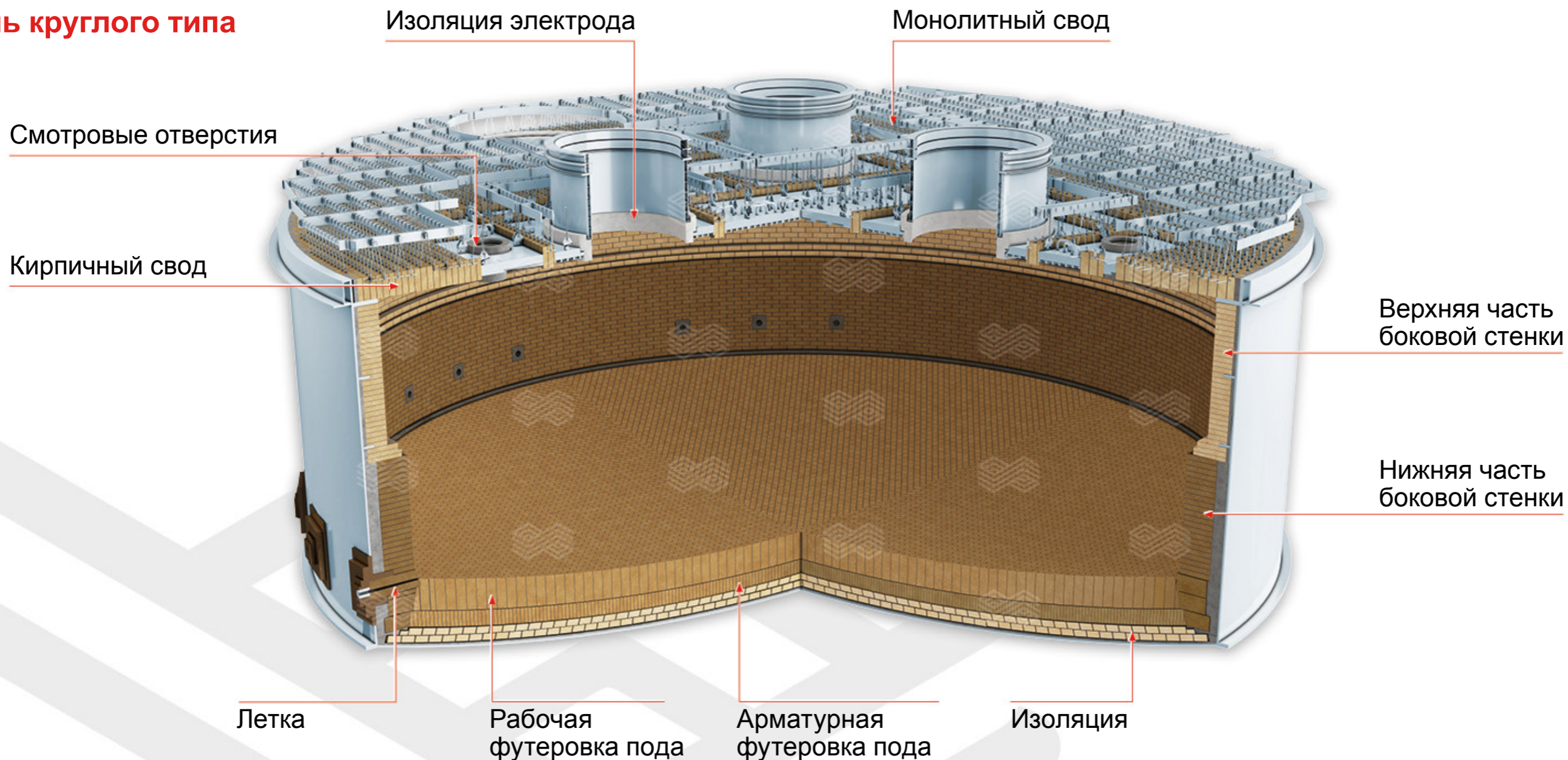


# Обеднительная дуговая печь

Плавка в обеднительных дуговых печах является традиционным способом очистки медного и никелевого шлака. Очистка производится единичными плавками в печах круглой или прямоугольной формы. Сливаемый из печей или конвертеров шлак проходит по желобам через слой кокса и попадает в дуговую печь.

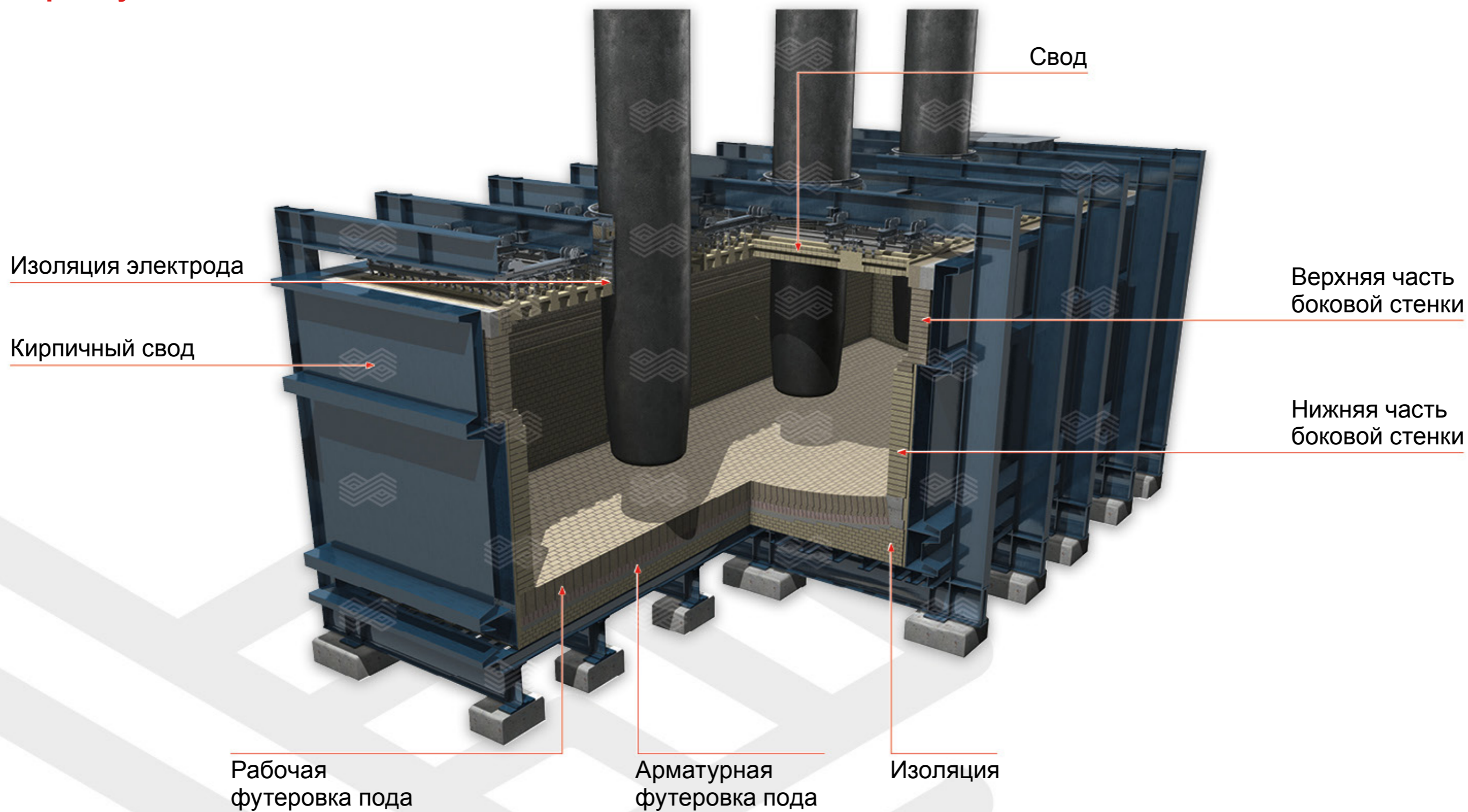
Восстановленные капли металла осаждаются на поде печи, образуя слой штейна или металлического сплава. При этом ключевым параметром, обеспечивающим эффективность и непрерывность процесса очистки, является химическая стойкость применяемых огнеупорных материалов.

## Печь круглого типа



# Обеднительная дуговая печь

## Печь прямоугольного типа



Содержание



Агрегаты



Решения



Технология



# Конвертер Кал-До

В отличие от стандартных плавильных процессов, огнеупорная футеровка в конвертере Кал-До подвергается повышенному износу, обусловленному вращением агрегата. Если конвертер Кал-До эксплуатируется на пределе технических возможностей, только огнеупоры превосходного качества способны выдержать повышенный износ, вызываемый такими факторами как:

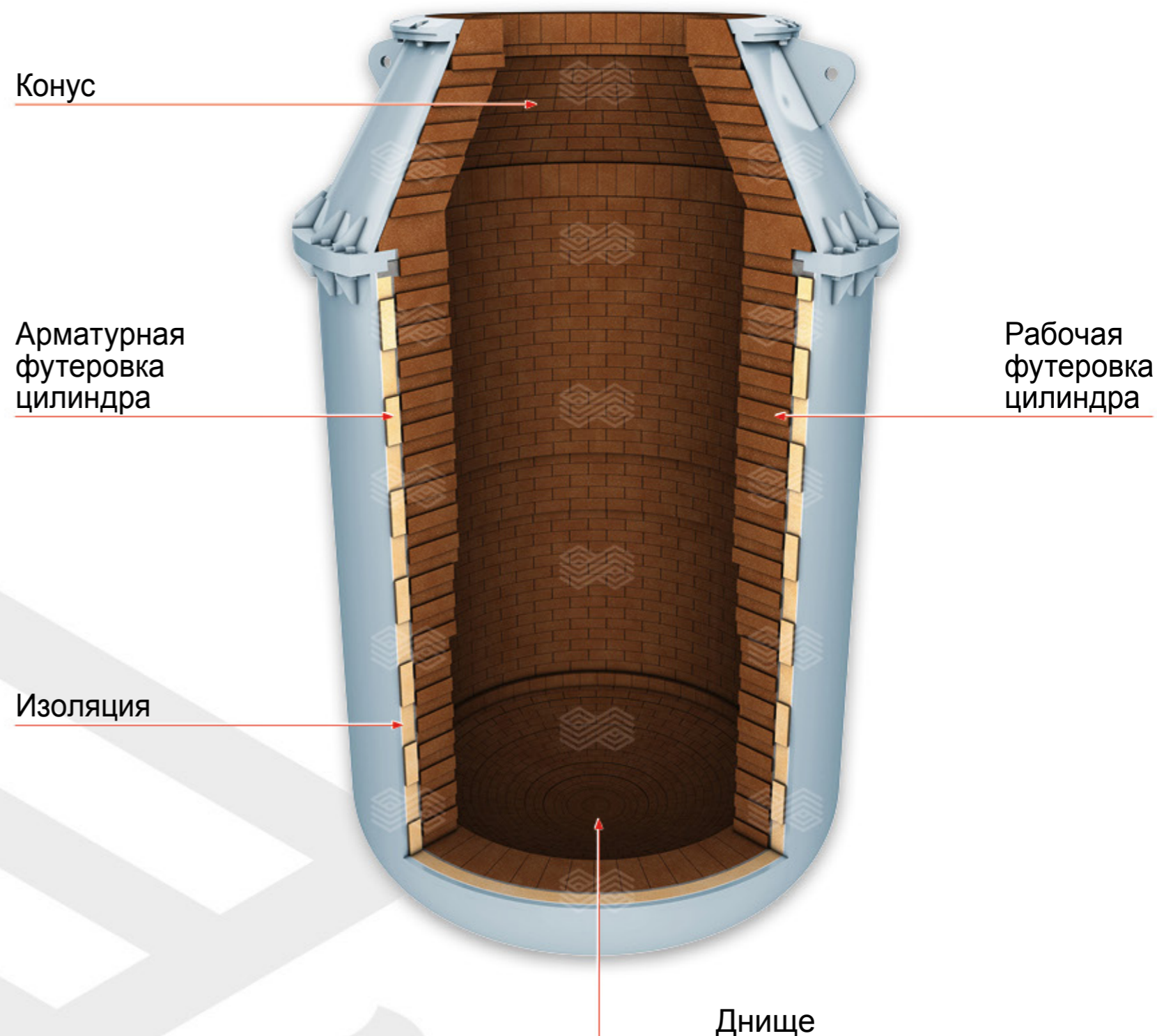
- Высокотемпературная эрозия
- Химическая коррозия со стороны шлака и оксидов металлов
- Термический удар
- Окислительно-восстановительные реакции плавки шихты

## Преимущества:

- Вращение конвертера улучшает теплопередачу и ускоряет ход реакций рафинирования и плавки
- Кислородно-пропановое топливо дает интенсивный, устойчивый и компактный факел с высоким КПД теплопередачи и малым объемом газообразных продуктов горения
- Обеспечение восстановительной, окислительной или нейтральной среды за счет контроля состава кислородно-пропановой смеси в широком диапазоне
- Высокоточный механизм наклона способствует хорошему разделению металла и шлака и облегчает завалку шихты
- Отсутствие погружных и продувочных фурм увеличивает срок службы кожуха и упрощает выполнение технологических операций

## Универсальность агрегата, позволяющая использовать его для выполнения различных задач:

- Продувка штейна
- Предварительная плавка
- Восстановительная и/или флюсовая плавка металлической руды
- Окислительная и/или флюсовая плавка на удаление цветных металлов (свинца, меди, цинка и т. д.)
- Нейтрализация токсичного уноса, в частности - удаление мышьяка
- Дегалогенизация печной пыли (удаление оксидов хлора и фтора)
- Переработка анодного шлака электролитического рафинирования
- Реакции возгонки сурьмы, висмута и т. д.



# Печь взвешенной плавки

Технология плавки во взвешенном состоянии была разработана в 1949 году в г. Харьявалта, Финляндия. По прошествии лет основные принципы процесса остались неизменными, однако сама технология непрерывно модифицировалась и совершенствовалась в соответствии с развитием технологий и новыми требованиями предприятий.

Футерованный агрегат состоит из трех основных элементов:

- Реакционная камера
- Отстойная ванна
- Вертикальный газоотвод

Сульфидная шихта распыляется через верх реакционной камеры горелкой концентрата, конструкция которой включает несколько концентрических каналов, где происходит смешение технологических газов и концентрата. Попадая в пространство печи, частицы взвеси нагреваются, воспламеняются и начинают гореть в атмосфере технологического газа. Далее расплавленные частицы концентрата перемещаются вниз и собираются в отстойной ванне, где происходит разделение шлака и штейна в связи с их различной плотностью. Газообразные продукты горения удаляются через вертикальный газоотвод в направлении котла-утилизатора, где они охлаждаются, а тепловая энергия рекуперируется в форме пара. Технология плавки во взвешенном состоянии используется в медной и никелевой промышленности. Кроме того, на опытном заводе в Финляндии проводились промышленные испытания по плавке свинцового концентрата.

Еще одним этапом развития технологии взвешенной плавки стало ее применение для прямого получения черновой меди. При этом любое развитие технологии ставит перед огнеупорными материалами всё новые задачи. Также непрерывному совершенствованию футеровочных решений и разработке новых огнеупорных технологий для печей летучей плавки способствует возникновение новых шлаковых систем, температурных режимов и изменение прочих существенных параметров. Для получения требуемой химической и коррозионной стойкости к шлакам кислого фаялитного, известково-ферритного и кальций-насыщенного типов необходимы высокообоженные самосвязанные магнезито-хромитовые огнеупоры и иные продукты из специально разработанного сырья.

Основные механизмы износа:

- Свойственные технологии летучей плавки при соответствующих температурах тепловая нагрузка и физическая эрозия
- Химическая коррозия со стороны шлака и сульфидов металлов
- Абразивный износ отстойной ванны и вертикального газоотвода, вызванный отложениями частиц из отходящих газов
- Проход штейна и основных металлических оксидов в футеровку
- Коррозия SO<sub>2</sub>

Содержание



Агрегаты



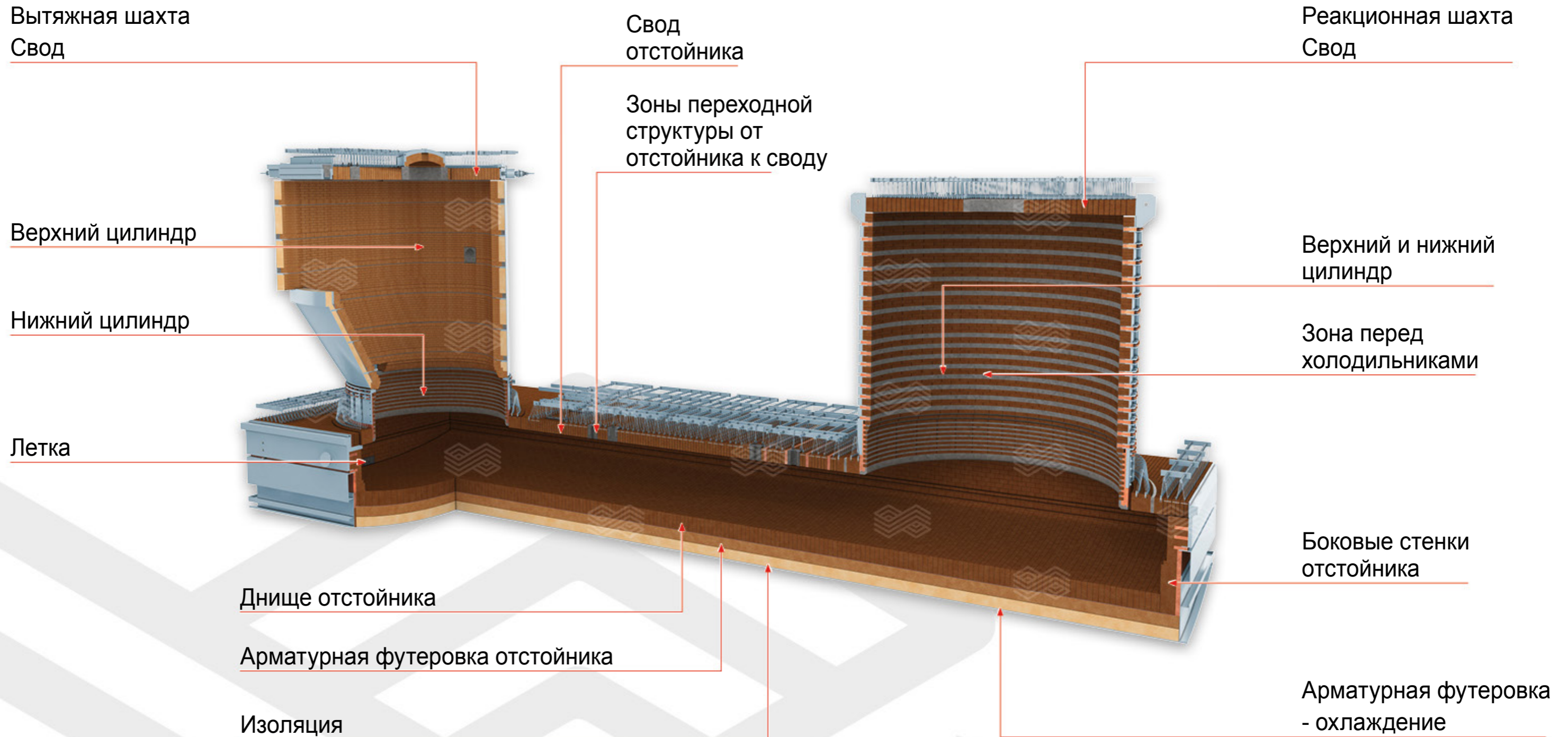
Решения



Технология



# Печь взвешенной плавки



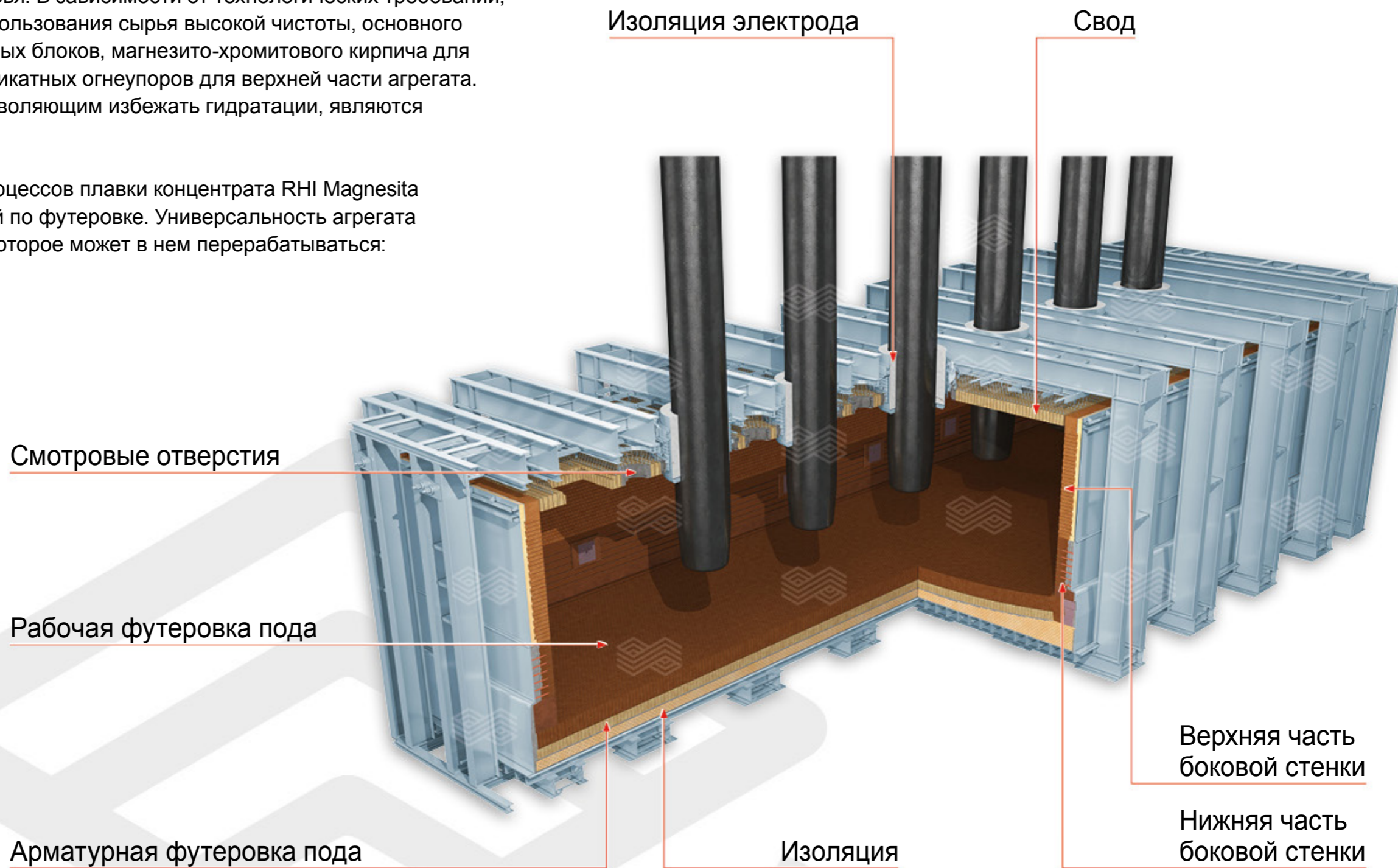


# Печи для плавки концентрата с 6 электродами

Печи с 6 расположенными в ряд электродами являются основным агрегатом для плавки, в основном, первичного сырья. В зависимости от технологических требований, конструкция футеровки требует использования сырья высокой чистоты, основного кирпича на смоляной связке, угольных блоков, магнезито-хромитового кирпича для футеровки пода, а также алюмосиликатных огнеупоров для верхней части агрегата. При этом надежным решением, позволяющим избежать гидратации, являются алюмохромовые материалы.

Для различных технологических процессов плавки концентрата RHI Magnesita рекомендует целый спектр решений по футеровке. Универсальность агрегата характеризуется перечнем сырья, которое может в нем перерабатываться:

- Медный штейн
- Медно-никелевый штейн
- Металлический кремний
- Передельный чугун с титановым шлаком или ванадием
- Ферросилиций
- Ферромарганец
- Силикомарганец
- Феррохром
- Ферроникель



# Короткая вращающаяся печь

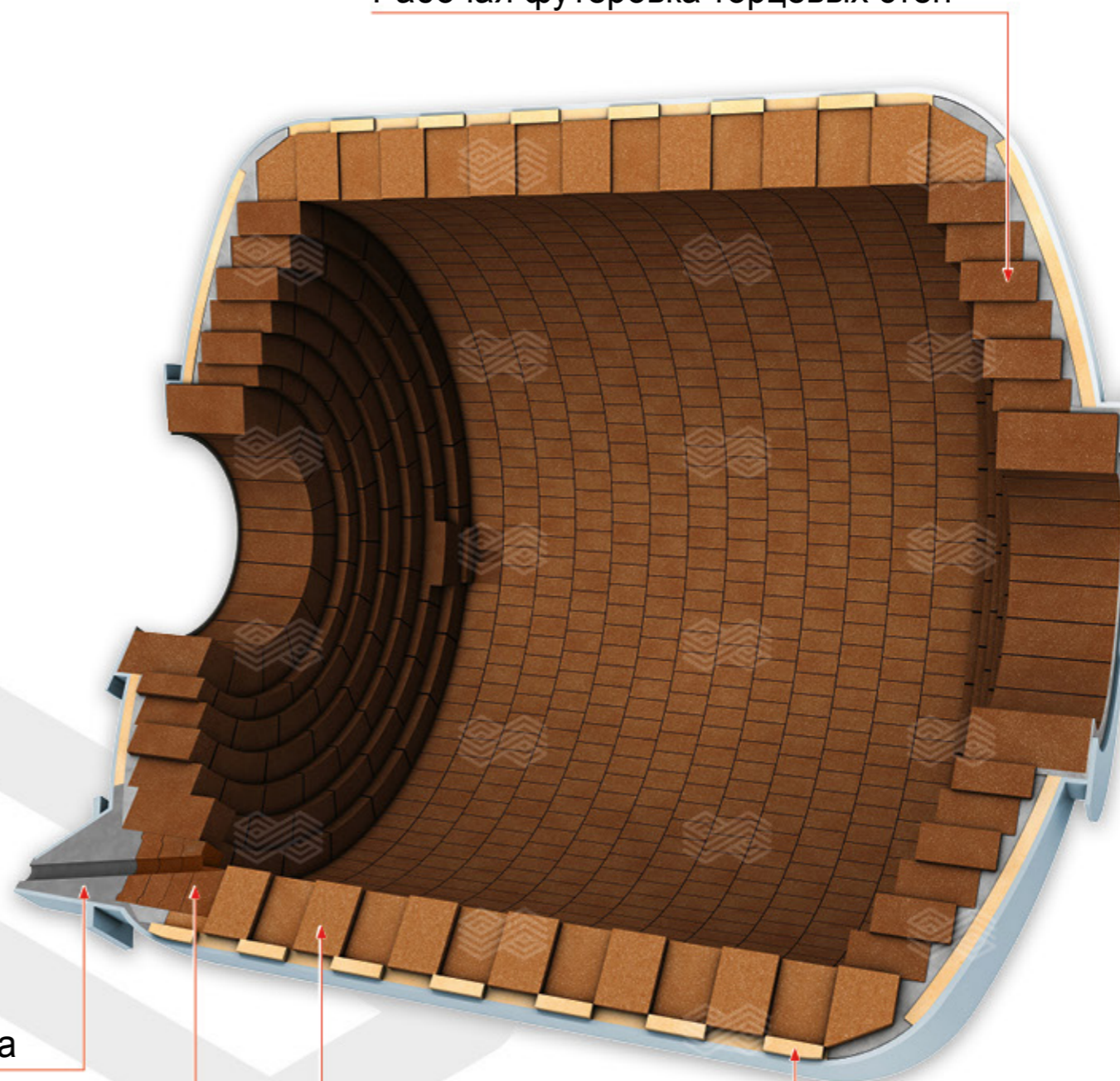
Короткие вращающиеся печи (КВП) являются наиболее часто используемым агрегатом для переработки свинца. Вращающиеся отражательные и короткие вращающиеся печи позволяют перерабатывать не только аккумуляторные решетки, свинцовую массу и электроды, но и побочные продукты рафинирования свинца. Применяемая схема футеровки зависит от характера процесса и состава шлака (с повышенным или пониженным содержанием гидроксида натрия). Соблюдение регионального законодательства в части использования шлака в качестве материала для отсыпки требует как новых составов шлака, так и технологий его переработки. В свою очередь это вызывает необходимость существенных изменений в применяемых в переработке свинцового вторсырья футеровочных решениях. Такие решения возможны и предлагаются группой RHI Magnesita.

Данный вид печей также позволяет выплавлять штейн из медьсодержащих шлаков. При этом характер процесса определяет тип используемого шлака: от основного до сильноокислого разового использования.

Опыт показывает, что наилучший результат достигается при использовании магнезито-хромитовых огнеупоров высокой чистоты на основе плавленных зерен или изделий OXICROM. Наличие PbO предъявляет особые требования как к пористости, так и к минимальному содержанию  $\text{SiO}_2$ , позволяющему избежать образования легкоплавких эвтектических соединений.

- Low porosity
- High chemical resistance
- High abrasion resistance

Рабочая футеровка торцевых стен



Монолитная летка

Блочная летка

Рабочая футеровка цилиндра

Изоляция

Содержание



Агрегаты



Решения



Технология



# Конвертер Пирса-Смита

Конвертерная плавка подразумевает переработку содержащего медь, железо и серу штейна в черновую медь (чистота ок. 99%). Металл загружается в конвертер из переливных ковшей, куда он сливается из плавильных агрегатов при температуре ок. 1200 °С. Также конвертерная плавка требует использования других материалов, в том числе кремнеземистого флюса и воздуха и/или промышленного кислорода. Агрегат позволяет перерабатывать целую гамму сырья с различным содержанием меди (отходы, лом).

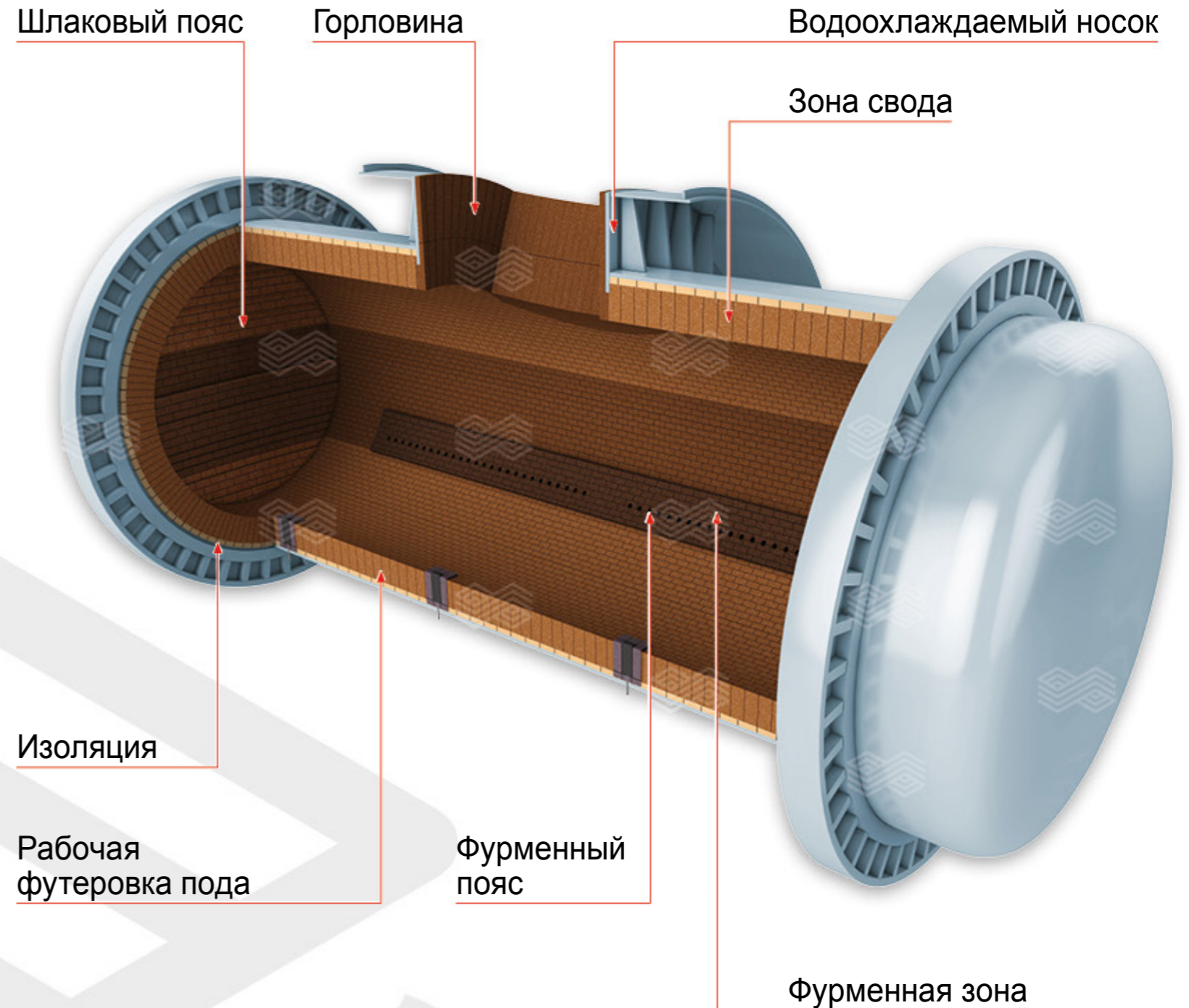
Продукты плавки:

- Черновая медь, поступающая в анодные печи для огневого рафинирования
- Жидкий железисто-силикатный шлак, поступающий в обеднительные печи (для восстановления меди)
- Отходящие газы, содержащие SO<sub>2</sub>, обеспыливание и производство серной кислоты

Выбор наиболее подходящих огнеупорных материалов должен основываться на доскональном понимании основных механизмов износа:

- Тепловой удар, в особенности в зоне фурм и горловины
- Высокотемпературная эрозия в фурменной зоне, вызванная интенсивной кинетикой ванны расплава
- Химическая коррозия, вызванная кислым файялитным шлаком
- Разрывы, вызванные проходом в футеровку оксидов и сульфидов меди наряду с металлической медью в условиях перепада парциального давления O<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub>

Результатом применения продувочных систем COP KIN стало значительное усовершенствование процесса в сочетании с общим повышением его экономичности.



Содержание



Агрегаты



Решения



Технология



# RHI Magnesita Installation Services – дочерняя компания RHI Magnesita

Основанная в 1950 г., компания MARVO Feuerungs- und Industriebau GmbH сейчас насчитывает в общей сложности 145 сотрудников в четырех представительствах. В дополнение к главному офису в городе Керпен (земля Северный Рейн-Вестфалия) также работает филиал в городе Хюбиц в районе Мансфельд (земля Саксония-Анхальт), который был открыт в 1994 г. после объединения Германии. В 2005 г. компания RHI приобрела 100% акций компании Marvo. В 2011 г. Marvo основала новое производственное предприятие в Нюрнберге со специалистами в области промышленных дымоходов, а в 2012 г. новое предприятие в Плоешти/Румыния. В 2014 г. название компании Marvo изменилось на RHI MARVO. Применяя свои многочисленные ноу-хау, мы решаем сложные задачи, встречающиеся в процессе монтажа футеровки. Мы идем навстречу требованиям заказчиков, используя современное оборудование и постоянно развивая наш неизменный штат сотрудников.

Первостепенное значение для компании RHI Magnesita Installation Services имеет соответствие требованиям наших клиентов к качеству, не выходя при этом за рамки согласованных затрат и соблюдая установленные сроки монтажа. Будучи компанией, которая особое внимание уделяет качеству, мы выполняем наши задачи, используя современные технологии и соблюдая условия договора подряда и местное законодательство. Это дает нам возможность предложить нашим клиентам самую высокую степень гибкости на каждом этапе монтажных работ, от планирования до осуществления проекта.

## Контролируемые обязанности и качество

Наша современная структура компании, сертифицированная согласно ISO 9001:2008, гарантирует максимальное качество, безопасность на рабочем месте и охрану окружающей среды. Технологические процессы и обязанности регулируются нашим специальным QM-руководством с описанием процессов и рабочими инструкциями.

## Защита для персонала и охрана окружающей среды

Для компании RHI Magnesita Installation Services на первом месте стоит охрана труда и защита окружающей среды. Мы внедрили систему управления SGU для безопасности, здоровья и охраны окружающей среды в соответствии с юридическими рекомендациями, чтобы достичь сокращения потенциальных опасностей для персонала и окружающей среды. Эта система соответствует SCCP (Security Certificate Contractors - Сертификат безопасности подрядчика) и стандартам BS OHSAS 18001:2007. Система управления SGU нацелена на осуществление и совершенствование соответствующей санитарным нормам и экологически безопасной деятельности компаний.

## Предотвращение ошибки вместо ее устранения

Наша философия «предотвращение ошибки, а не устранение ошибки» основана на знании того, что оптимальные результаты могут быть достигнуты только путем многократной проверки качества и оценки каждого этапа монтажных работ. Успешное завершение в согласованные сроки наших прошлых контрактов на выполнение монтажа служит показателем эффективной реализации нашей политики качества.

Выгоды для заказчика — безупречная футеровка

- Владение всеми видами общепринятых и распространенных техник
- Укладка формованных огнеупоров
- Заливка, набивка, закачивание и торкретирование огнеупорными массами
- Установка промышленных дымоходов
- Демонтаж футеровок и промышленных дымоходов
- Монтаж модулей из керамических волокон
- Сварка, включая приварку анкеров
- Наличие собственного современного парка оборудования
- Многолетний опыт во всех областях промышленности
- Обучение новых сотрудников и постоянное повышение квалификации персонала, используя новейшие технологии
- Изготовление пресс-форм на объекте для заливки готовых изделий
- Быстрая и гибкая аварийная служба 24 часа в сутки, 7 дней в неделю

Содержание



Агрегаты



Решения



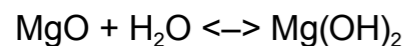
Технология



# Гидратация

RHI Magnesita занимает лидирующую позицию и идет в авангарде технологического развития глобального рынка огнеупоров. После многих лет успешных исследований и комплекса разработок уникальную, оптимизированную защиту от гидратации для магнезиального и магнезиально-хромитового обожженного кирпича предлагает только RHI Magnesita. Обозначенная приставкой «R1» после названия продукции, эта обработка является отличительной особенностью всех основных обожженных кирпичей, поставляемых для ферросплавной промышленности, и представляет собой эффективную защиту от гидратации, так как гидратация — серьезная проблема основных огнеупоров, последствия которой могут привести как к низкой стойкости огнеупоров, так и к прорыву футеровки печи. Огнеупоры подвергаются риску гидратации в течение почти всего срока службы. Во время транспортировки и хранения, при контакте с водой или паром, во время монтажа при контакте с влагой из атмосферы, с мертелями и огнеупорными массами, во время разогрева за счет пара, поступающего в печь с газообразным топливом или за счет влаги из футеровки, во время эксплуатации за счет влаги из сырья или из-за проблем с охлаждающей системой или кожухом печи.

Основной механизм гидратации заключается в том, что оксид магния вступает в реакцию с молекулой воды и образует гидроксид магния (см. формулу химической реакции), что приводит к увеличению объема до 115%.



Риск разрушения огнеупоров по причине гидратации можно свести к минимуму, если обработать кирпичи, используя нашу специальную технологию. Эта обработка не ограничивается простой защитой поверхности, а предполагает проникновение в структуру огнеупора, что обеспечивает стойкость даже в условиях интенсивной механической эксплуатации.

Испытание на гидратацию проводится в современной паровой камере, которая выпускает насыщенный водяной пар под атмосферным давлением. Этот способ испытания оказался наиболее практичным и позволяет сразу выявить образование трещин. Испытание длится до 96 часов с интервалом 24 часа.

Кирпичи без какой-либо пропитки вступают в реакцию с влагой уже через 24 часа, в то время как специально обработанные огнеупоры не подвергаются гидратации до 96 часов. RHI Magnesita также производит специальную серию огнеупорных кирпичей, устойчивых к гидратации, с буквенным обозначением «HR» после названия марки изделия, которые предназначены для футеровки специальных зон печи. Свяжитесь с нашими специалистами по продажам, чтобы узнать больше информации о продукции с защитой «R1» и «HR».

При специальной обработке поверхности на кирпиче может появляться белый налет, однако это никак не отражается на его свойствах. Технология специальной защиты, как указано в наших информационных листах, практически никак не влияет на характеристики огнеупоров.

Огнеупорные магнезитовые кирпичи, прошедшие специальную обработку, можно хранить на складе в течение долгого времени, в том числе и в регионах с высокой влажностью воздуха, а это еще одно из преимуществ нашей продукции. Кроме того, RHI Magnesita предлагает специальную упаковку для увеличения срока хранения основных огнеупорных кирпичей. Такая упаковка называется ALUVAC, и кирпичи запечатываются в эту высокопрочную упаковку под вакуумом.



Магнезиальный кирпич, прошедший специальную обработку «R1», после 96 часов воздействия паром



Магнезиальный кирпич, прошедший специальную обработку «R1»



Магнезиальный кирпич, не прошедший специальную обработку, после 24 часов воздействия паром



Магнезиальный кирпич с технологией «HR» после 600 часов в паровой камере

Содержание



Агрегаты



Решения

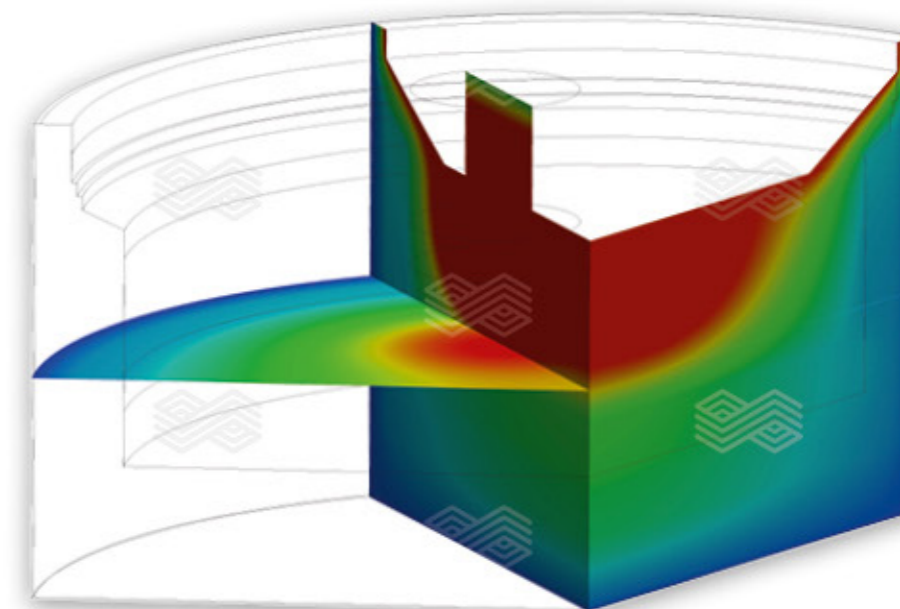


Технология

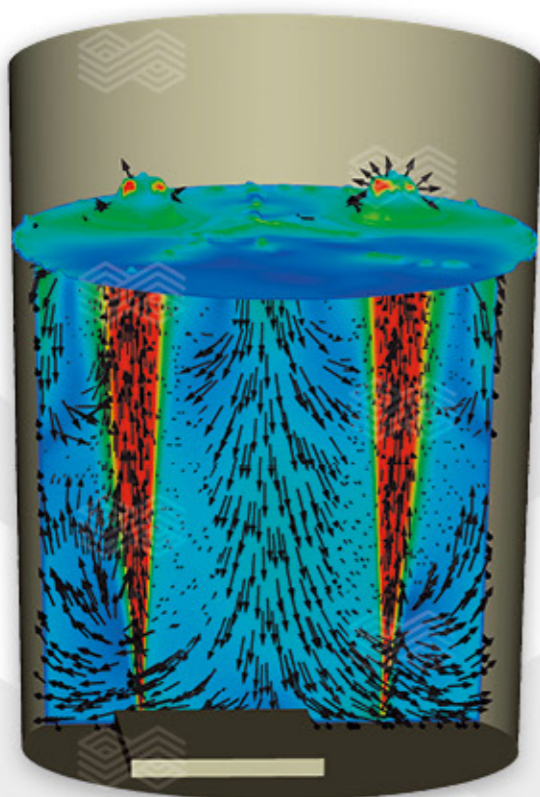


# Моделирование CFD, FEA и FactSage

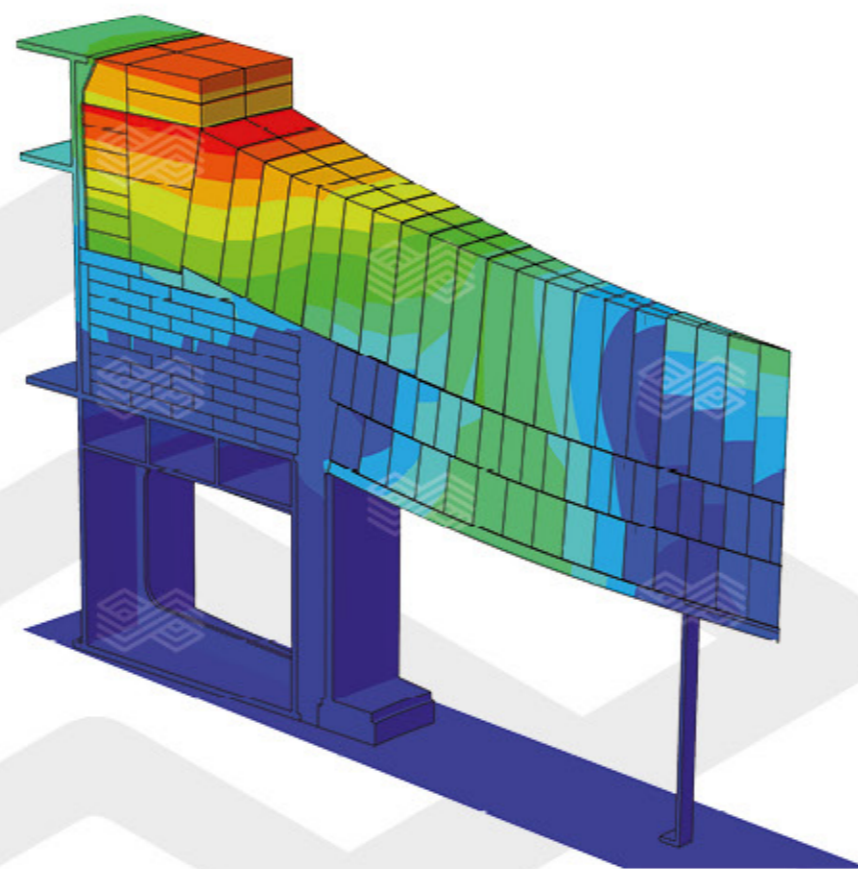
Моделирование сложных металлургических процессов, температурных профилей, изотермические расчеты, определение нагрева, эффективность систем охлаждения и их воздействие на футеровку, а также эффективность системы продувки с применением метода вычислительной гидродинамики (CFD) являются чрезвычайно важными составляющими пакета услуг, ориентированного на потребности клиентов и предлагаемого компанией RHI Magnesita в Технологическом центре цветных металлов. В тесном сотрудничестве с клиентами оба метода моделирования — как анализ методом конечных элементов (FEA), так и CFD — стали важными инструментами для достижения эффективности и разработки индивидуальных систем огнеупорной футеровки на основании фактических параметров эксплуатации. Кроме того, с использованием программы FactSage компания RHI Magnesita выполняет расчеты для наведения шлака и моделирование механизмов коррозии футеровки.



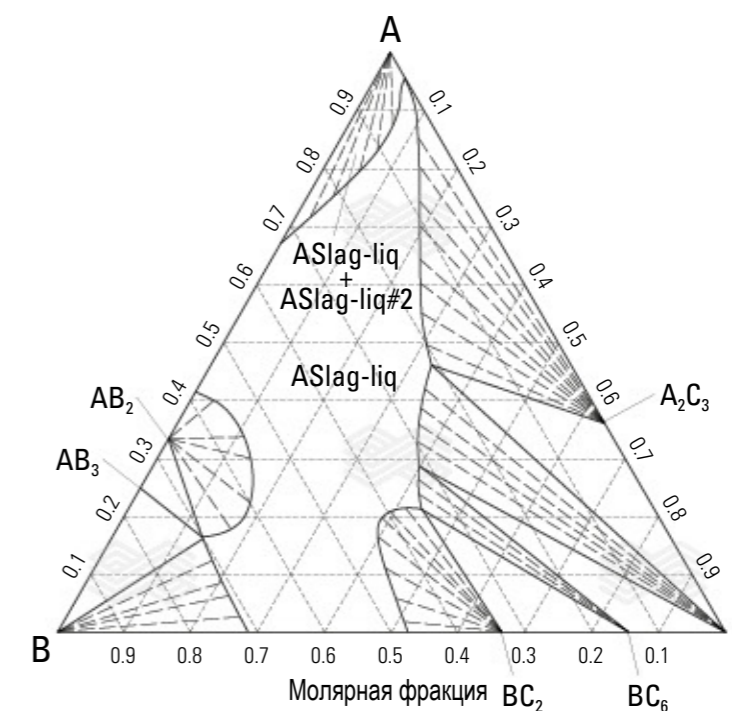
Термический профиль



Продувка ковша — характеристики потока



Профиль смещения



Термодинамический расчет

# Технологическое лидерство

Целью НИОКР компании RHI Magnesita является повышение конкурентоспособности как компании, так и ее клиентов путем разработки и освоения эффективных технологий.

Главная задача производителя огнеупорных материалов — создание огнеупорной продукции из подходящего сырья для каждого этапа производства. Решающим является поиск оптимального соотношения всех компонентов. RHI Magnesita производит более 20 000 видов огнеупорных изделий и для каждого клиента может подобрать огнеупор, который будет отвечать всем его требованиям.

Компания RHI Magnesita инвестирует более 1% своей годовой прибыли в НИОКР для сохранения своего мирового лидерства в разработке и внедрении технологий. Статуса ведущего производителя и поставщика огнеупоров компания добилась благодаря десяткам лет упорных исследований, в ходе которых значительно расширились знания об огнеупорных материалах - от сырья до применения разных видов огнеупоров в различных областях промышленности.

## Интегрированная система менеджмента (ИСМ): Качество

Качество, защита окружающей среды и безопасность труда — составляющие части внутренней политики компании RHI Magnesita. Наша компания в целом и каждый ее сотрудник стремятся улучшить качество работы, сохранять окружающую среду и повышать безопасность производственных процессов, тем самым улучшая работу всей компании.

Компания строго соблюдает стандарт качества ISO 9001, требования к безопасности для окружающей среды ISO 14001 и законы, касающиеся техники безопасности на производстве, защиты здоровья и прав сотрудников.

Цель компании — максимально использовать возможности рынка, отвечая всем требованиям заказчиков, и тем самым обеспечить процветание компании и ее сотрудников, предлагая продукцию неизменно высокого качества. Безопасность персонала и технологических процессов — еще одна главная задача системы менеджмента компании.

## Повышение квалификации, программы производственной практики

Мы уделяем большое внимание обучению персонала и дальнейшему повышению квалификации персонала. Мы следим за тем, чтобы наши сотрудники постоянно совершенствовали свои профессиональные умения и навыки в соответствии с развитием технологий.

Кроме того, RHI Magnesita старается нанимать молодых людей, которые зачастую оказываются «в невыгодном положении» на рынке труда, что дает им реальный шанс на лучшее будущее.



Содержание



Агрегаты



Решения



Технология



Выходные данные:

Владелец и издатель медиа: RHI Magnesita GmbH, Кранихберггассе 6, 1120 г. Вена, Австрия

Изготовление: RHI Magnesita – 10 / 2019-RU

Место публикации и изготовления: г. Вена, Австрия



Уведомление об авторском праве:

Тексты, фотографии и графическое оформление, содержащиеся в этой публикации, защищены авторским правом. Если не указано другое, смежное право использования, особенно право воспроизведения, распространения, размещения и редактирования принадлежит исключительно RHI Magnesita. Использование этой публикации разрешено только в целях личного ознакомления. Любое использование, выходящее за рамки этого, в особенности воспроизведение, редактирование, коммерческое и прочее использование, подлежит письменному согласованию с RHI Magnesita.

The Journal of  
Refractory Innovations  
**bulletin**

Subscriptions  
Service and  
Contributions



**RHI MAGNESITA**

Кранихберггассе 6, 1120 г. Вена, Австрия

T +43 50213 6200 ☎ +43 50213 6391

E [nfm-marketing@rhimagnesita.com](mailto:nfm-marketing@rhimagnesita.com)

[rhimagnesita.com](http://rhimagnesita.com)