CAPITAL
REFRACTORIES
LIMITED

Продувочные фурмы

Методы обработки металла

CAPITAL REFRACTORIES LIMITED

Gas Diffusers

Методы обработки металла

Компания Capital Refractories («Кэпитал Рефракторис»), являясь крупнейшей независимой компанией по производству огнеупоров в Великобритании, на протяжении сорока лет производила, поставляла и устанавливала высококачественные монолитные огнеупоры.

Сегодня продукция с маркой «Кэпитал» широко применяется в черной и цветной металлургии с клиентской базой более чем в 40 странах мира.

Благодаря активному развитию и инвестированию мы в состоянии предложить горячим металлическим отраслям промышленности полный диапазон продувочных фурм, создав технологию, совершенствующую качество металла и экономичность производства.

Наши продувочные фурмы могут применяться для обработки расплава как на малобюджетном литейном заводе, так на крупном металлургическом комбинате.

Мы можем предложить различные способы продувки газом как для цветной, так и для черной металлургии. Диапазон предлагаемой продукции варьируется от продувочных фурм с естественной пористостью до фурм с направленной или щелевой пористостью. Завод «Кэпитал» производит фурмы весом от менее чем 1 кг до 50 кг. Предприятие полностью соответствует стандарту ISO9001:2000.

Много лет компания «Кэпитал Рефракторис» специализировалась на разработке, изготовлении и поставке футеровок для набивных индукционных печей. Благодаря этому были созданы продувочные фурмы и сопутствующая продукция, подходящие для использования в футеровке печи. Таким образом, удалось применить успешный опыт обработки жидкого метала инертным газом в индукционных печах.

Мы полагаем, что каждый завод имеет свои особенности, поэтому с каждым заказчиком мы работаем индивидуально. Для этого нам необходимо получить ответы на ряд ключевых вопросов:

- Чего планируется достигнуть при продувке газом? - Гомогенизации/ дегазации/очищения расплава/ чистоты?
- Необходимо ли мягкое перемешивание или активное перемешивание расплава?
- Какое давление используется в газовой магистрали?
- Будет ли газ поступать постоянно во время работы с жидким металлом или же будут значительные промежутки времени, в течение которого фурмы не будут задействованы.
- Подача газа будет управляться автоматически или в ручную?
- Какой газ (газы) будет использоваться для продувки?

Виды Продувочных Фурм

Естественная пористость

По большому счету фурма на все случаи жизни, для одноразового или многоразового использования, пористая продувочная фурма изготовлена из гидравлически спрессованного высокоогнеупорного материала, ее гранулометрический состав был специально разработан для оптимизации газового потока и исключения попадания металла в поры.
Изготовленный из газопроницаемого магнезита или газопроницаемых высокоглиноземистых смесей, этот тип фурм может применяться для продувки широкого спектра металлов и сплавов, от алюминия до нержавеющей стали, а также они могут использоваться в ковшах емкостью от нескольких килограммов до нескольких тонн. Для применения в индукционных печах был разработан пористый керамический состав на основе корунда. Фурма с естественной пористостью может так же использоваться для продувки алюминия. Для этого химический состав материала фурмы модифицируется для получения несмачиваемости, благодаря чему эти фурмы могут группами устанавливаться и в плавильных печах, и в печах для выдержки.

Направленная (щелевая) пористость

Там, где требуется обеспечить большой расход газа, либо в условиях высоких температур и большого количества шлаков (как, например, на сталеплавильных заводах), целесообразно использовать щелевую фурму. Это плотное литое изделие с особым геометрическим устройством отверстий для выпуска газа— в виде капилляров, пазов или сегментов. Площадь поперечного сечения газовых каналов является постоянной сверху донизу фурмы. Когда газ не подается через фурму и она соприкасается с расплавом, то возможно попадание металла в каналы (всего на несколько миллиметров). Этот металл должен быть удален из каналов прежде, чем начнется продувка газом.
Обычно для запуска щелевой фурмы в таком состоянии необходимо давление в 10-12 бар. Как только каналы прочистятся и поток газа установится, можно снизить давление до 2-3 бар для поддержания необходимого для продувки расхода.

CAPITAL REFRACTORIES LIMITED
Gas Diffusers

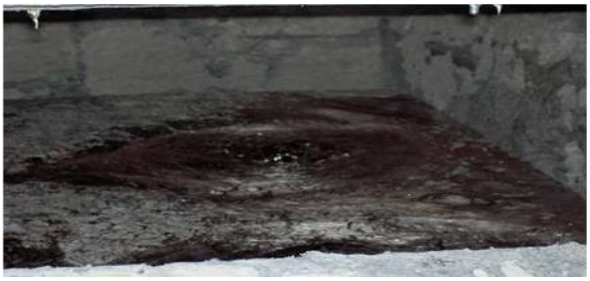
Области применения продувки газом

Подача инертного газа, обычно аргона, в расплав через продувочную фурму, имеет следующие преимущества:

Отделение и удаление неметаллических включений

Расплавленный металл содержит неметаллические включения, образующиеся в результате введения легирующих и раскислительных добавок или в результате взаимодействия с футеровкой, и которые могут испортить конечный продукт.

Благодаря силе поверхностного натяжения включения прикрепляются к пузырькам инертного газа и вместе с ними поднимаются на поверхность расплава, где они слипаются со шлаками, и таким образом расплав очищается.



Снижение содержания газов

Вредные газы попадают в металл во время процесса плавления прежде всего из атмосферы но также, хоть и в меньшей степени, из плавящихся материалов.
Считается, что водород, азот и кислород оказывают негативное воздействие на свойства металла, особенно если металл подвергается дальнейшей обработке, например, прокату, ковке или штамповке. Продувка аргоном через продувочную фурму может уменьшить содержание этих газов до приемлемого уровня.

Дегазация аргоном осуществляется путем поглощения вредных газов пузырьками аргона, либо путем механического прикрепления молекул растворенного газа к пузырькам аргона.
Эффективность дегазации расплава зависит от:

- Размера пузырьков инертного газа— чем меньше, тем лучше. Фурмы компании Capital разработаны таким образом, чтобы создавать оптимальный размер пузырьков.
- Продолжительности продувки.
- Продолжительности нахождения пузырька в расплаве— чем меньше пузырек, тем медленнее он поднимается на поверхность расплава и тем выше его очистительные свойства.

Практическое применение продувки газом

Другими преимуществами использования продувочных фурм для введения инертного газа расплав являются:

Выравнивание температуры

Для обеспечения постоянства качества отливок на протяжении цикла желательно, чтобы разброс температуры был минимальным.

Слив металла из печи в ковш повлечет за собой стратификацию температуры, что, в свою очередь, приведет к различию в характеристиках металла. Может так же возникнуть структурное разделение, результатом которого может стать изменение в химическом составе отливок из одной и той же плавки.
Применение пористой или донной продувочной фурмы в донной части футеровки ковша поможет создать перемешивание, благодаря которому более холодный металл со дна ковша будет подниматься в его верхнюю часть.
В процессе перемешивания быстро установится температурная и структурная однородность расплава. Затрачиваемое на продувку время будет пропорционально объему расплава.

Если необходимо проводить плавку при завышенных температурах, после чего металл выдерживается до достижения температуры разливки, то время выдержки можно уменьшить с помощью продувки газом, что также снизит износ футеровки и обеспечит более точное управление температурой.

Распределение легирующих элементов и раскислителей

В процессе продувки газом через продувочную фурму на поверхности расплавленного металла образуется некая область завихрения, которую часто называют «глазом».

Благодаря структуре «глаза» совершенствуется процесс добавления в расплав легирующих компонентов и обеспечивается их растворение в металле в ковше.

Во время процесса приготовления стали часто требуется добавление раскислителей во время слива металла из печи. Продувка газом во время и после слива металла обеспечивает эффективное растворение в расплаве добавок и устранение любых структурных неравномерностей.

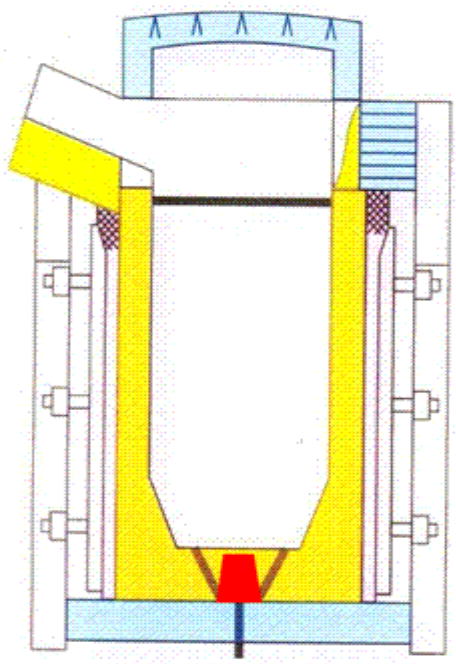
Регулирование состава расплава с помощью добавления легирующих компонентов в ковш осуществляется путем мягкой продувки в течение менее двух минут, затем отбора пробы и при необходимости повторения процесса до достижения состава, предусмотренного спецификацией.

CAPITAL REFRACTORIES LIMITED

Gas Diffusers

Продувочная фурма в индукционной печи

Значительным достижением явилась продувочная донная фурма, спроектированная для установки в футеровке пода индукционной печи.



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

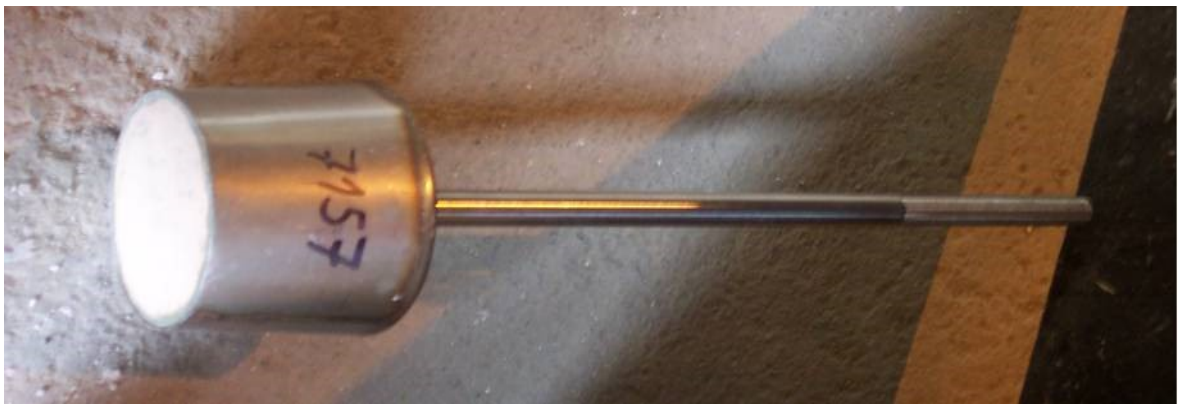
Применение продувочной фурмы в индукционной печи обладает теми же преимуществами продувки газом, которые был описаны ранее в тексте.

Пользователями были отмечены существенные улучшения в гомогенизации расплава по температурным и структурным показателям. Равномерность температуры приводит к повышению стойкости футеровки, и как следствие—к качеству получаемых отливок.

Так же сообщается об уменьшении содержания азота и водорода в расплаве, что позволяет более эффективно переплавлять в печи возврат металла.

Продувочная фурма была специально разработана совместимой с серией наших набивных футеровок. Фурма может работать непрерывно или периодически.

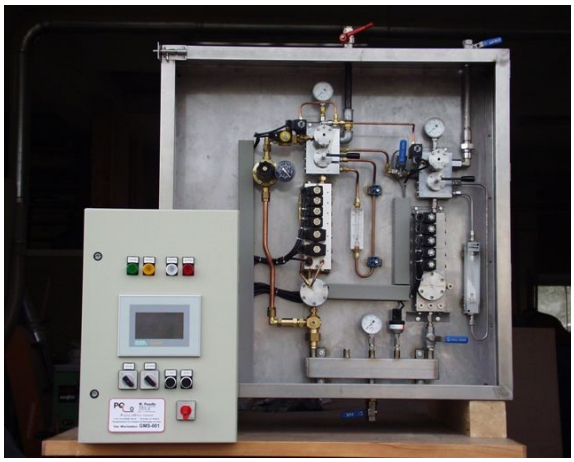
.



Пример продувочной фурмы для индукционной печи, которая устанавливается как показано на схеме выше.

Системы управления расходом газа

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, предпочтительно с использованием одной из наших футеровок.



Для стационарных систем мы можем установить пульты управления с сенсорными экранами, соединенные с системой программируемого логического контроллера.

Система управления расходом, соединенная с баллоном.

Мы можем предложить клиентам простой регулятор потока с игольчатым клапаном, который ограничит подачу газа и отрегулирует интенсивность потока. Клапан действует как редуктор давления. Интенсивность потока отображается либо с помощью поплавка в стеклянной трубке, либо на шкале.

Из соображений безопасности источник газа (будь то трубопровод или баллон) должен быть отдален от печи. Расходомер и клапан могут быть расположены рядом с печью. Это позволяет пользователю иметь полный контроль над системой и помогает управлять системой управления расходом на основании требований и результатов наблюдения.

Анализ примеров

Анализ примера А

Крупный литейный завод был одним из первых, кто использовал для своих индукционных печей наши передовые продувочные фурмы.

Хотя известно, что продувные фурмы могут значительно улучшить качество металла и уменьшить содержание газов в расплаве, но эта компания испытывала проблемы с износом футеровки и для решения этой проблемы они решили попробовать продувку газом.

Проблема заключалось в зональном перегревании футеровки, в особенности нижней части стенки. Кирпичная футеровка нагревалась выше допустимого уровня, приводя к значительному износу кирпичей и вызывая потенциально опасное спекание находящейся за ними сухой смеси.

Мы установили нашу продувочную фурму и стали вводить аргон в расплав, что привело к возникновению эффекта перемешивания. Тем самым перегретый металл стал постоянно перемешиваться во всем расплаве, что привело к гомогенизации температуры по всему объему расплава. Устранение перегретых зон привело к существенному улучшению состояния кирпичей, а так же значительному продлению срока службы футеровки.

На данный момент компания закупает у нас 8 продувочных фурм в месяц.

Мы продолжаем работать с этой компанией с целью улучшения качества их продукции и в ближайшее время планируем установить продувочную донную фурму в днище разливочного ковша.

Преимущества:

- ***Снижение температуры ванны***
- ***Уменьшение придонного износа футеровки***
- ***Равномерный износ огнеупорной футеровки***
- ***Увеличение срока службы расходных материалов***

Анализ примера Б

Литейный завод испытывал значительные проблемы с качеством отливок, проявлявшиеся в высоком проценте брака и доработки отливок. Дефекты металла были особенно заметны на верхней стороне отливок. Было высказано предположение, что это происходит из-за растворенного в металле азота, который выделяется из раствора, и что содержание растворенного азота можно уменьшить путем продувки аргоном.

Продувочная фурма была установлена в поде печи емкостью 300 килограммов. Сразу было отмечено заметное улучшение качества металла в отливках. После более чем 70 плавок был отмечен лишь незначительный износ продувочной фурмы без износа футеровки.

Теперь продувочные фурмы с продувкой аргоном успешно используются на этом литейном заводе. Согласно отчетам, завод стал производить лучшие в своей истории отливки, а применение продувочных фурм для индукционной печи стало обычной практикой для завода.

Преимущества:

- ***Сокращение брака***
- ***Снижение содержания азота***
- ***Улучшение качества отливок***

Анализ примеров

Анализ примера В

На крупном сталелитейном заводе недавно установили продувочную донную фурму с определенной целью.

Литейный завод поставил перед собой задачу повышения экономичности производства ввиду высокого уровня брака отливок из печи емкостью 600 килограммов. Кольцевые отливки имели газовые поры, что, как предполагалось, было следствием высокого содержания азота.

Была установлена наша продувочная фурма для продувки аргоном. В результате использования фурмы значительно снизился уровень азота и брак отливок уменьшился вдвое. Использование фурмы также позволило уменьшить износ футеровки. Компания теперь планирует установить фурмы во все печи, что позволит снизить степень износа футеровки, уменьшить количество брака и повысить качество металла.

Качество металла значительно улучшилось и компания ожидает радужные отзывы об этом от своих клиентов.

Преимущества:

- ***Снижение содержания азота с 0.42% до 0.22%***
- ***Снижение уровня брака***

Анализ примера Г

Компания, специализирующаяся на производстве конструкционных отливок для морской добычи нефти и газа, стала еще одним счастливым клиентом компании Capital Refractories.

Эта датская компания недавно установила продувочною фурму в печь с весом плавки 500 килограммов. Данная печь используется для производства отливок из стали.

Значительно улучшилось качество и чистота металла. Так же было отмечено 30-и процентное улучшение механических свойств металла, а именно ударной вязкости при низких температурах. Это важный параметр в отрасли, для которой компания поставляет свою продукцию.

Согласно отчетам, компания удовлетворена нашим вкладом в ее производство и планирует в ближайшее время установить продувочную фурму в печь, предназначенную для плавки других марок стали.

Преимущества:

- ***Несмотря на то, что содержание газов осталось прежним, увеличилась прочность металла благодаря удалению других засоров продувкой (таких как песок и частицы огнеупора).***
- ***Значительно сократилось количество брака.***
- ***Качество металла значительно улучшилось благодаря продувке нержавеющей стали через фурму.***

CAPITAL REFRACTORIES LIMITED
Gas Diffusers

Продувочные фурмы для алюмиия

Обработка жидкого алюминия инертными газами помогла совершить квантовый скачок в качестве отливок благодаря гомогенизации расплава перед разливкой по температуре и составу.
Преимуществом является также низкая стоимость установки и недорогие расходные материалы в сравнении, например, с процессом продувки через верхнюю погружную трубу.
Благодаря малой плотности расплава, его текучести при относительно низких температурах и смачиваемости зерен алюминием, в качестве материала для изготовления пористой продувочной фурмы для печей для плавки алюминия был выбран прессованный обожженный корунд (Al_2O_3).

Преимущества продувочных фурм:

- ***Длительный срок службы***
- ***Улучшенная однородность ванны 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***
- ***Сокращение, и часто полное устранение плен***
- ***Повышение скорости плавки в плавильных печах.***

Материалы для продувочных фурм

Пористая сердцевина продувочной фурмы, через который подается газ, должна обладать определенными характеристиками. .
С одной стороны, материал фурмы должен иметь достаточную проницаемость для того, чтобы пропускать газ под давлением (с достаточным давлением, превышающим металлостатичное давление алюминия над продувочной фурмой) в расплав. С другой стороны, он должен быть достаточно плотным, чтобы предотвращать попадание жидкого алюминия в пористый материал, что в итоге ведет к блокированию продувочной фурмы. Для того, чтобы полностью обожженная продувочная фурма обладала указанными характеристиками, проводится гранулометрический анализ партии смеси из которой прессуется пористый блок. Для того, чтобы повысить несмачиваемость пористого материала, на стадии смешивания сырья добавляются определенные компоненты, которые во время обжига образуют микроскопический слой вокруг зерна глинозема. Это покрытие настолько изменяет угол смачивания, что при контакте с жидким алюминием не происходит его прилипания.

CAPITAL REFRACTORIES LIMITED

Gas Diffusers

Продувочные фурмы для алюминия

Мы можем предложить две разновидности материала Caperdiff 90ALR — мелкозернистый с диаметром поры 55 микрон и стандартную версию с диаметром поры 90 микрон. Для большего взаимодействия газа с расплавом мы рекомендуем первую версию, поскольку более мелкие пузырьки, образовывающиеся при выходе из меньших пор, создают большую площадь контакта с продуваемой жидкостью. Фурмы из второго материала с более открытой структурой особенно эффективны когда требуется большая интенсивность подачи больших объемов газа или нужно подать более плотный газ (например, хлор). Необходимо с осторожностью начинать и заканчивать процесс продувки чтобы предотвратить попадание алюминия в более открытую структуру.

Вопрос о том, "какой газ будет использоваться для продувки", особенно важен при выборе продувочной фурмы; причем не только ее огнеупорной части, но и металлического корпуса, в который устанавливается пористый сердечник. Металлический корпус гарантирует, что газ будет поступать только через блок и выходить через определенную выходную поверхность.

Там, где должны применяться аргон или азот, и температуры футеровки относительно низкие (например, в желобе), металлический корпус и трубопровод для подачи газа могут быть выполнены из нелегированной стали. Если же фурма устанавливается в под плавильной камеры и футеровка хорошо изолирована (то есть при высокой рабочей температуре), то для корпуса фурмы рекомендуется использовать нержавеющую сталь марки 310 так как за длительный период может возникнуть окисление нелегированной стали.

Для вторичного переплава в качестве очищающего газа все чаще используют хлор, который особенно эффективен для удаления магния из расплава. Кроме того, подача хлора в расплав через продувочную фурму более экономично и экологически безвредно, нежели очистка расплава солями или через погружную трубу.

Потенциальный пользователь должен знать, что при продувке хлором необходимо использовать продувочную фурму, спроектированную специально для продувки хлором. Было установлено, что при высоких температурах хлор повреждает и быстро разъедает очень мягкую сталь и даже нержавеющую сталь, хотя и более медленно.

В этом случае разрушение корпуса продувочной фурмы приведет к потере направленности газового потока в расплаве, к попаданию газа в окружающую футеровку и даже к утечке газа через кожух печи – что представляет крайне опасную ситуацию при использовании хлора. В основном при использовании хлора как продувочного газа температура трубопровода для подачи газа, проходящего через кожух печи, сравнительно мала и позволяет применять требуемую марку нержавеющей стали.

В печи для плавки алюминия продувочные фурмы могут при разумном уходе продлить срок службы пода. Несомненно, при применении хлора под будет изнашиваться, но тем не менее даже при постоянном использовании хлора удалось увеличить срок службы до 18 месяцев—двух лет.

Наименование материалов и области их применения

Название материала	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	Cr_2O_3	P_2O_5	BaO	Плотн. /кг м$^{-3}$	По-рист. %	Хол. Прочн. МПа	Описание
Caperdiff 96M	0.8	0.2	0.2	2.2	96	0.1	0.6	-	2555	27.5	50	Прессованная и обожженная пористая магнезитовая продувочная фурма для общих случаев применения при плавке сталей.
Caperdiff MC	0.7	7.60	3.80	1.5	75.0	10.3	0.7	-	2700	26.5	25	Прессованная и обожженная периклазохромитовая продувочная фурма для применения при литье сталей в более тяжелых условиях, таких как большое количество шлака и высокие температуры.
Caperdiff 94AL	2.6	0.1	94.0	0.05	-	-	2.9	-	2850	21.0	100	Прессованная и обожженная пористая глиноземистая продувочная фурма для применения при литье черных и цветных металлов. Высокопрочная. Для случаев, где возможны механические повреждения. Малый диаметр пор создает активный поток пузырьков. Рекомендуется для применения в индукционных печах.
Caperdiff 90ALR	2.4	0.1	90.0	0.05	-	-	2.7	5.0	2850	21.0	100	Прессованная и обожженная пористая высокоглиноземистая продувочная фурма специально разработанная для применения при литье алюминия. Высокопрочная фурма, чей химический состав и физические характеристики разработаны таки образом, чтобы создать достаточный поток газа для обработки расплава и в тоже время предотвратить проникновение алюминия в поры. Может использоваться для перемешивания инертными газами или для обеспечения взаимодействия при продувке хлором.
Caprax 98 DP	0	0.0	98.6	1.3	-	-	-	-	3250	17.0	60	Литая продувочная щелевая фурма из низкоцементного огнеупорного бетона с рабочей температурой 1850^{O}C с определенным количеством каналов для прохода газа и определенным проходным сечением каналов. Каналы находятся в плотном литом огнеупорном корпусе, обеспечивающим оптимальную износостойкость в процессе службы.
Caprax AS DP	3.3	0.1	93	1.6	2.2	-	-	-	3050	19.0	160	Продувочная щелевая фурма, разработанная для применения в стальных ковшах с агрессивными шлаками.

CAPITAL REFRACTORIES LIMITED
Gas Diffusers