

ОАО «ВНИИМТ» предлагает разработку высокоэффективных экономичных горелочных устройств (горелок), для различных видов печей

Горелки разрабатываются под конкретные требования технологии и используемый вид топлива (газообразное (природный газ, коксовый, доменный, ферросплавный и т.п) жидкое (мазут, смолы, дизельное топливо), твердое). С точки зрения технологии по каждой горелке сначала выполняются расчеты, затем проводятся испытания элементов горелочных устройств на стендах ВНИИМТ, затем осуществляется изготовление и выдача всех разрешительных документов. В результате учитываются характеристики факела, его длина, распределение температур в нем, что улучшает топливную экономичность и экологичность технологии и обеспечивает качество выпускаемой продукции.

1. Горелки инжекционные

Инжекционными или эжекционными горелками называют устройства, в которых воздух, необходимый для сжигания топлива, нагнетается в рабочий объем за счет энергии струи газа, вытекающего из сопла.

Имеются несколько разновидностей конструкций, различающихся назначением и требуемым расходом воздуха, который необходимо эжектировать через смеситель в зону горения горелки. Если горелка предназначена для термической или нагревательной печи, в рабочем объеме которой давление поддерживается около нуля мм вод.ст., то смеситель горелки должен обеспечивать подсос воздуха в количестве, обеспечивающем полное сгорание топлива.

В ряде случаев горение газа происходит в открытом или частично-ограниченном пространстве. В этом случае нет необходимости подсасывать весь воздух, необходимый для сжигания топлива, так как в горении участвует и воздух, подсасываемый в факел из атмосферы.

Имеется класс печей, в которых по технологическим и экономическим соображениям для охлаждения готового продукта используется воздух, который затем по газоходам перетекает в зоны печи, где производится сжигание топлива.

В этом случае используются инжекционные горелки, обеспечивающие подсос атмосферного воздуха в минимальном объеме, необходимом только для обеспечения воспламенения смеси и стабилизации пламени.

1.1. Газовые горелки со струйной стабилизацией ИГС

Устройство предназначено для сжигания природного газа в агрегатах, не имеющих футерованных туннелей и работающих с разрежением в рабочем объеме, а также для работы на открытом воздухе.

1.2. Горелка ГНПС-0,5/L

Горелка ГНПС-0,5/L предназначена для сжигания природного газа при неполном первичном смешении его с воздухом, эжектируемым в его смеситель. Горелка может использоваться для организации местного нагрева, например, в системах подогрева изложниц литейных машин, при организации тепловых завес и пр.

1.3. Горелка типа ГПО

Горелки типа ГПО разработаны для сжигания природного газа в печах для обжига анодов. Конструкция и режимы работы горелок определены особенностями системы отопления печей, в которых происходит термообработка анодов, прессованных из кокса. Печь отапливается за счет сжигания летучих компонентов, выделяющихся из анодов при их спекании и природным газом, который сжигается в отапливаемых простенках печи. Горелки устанавливаются на своде простенков. В эти простенки нагнетается воздух, нагретый до 700-800⁰С в зонах печи, в которых происходит охлаждение готовых изделий. В этой связи, принцип работы горелок ГПО заключается в частичной инжекции вытекающей струей газа воздуха из окружающей атмосферы и сжигание этой смеси в потоке высокотемпературного вторичного воздуха.

1.4. Эжекционные горелки горнов обжиговых машин (ЭГОМ)

Для отопления горна обжиговых конвейерных машин, применяемых в производстве железорудных окатышей, разработана серия эжекционных горелок тепловой мощностью от 0,5 МВт до 7,0 МВ.

Параметр	Тепловая мощность, тип					
	0,5 МВт ЭГОМ-0,5	1,0 МВт ЭГОМ-1,0	2,0 МВт ЭГОМ-2,0	4,0 МВт ЭГОМ-4,0	7,05 МВт ЭГОМ-7,0	7,0 МВт ЭГОМ- 7,0/2
Расход природного газа максимальный, м ³ /ч	50	100	220	420	720	700
Расход первичного воздуха, м ³ /ч	115	200	450	850	1500	1500
Расход вторичного воздуха, м ³ /ч	1000	2000	4000	8000	13500	15000
Давление газа перед горелкой, кПа	до 30					60
Давление первичного воздуха, кПа	5					2,5
Давление вторичного воздуха, кПа	Не более 100					
Температура газа, °С	± 40					
Температура первичного воздуха, °С	± 40					200
Температура вторичного воздуха, °С	800-1000					1000
Коэффициент рабочего регулирования	5,0					

Особенностью системы отопления горнов и горелок является то, что основным окислителем для горения топлива является воздух, который нагревается до 800-1000⁰С при его прохождении через слой обожженных окатышей и перетекает в форкамеры зоны обжига. Горелка устанавливается на торцевой стенке форкамеры на специальной футерованной горелочной плите.

Топливоздушная часть горелки состоит из коаксиальных каналов подачи газа и воздуха, оканчивающихся соплами. Перед соплами в футеровке торцевой стенке форкамеры установлен горелочный камень таким образом, что обеспечивается проход вторичного воздуха из форкамеры к соплам топливоздушной части.

2. ГОРЕЛКИ ДЛЯ СЖИГАНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПОДГОТОВЛЕННОЙ СМЕСИ

В этом разделе приведены горелочные устройства для сжигания предварительно подготовленной смеси. Такой способ сжигания применяется в том случае, если необходимо обеспечить максимально короткий и высокотемпературный факел. Смесь газа и воздуха требуемого состава подготавливается в выносных смесителях и по смесепроводу подводится к горелочным устройствам. В ряде случаев в качестве смесителя используется само горелочное устройство, рассчитанное таким образом, чтобы процесс перемешивания завершился до истечения смеси в камеру горения.

2.1. Газовые горелки ГПС-0,9

Газовая горелка предварительного смешения ГПС-0,9 предназначена для отопления природным газом питателей стекловаренных агрегатов с целью стабилизации температуры расплавленной стекломассы перед ее дальнейшим использованием.

2.2. Блок горелок БГП

Серия горелок предварительного смешения БГП разработана также для систем отопления питателей стекловаренных печей и состоит из трех типоразмеров устройств, отличающихся тепловой мощностью, количеством газовых элементов и длиной коллектора ℓ .

2.3. Горелки ГТПП-50 ГТП-200Д

Горелки предварительного смешения ГТПП-50, ГТП-200Д разработаны для высокотемпературных туннельных печей огнеупорного производства.

Особенностью горелок является работа с предварительным смешением природного газа с первичным холодным воздухом при коэффициенте избытка воздуха 0,8 и последующее смешение подготовленной смеси с вторичным воздухом, нагретым в зоне охлаждения печи до 800-1000⁰С. Горелки имеют жаростойкий металлический или керамический выходной насадок.

2.4. Горелка ГПСК-120

Горелка ГПСК-120 предназначена для распределенного подвода тепла по длине топочной камеры. Горелка имеет смеситель, смесепровод и коллектор, по длине которого установлены сопла. Длина коллектора и количество сопел переменны.

2.5. Горелки ПС-40

Горелка ПС-40 предназначена для сжигания предварительно подготовленной смеси в агрегатах термообработки стальной проволоки или полосы.

Особенностью горелки является наличие двух сочлененных в один блок керамических камер: камеры горения и камеры дожигания. Воспламенение подводимой смеси производится свечой зажигания, установленной после огнепреградителя. Воспламенившаяся смесь выбрасывается в камеру горения, где происходит ее сгорание. Продукты сгорания вытекают в камеру дожигания, где происходит их интенсивная циркуляция и перемешивание и затем истечение в рабочий объем печи при скорости около 60-100 м/с. При этом обеспечивается снижение остаточного кислорода в газах до величины не более 0,003%.

2.6. Горелка ГРФК-35

Горелка ГРФК-35 представляет собой переносное устройство для сжигания природного газа. Оно разработано для тех случаев, когда в тепловом агрегате отверстие для ввода горелки имеет диаметр 38-40 мм при значительной толщине футеровки. Таким агрегатом является, например, медеплавильный конвертор, в боковой стенке которого выполнены отверстия 38 мм для вдувания сжатого воздуха для барботирования расплава при работе в технологическом режиме.

Горелки вводятся в рабочий объем конвертора при технологических паузах для предотвращения охлаждения его футеровки.

2.7. Горелки для местного нагрева изделий

В некоторых производствах периодически возникает необходимость выполнять монтажные и демонтажные работы с применением местного нагрева отдельных элементов оборудования.

К таким работам относятся операции по замене изношенных бандажей прокатных валков или бандажей вальцевых прессов. Кроме того, при ремонтах, например, турбин приходится снимать и надевать на вал ступицы с турбинными лопатками. Эти элементы имеют горячую посадку на вал. Снять их с вала возможно только при интенсивном нагреве, при котором происходит расширение снимаемого элемента с увеличением его диаметра при минимальном нагреве основной массы вала.

Операция нагрева необходима и при надевании ступицы с лопатками на вал.

В ряде случаев при изготовлении крупных толстостенных сосудов возникает необходимость местного подогрева корпуса в районе приварки патрубков.

Во всех случаях требуется применение специальных горелочных устройств, спроектированных применительно к нагреваемым изделиям.

Ниже приведено описание некоторых из разработанных для этой цели горелок.

2.7.1. Горелка для нагрева бандажей ГНБ-0,3

Горелки спроектированы по заданию ОАО "Комбинат Магнезит" в двух вариантах: для наружного нагрева – ГНБ-0,3/Н, и для внутреннего нагрева – ГНБ-0,3/В.

Горелка состоит из трех кольцевых коллекторов, установленных на монтажных стойках на расстоянии 130-150 мм друг от друга. В каждый коллектор с двух сторон выполнен подвод газозадушной смеси. В месте ввода смеси в коллектор установлен огнепреградитель. Выход смеси производится через систему отверстий, расположенную на боковой стенке коллектора, обращенной в сторону нагреваемой поверхности банджа, который должен быть установлен в центре кольцевых коллекторов вместе с валом, подвешенным на крановой подвеске. В месте выхода смеси из отверстий коллекторов на коллекторе установлены накладки, образующие сплошной щелевой канал, являющейся камерой воспламенения и стабилизации факела.

Зажигание смеси производится от переносного запальника. Воспламенившаяся смесь формирует кольцевой сходящийся факел с радиальной длиной 100-150 мм, ударяющий в поверхность банджа, интенсивно нагревая ее до состояния, когда бандаж соскальзывает с вала.

Горение газа происходит как за счет воздуха, содержащегося в вытекающей смеси, так и за счет воздуха окружающей среды.

Горелка для разогрева банджа со стороны его внутренней поверхности ГНБ-0,3/В. Принципиальное устройство горелки такое же, как и у горелки ГНБ-0,3/Н. Отличие заключается в том, что смесевыпускные отверстия и накладки на коллекторе выполняются с его наружной стороны.

Габаритные размеры горелки и, соответственно, тепловая мощность определяется исходя из габаритных размеров нагреваемой бочки вала или банджа. При этом необходимо иметь в виду, что расстояние от коллектора до нагреваемой поверхности должно быть в пределах 100-120 мм.

2.7.2. Горелка ГНДТ-0,2

Горелка предназначена для нагрева ступиц турбинных колес при монтажных работах и состоит из смесеподводящего патрубка и торообразного коллектора с выходными патрубками, огнепреградителями и съемными наконечниками. Коллектор выполнен в виде полукольца с торцевыми заглушками.

В связи с тем, что вал турбины выполнен ступенчатым и, соответственно, ступицы турбинных колес имеют различный диаметр, выходные наконечники горелки выполняются различной длины от 200 до 405 мм и под различным углом α к плоскости коллектора, от 15 до 45°.

При выполнении демонтажных работ, например, при снятии турбинных колес с вала, вал турбины подвешивается на крановой подвеске в вертикальном положении. Вокруг ступицы турбинного колеса, подлежащего снятию, над ней, устанавливаются две горелки. Выходные отверстия съемных наконечников при этом должны быть равномерно удалены от поверхности ступицы на 100-150 мм по всему периметру.

Розжиг горелок производится от переносного запального устройства. В работу включаются одновременно две горелки. Воспламенившаяся смесь при ударе о ступицу создает кольцевое интенсивное пламя, обеспечивающее нагрев ступицы и расширение ее внутреннего диаметра. Это обеспечивает снятие колеса со ступицей и лопатками с вала под действием ее собственного веса.

3. КОРОТКОФАКЕЛЬНЫЕ ГОРЕЛКИ

Короткофакельное сжигание газа применяется в тех случаях, когда необходимо организовать интенсивное тепловыделение в ограниченном объеме. Устройство для сжигания газа выполняются, как правило, со смесительными устройствами в виде завихрителей воздуха и сменных газовых сопел, обеспечивающим заданную полноту горения топлива на располагаемой длине рабочего объема.

3.1. Горелки ГНП (модернизированные)

Горелки предназначены для сжигания природного газа и являются модернизированным вариантом широко распространенных устройств типа ГНП (разработка Теплопроекта).

Все основные габаритные и присоединительные размеры, а также площади проходных сечений оставлены без изменений. Тепловая мощность горелочного ряда из восьми горелок составляет от 0,13 до 2,5 МВт

Горелки выполняются в сварном исполнении со съемными газовыми соплами и взаимозаменяемы с устройствами старого типа. Особенностью горелок является выполнение съёмного завихрителя воздуха с углом поворота лопаток 30-60°. На монтажной плите предусмотрены патрубки для установки запального устройства и фотодатчика.

Горелки могут быть поставлены в комплекте с запальными устройствами, датчиками контроля пламени и горелочными камнями.

3.2. Горелка типа ВН

Горелка типа ВН предназначена для сжигания смеси коксового и доменного газов в нагревательных и термических печах. Разработано два типоразмера горелок.

Теплота сгорания газа – 1700 ккал/м³. Подогрев воздуха до 300 °С.

Горелка имеет съемный завихритель воздуха и газовое сопло с одним осевым и системой боковых отверстий, обеспечивающих равномерное распределение газа в вихревой поток воздуха и полное сжигание газа на длине не более 2,0 м.

3.3. Горелки КВР

Горелка КВР разработана для нагревательных и термических печей и поставляется в двух вариантах исполнения: для горизонтальной и для вертикальной компоновки.

Особенностью горелок является наличие встроенного в газовую часть электрода розжига и контроля пламени, а также осевой камеры воспламенения. Подводимый в горелку газ распределяется на два потока. Один поток газа подается в камеру воспламенения, где он смешивается с частью воздуха и воспламеняется от искрового разряда. Возникшее пламя является дежурным, которое воспламеняет основной газовый поток, вытекающий в закрученный поток воздуха. Кроме того, это пламя контролируется ионизационным датчиком, функцию которого после розжига выполняет высоковольтный электрод.

Горелки поставляются с различными горелочными камнями в зависимости от типа агрегата, на котором предполагается их установка. При вертикальной компоновке на печах для плавления базальта или на печах для обогрева ванн с расплавом цинка агрегатов непрерывного горячего цинкования, горелки поставляются с камнями, форма которых приведена на рис.3.3. В этом случае горелки формируют практически беспламенное сжигание газа, а горелочный камень работает как излучающая чаша.

При установке горелок на боковых стенах печей горелки комплектуются такими же камнями, как и горелки ГНП.

3.4. Горелки типа ГХВ

Устройства предназначены для сжигания природного газа в нагревательных, термических и сушильных печах.

Газовая горелка ГХВ-5

В состав устройства входят: корпус, газовое сопло, камера воспламенения, устройство розжига и устройство контроля пламени, горелочный камень.

Горелка комплектуется горелочным камнем с цилиндрическим каналом или с каналом, имеющим небольшой угол раскрытия или поджата в зависимости от технологической целесообразности.

Горелка ГХВ-5 может поставляться в комплекте с индивидуальным вентилятором.

Особенностью горелки является встроенная камера зажигания, в которую через её боковые отверстия нагнетается воздух, создавая в ней вихревой поток, и радиальными расходящимися струями нагнетается часть газа. Устройства электророзжига и ионизационного контроля пламени установлены на боковой стенке горелки таким образом, что их рабочие элементы находятся внутри камеры воспламенения.

Горелка ГХВ-40

В состав горелочного устройства входят: воздухоподводящий корпус, выходной канал, газовая часть, горелочный камень.

На крышке газовой части имеются отверстия для установки газовой трубы, визирной трубы для фотодатчика контроля наличия пламени, отверстие для установки устройства розжига, а также смотровой патрубков.

Внутри выходного насадка расположены: завихритель, электрод зажигания, газовое сопло и наконечник визирной трубы. Завихритель представляет собой диск, на периферии которого расположены лопасти, обеспечивающие крутку воздуха, а в центральной части – аксиальные отверстия для выхода воздуха. Газовое сопло имеет 12 радиальных отверстий.

Горелка ГХВ-40 имеет несколько модификаций, различающихся длиной выходного насадка. Модификация зависит от толщины огнеупорной кладки стен печи, на которой устанавливается горелка, т.е. от длины горелочного туннеля. Горелочный туннель составной. Он выполнен из горелочного камня и промежуточных огнеупорных колец.

Горелка может поставляться с горелочным камнем, имеющим конфузорный выходной канал.

3.5. Комбинированные вихревые горелки

Горелки предназначены для раздельного сжигания природного газа и жидкого топлива (мазут, дизельное топливо) в коротком вихревом факеле.

Технические характеристики комбинированных горелок

Наименование параметра	Размерность	Типоразмер					
		ГМТ-0,5	ГЖВ-3	ГЖВ-5	ГМТ-8	ГМСБ-14	ГЖУК-20
Номинальная тепловая мощность	МВт	0,5	3,0	5,0	8,0	14,0	20,0
Давление газа	кПа	30,0	30,0	30,0	3,0	25,0	-
Давление жидкого топлива	МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Давление распылителя	МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Давление воздуха	кПа	4,0	3,0	3,0	4,0	2,0	3,0
Температура воздуха	°С	500	15	15	800	15	200
Масса	кг						

Горелка имеет тангенциальный завихритель и центрально установленную сменную топливную часть.

У горелок малого размера (ГМТ-0,5) при замене вида топлива топливная часть полностью заменяется. У горелок ГМТ-8, ГМСБ-14 и ГЖУК-20 применена комбинированная топливная часть с установкой газового сопла и жидкотопливной форсунки.

Проход воздуха между лопатками завихрителя регулируется при помощи сменных дистанционных втулок.

Короткофакельные горелки применяют для отопления теплогенераторов, создающих теплоноситель, используемый в сушильных установках. Горелка ГЖВ-3 смонтирована на торцевой стенке футерованной камеры сгорания, выполненной с дополнительной рубашкой охлаждения, в которую нагнетается воздух от отдельного вентилятора. При работе установки воздух интенсивно охлаждает стенки камеры горения и через щелевой канал подмешивается к выходящим из нее продуктам сгорания. Для облегчения условий работы футеровки камеры горения, сжигание топлива производят с коэффициентом избытка воздуха $1,3 \div 1,45$.

3.6. Скоростные горелки

К короткофакельным горелкам можно отнести устройства со встроенной камерой горения.

Камера горения расположена в воздушном корпусе горелки и выполнена перфорированной по всей длине. Перфорация стенок камеры по её длине выполнена различными отверстиями в связи с различным назначением её передней и задней частей. Передняя часть камеры – зона предварительного смешения, воспламенения и горения; задняя часть – зона вторичного смешения.

Выходной наконечник сопла выполнен сменным и выбирается в зависимости от требуемой скорости истечения продуктов горения на выходе.

Горелочный камень для работы горелки не требуется.

Разработано шесть типоразмеров горелок ГС-30; ТГЦ-30; ГС-120; ГС-60; ГГН-500; ГГН-1,0. Горелки отличаются тепловой мощностью и элементами смесителей. Горелка ГГН-500 может поставляться в варианте для сжигания жидкого топлива.

При работе горелки газ вытекает в камеру горения через отверстия коллектора в торцевой стенке и интенсивно перемешивается с воздухом, проникающим в камеру через отверстия в передней части боковой стенки, то есть, перемешивание смеси происходит при взаимодействии пересекающихся струй. Воспламенение образовавшейся смеси производится от искрового разряда свечи зажигания или от пламени встроенного запальника.

Режим горения зависит от соотношения расходов топлива и воздуха, подаваемых в горелку. Если горелка предназначена для использования в низкотемпературных печах для термообработки металла, то в горелку подается избыточное количество воздуха. При этом интенсивное сгорание топлива происходит в передней части камеры горения. В задней части камеры горения происходит интенсивное разбавление образовавшихся продуктов воздухом. При этом из выходного наконечника горелки в рабочий объем печи вытекает смесь продуктов горения с воздухом заданной температуры.

Если в горелку подается стехиометрический объем воздуха, то в передней части камеры горения воспламенившаяся смесь сгорает с большим избытком топлива. Догорание остатков топлива происходит во второй части камеры горения и выносится в рабочий объем печи. При этом длина видимой части факела в зависимости от нагрузки может составлять более 1 м. Такой режим горения может привести к перегреву и разрушению выходного сопла.

Следует отметить, что горелки такого типа всегда работают с противодавлением в камере горения. Это усложняет настройку режима работы горелки, так как изменение одного параметра, например, расхода воздуха, приводит к изменению давления в камере горения и создает дополнительный подпор для истечения газа.

Скоростная горелка ГГН-1,0 поставляется в варианте, обеспечивающем раздельное регулирование подачи воздуха в форкамеру и в камеру вторичного смешения.

На входном воздушном патрубке горелки установлен двухлепестковый клапан, регулирующий раздельно подачу воздуха для горения топлива и для разбавления продуктов горения до требуемой температуры. Для улучшения смешения топлива с первичным воздухом в горелке установлен завихритель, а для разграничения зон горения и вторичного смешения – дополнительная перегородка.

Горелка ГПН-4 разработана для получения высокотемпературного и высокоскоростного факела, способного расплавлять тугоплавкие отложения (настыли), возникающие на футерованных поверхностях отражательных печей и их дымоотводящих каналов.

Горелка состоит из воздухоподводящего корпуса, камеры смешения с газоподводящей частью и опорно-поворотного устройства.

Газовая часть горелки состоит из ствола (кольцевого канала), патрубка для подвода газа и сопла с одним осевым и системой периферийных отверстий. Ствол газовой части соединен с камерой смешения.

Камера смешения состоит из перфорированного корпуса, входного воздухоприемного устройства с отверстиями для входа воздуха и выходной подпорной диафрагмы.

Регулирующее устройство предназначено для перераспределения потоков газа, вытекающих из отверстий газового сопла. Оно состоит из дросселя, тяги, шарнирного механизма, сальникового уплотнения, штурвала, фиксатора и указателя степени открытия дросселя.

При работе горелки происходит интенсивное перемешивание части газа с воздухом в камере смешения и воспламенение этой смеси. Часть газа, выходящая из центрального отверстия сопла, "простреливает" через камеру смешения в рабочее пространство теплового агрегата, формируя направленный скоростной факел вблизи и на поверхности настыва.

Воспламенение газа происходит сначала в выходном наконечнике воздушного корпуса, а затем горение развивается в рабочем объеме теплового агрегата.

Регулирование характеристик факела осуществляется путем изменения расхода воздуха и газа.

Горелка не комплектуется средствами розжига и контроля факела, так как она включается всегда при работе на минимальной нагрузке основных горелок теплового агрегата, когда температура в рабочем объеме печи не ниже 1000°C.

4. Горелки длиннопламенные

Для печей и топок, в которых необходимо иметь растянутое тепловыделение по длине рабочего пространства, разработаны длиннопламенные горелки различных конструкций. Особенностью горелок является истечение газа и воздуха с низкими скоростями параллельными струями. Горелки оснащены специальными стабилизаторами, обеспечивающими воспламенение газа непосредственно на выходе из горелки и предотвращение отрыва пламени.

Характеристики длиннопламенных горелок

Наименование параметра, размерность	Типоразмер									
	ГНК-0,6	ГНК-1,0	ГНК-1/В 1,0	ГНД-100	ГНД-150	ГНК-2,0	ГМС-2,5	ГМС-3,5	ГМС-5,0	ГМС-7,0
Тепловая мощность, МВт	0,6	1,0	1,0	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5	5,0	7,0
Давление газа, кПа	9,0	9,0	9,0	1,1	1,1	9,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Давление воздуха, кПа	5,1	5,0	5,0	1,8	1,8	4,0	6,0	4,0	5,0	6,0
Расход газа, м ³ /ч	55	86	90	100	150	200	300	350	500	700
Коэффициент избытка воздуха	1,05									
Масса, кг	50	72	110	96	124	130	245	305	350	395

В зависимости от технологического назначения горелки могут быть поставлены в различных вариантах компоновки: для горизонтальной, наклонной или вертикальной установки. Длина корпуса горелки также может изменяться в связи с технологическими требованиями.

Ниже приведены общие виды длиннопламенных горелок с указанием основных размеров и особенностью работы.

4.1. Горелка ГНК-0,6

Горелка ГНК-0,6 имеет входной распределитель для равномерного ввода воздуха в корпус горелки и съёмный наконечник, выполненный из жаростойкой стали. Вместо наконечника может применяться горелочный огнеупорный камень. Газовая часть имеет пластинчатый стабилизатор. На оси горелки установлен запальник.

При работе горелки часть газа из сопла радиальными струями вытекает за стабилизатор, где формируется устойчивый запально-дежурный факел. Основной поток газа вытекает вдоль оси горелки, формируя длинное пламя.

4.2. Горелка ГНК-1,0

Горелка ГНК-1,0 выполнена аналогично горелки ГНК-0,6, но отличается от неё тепловой мощностью и размерами.

4.3. Горелка ГНК-1,0(В)

Особенностью горелки является наличие дополнительного канала для подвода в зону горения вторичного воздуха. Для этой цели предусмотрен дополнительный патрубок и выходной канал, расположенный коаксиально каналу для истечения первичного воздуха и газа.

Горелка в таком исполнении обладает дополнительными возможностями по регулированию характеристик факела. При настройке соотношения "газ – первичный воздух", соответствующему коэффициенту расхода воздуха, равному единице, добавка вторичного воздуха по периферийному каналу обеспечивает спутное подмешивание воздуха в факел и снижение его температуры.

Возможен режим работы горелки, при котором коэффициент избытка воздуха в центральном насадке горелки поддерживается на уровне 0,5-0,6. При этом горение центрального факела происходит с большим химическим недожогом и наличием несгоревших продуктов разложения метана – окиси углерода и водорода. При подмешивании в этот поток воздуха из периферийного канала происходит постепенное догорание остатков топлива и дополнительное удлинение факела.

4.4. Горелка типа ГНД

Особенностью горелок этого типа является выполнение стабилизатора факела в виде короткой встроенной камеры предварительного смешения и горения. Камера выполнена с входной и выходной перфорированной стенками, во внутреннюю полость которой попадает часть газа и воздуха. Газ воспламеняется от пламени запальника, установленного на оси газового сопла. Основной поток газа вытекает из сопла вдоль оси горелки, воспламеняясь во встроенной камере, и догорает на большой длине.

4.5. Горелка ГНК-2

Горелка ГНК-2 отличается от предыдущих тепловой мощностью и конструкцией стабилизатора. Стабилизатор, установленный на выходном торце газовой трубы горелки, выполнен в виде перфорированного конуса, оканчивающегося шайбой. Истечение газа происходит из отверстий газового сопла вдоль конической поверхности стабилизатора. Смешение газа и воздуха происходит на пересекающихся струях внутри конуса, а воспламенение смеси – от пламени запальника, выходное отверстие которого находится в начальной части конуса. Воспламенившаяся обогащенная смесь сгорает в длинном факеле при подмешивании в неё воздуха, вытекающего из корпуса.

4.6. Горелки ГМС

Горелки ГМС включают в себя серию четырех однотипных устройств для сжигания природного газа с номинальными расходами 250, 300, 500 и 700 м³/ч. Горелки рассчитаны на использование холодного воздуха и воздуха, подогретого до 350 °С.

Центральный канал газовой трубы предназначен для установки мазутной форсунки.

5. ГОРЕЛКИ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ФАКЕЛА

Горелки предназначены для отопления агрегатов, тепловой режим которых изменяется во времени или требуется поиск и настройка оптимальных параметров. К таким агрегатам относятся трубчатые вращающиеся печи металлургического, огнеупорного или строительного производства, вельц-печи, печи для обжига пропантов, прокатки кокса и др.

Регулирование характеристик факела требуется в плавильных отражательных печах, в которых предусмотрено несколько мест для завалки шихты, в качающихся медеплавильных печах для плавки лома с торцевой системой отопления.

В зависимости от того, какие характеристики факела подлежат регулировке, применяют и различные технические средства в горелочных устройствах. К таким средствам относятся:

- изменение степени закрутки потока воздуха в горелке за счет применения лопаточного аппарата с приводом, позволяющим регулировать угол поворота лопаток. При установке плоскостей лопаток

завихрителя вдоль оси горелки поток воздуха в горелке не закручен и смешение топлива с воздухом не интенсивное. При этом формируется длинный факел с малым углом раскрытия. При повороте лопаток на угол 45-60° смешение реагирующих потоков интенсифицируется, угол раскрытия факела увеличивается, а длина факела сокращается;

- угол раскрытия вытекающего из горелки потока воздуха и, соответственно, факела зависит также от расстояния, на котором завихритель воздуха установлен относительно выходного торца горелки. Чем это расстояние меньше, тем угол раскрытия больше.

Для использования этого преимущества в некоторых горелках применен подвижный завихритель, место расположения которого в горелке относительно выходного торца регулируется;

- перераспределение потоков газа на выходе из горелки за счет применения двух подводов газа в горелку, в ее центральный и периферийный каналы. Причем из центрального канала истечение происходит сплошной струей с переменной скоростью, которая регулируется дросселем, изменяющим площадь выходного сечения аксиального сопла. Из периферийного сопла истечение газа происходит в виде системы радиальных струй в вихревой или прямоструйный поток воздуха. При этом обеспечивается различная степень перемешивания потоков и разные характеристики факела;

- действенным средством воздействия на тепловой режим в печи является изменение положения факела в рабочем объеме. Факел может располагаться на оси печи, быть прижатым к пересыпающемуся слою или наоборот удален от слоя. Для этой цели горелки могут поставляться с опорно-поворотным устройством, изменяющим угол наклона горелки по отношению к оси вращения печи.

При выборе горелок для вращающихся печей следует обращать внимание на следующее обстоятельство.

Горение топлива в печи происходит при его смешении с двумя потоками воздуха. К первому потоку относится воздух, который подводится в печь через корпус горелочного устройства. Этот воздух используется в основном для формирования первичной газозвушной смеси, организации формы вытекающего потока и стабилизации воспламенения.

Второй поток воздуха формируется из потока, подогретого воздуха, выходящего из охладителя готового материала, и присосов атмосферного воздуха в печь через неплотности торцевой головки и ее сочленения с печью.

В зависимости от особенностей технологического процесса и конструкции печи соотношения этих потоков могут существенно различаться. Соответственно, при одной и той же мощности горелки расходы первичного воздуха, нагнетаемого в ее корпус, могут существенно различаться в зависимости от фактических расходов вторичного воздуха. Это влечет за собой изменение и габаритных размеров горелки.

Ниже приведены образцы конструкций горелок с регулируемыми характеристиками факела, а их показатели в таблице.

Характеристики разработанных горелок

Наименование параметра	Типоразмер										
	ГПП-2,5	ГВП-4	ГВЦП-7	ГРДП-8	ГМГП-12	ГВП-15	ГГП-15	ГВП-30	ГВП-40	ГВПК-40	ГВП-65
Тепловая мощность, МВт	2,5	4,0	6,0	8,0	12,0	15	15	30	40	40	65
Расход газа, м ³ /ч	250	400	–	800	1200	1500	1500	3000	4000	4000	6500
Расход мазута, кг/ч	–	–	600	–	600	–	–	–	–	–	–
Давление топлива перед горелкой, кПа	2,0	30,0	0,6	10,0	6,0/0,6	60,0	350	30,0		200	30,0
Давление воздуха, кПа	2,25	3,0	2,5	1,5	2,5	1,1÷4,5	4,0	1,0	3,0	–	6,0
Давление кислорода										100	

5.1. Горелка ГПП-2,5

Горелка ГПП-2,5 разработана для отражательной качающейся печи для плавления медного лома с диаметром рабочего объема 2,0 м и длиной 6,0 м. Горелка работает с воздухом, подогретым до 400°С. Конструкция приспособлена для установки двух горелок на торцевой стенке печи под углом 10° к вертикальной плоскости и под углом 15° к горизонту.

Горелка состоит из воздухоподводящего корпуса, газовой части, завихрителя воздуха с устройством поворота лопаток и подвижного дросселя с регулирующим приводом.

Газовая часть горелки состоит из ствола, патрубка для подвода газа и сопла с одним осевым и системой периферийных отверстий.

Регулирующее устройство предназначено для перераспределения потоков газа, вытекающих из отверстий газового сопла. Оно состоит из дросселя, тяги, шарнирного механизма, штурвала, фиксатора и указателя степени открытия дросселя.

Завихритель воздуха предназначен для изменения степени закрутки вытекающего потока воздуха за счет изменения угла поворота лопаток. Завихритель состоит из втулки, в теле которой закреплены оси лопаток, собственно поворотных лопаток, рычагов и каретки с приводом, выведенным за пределы корпуса.

Неотъемлемым элементом горелки является горелочный камень, выполненный из двух составных частей, имеющий внутренний пережим, в котором имеется отверстие для ввода запального устройства.

При работе горелки возможны два варианта выхода газа из сопла – только через боковые отверстия и, одновременно, через центральное и боковые отверстия, и два варианта выхода воздуха – без закрутки и с закруткой при разной интенсивности.

Воспламенение газа происходит в пространстве горелочного камня от запального устройства, затем горение развивается в рабочем объеме теплового агрегата.

Регулирование характеристик факела осуществляется путем изменения расхода воздуха и газа, а также угла наклона лопаток.

Если воздух в корпусе горелки интенсивно закручен, а центральное газовое отверстие в газовом сопле перекрыто дросселем, то весь газ мелкими радиальными струями внедряется в завихренный поток воздуха и в рабочем пространстве горелочного камня образуется хорошо подготовленная смесь, которая интенсивно сгорает коротким пламенем с большим углом раскрытия.

Если центральное газовое отверстие в сопле открыто, то часть газа "простреливает" в горелочный камень по его оси, не успевая перемешаться с воздухом. При этом факел удлиняется, и максимальные температуры в нем достигаются на большом расстоянии от горелки.

Если при этом лопатки завихрителя установлены вдоль оси горелки, то закрутка воздуха отсутствует. Это делает смешение газа с воздухом еще менее интенсивным. При этом факел становится длинным и с малым углом раскрытия.

5.2. Горелка ГВП-4

Горелка ГВП-4 разработана для сжигания природного газа во вращающихся печах.

Газовая часть горелки выполнена из двух коаксиально расположенных труб, образующих каналы, в которые по отдельным патрубкам подведен газ. Каждый канал оканчивается сменным соплом. На поверхности наружного канала установлен лопаточный завихритель воздуха с приводом.

Корпус горелки имеет съемный выходной наконечник, установленный на штифтах, и приспособлен для двух вариантов монтажа горелки на печи.

Если горелка монтируется на торцевой головке печи неподвижно, то на корпусе горелки выполняется обычный монтажный фланец.

Если горелка выполняется подвижной, то в нижней части ее корпуса выполняются цапфы для монтажа горелки на опорно-поворотном кронштейне.

Кронштейн выполняется в виде навесной конструкции, которая крепится на торцевую стенку головки печи. В нижней части кронштейна на его неподвижном основании устанавливается поворотная платформа, которая может поворачиваться относительно вертикальной оси. На платформе установлены стойки, в которых на оси устанавливаются цапфы корпуса горелки. На этой же стороне корпуса горелки выполнена толкательная опора, которая при помощи тяги соединена с платформой. На кронштейне имеются специальные толкатели и стопоры, которые обеспечивают фиксирование поворота горелки в нужном положении.

При работе горелки воздух, подводимый в ее корпус, регулируется так же, как у горелки ГПП-2,5. Газ вытекает из центрального и (или) периферийного сопел. При этом формируется либо вихревой, либо прямоструйный факел. Расход газа по каждому каналу горелки составляет 400 м³/ч.

При необходимости изменить направление факела в печи в вертикальной плоскости поднимают или опускают заднюю толкательную опору. При этом корпус горелки поворачивается вокруг оси цапфы, и горелка изменяет угол наклона своей оси в вертикальной плоскости.

При необходимости изменить угол поворота горелки в горизонтальной плоскости толкателями поворачивают платформу вместе с цапфами вокруг ее оси.

На торцевой стенке горелки устанавливается электрогазовое запальное устройство и датчик контроля факела. Подводы газа и воздуха к горелке выполняются гибкими рукавами.

5.3. Горелка ГВцП-7

Горелка ГВцП-7 разработана применительно к использованию ее на вельц-печи при сжигании мазута. Горелка состоит из воздухоподводящего корпуса, мазутной форсунки, запального устройства и опорно-поворотного устройства. В горелке применен лопаточный аксиальный завихритель воздуха с приводом. Распыливание топлива производится пневматической форсункой.

Крепление корпуса горелки на опорно-поворотном устройстве выполнено при помощи хомутов, а поворот ее в горизонтальной плоскости осуществляется червячным механизмом. Для уплотнения установочного отверстия в торцевой стенке головки печи предусмотрено прижимное кольцо с пружинными элементами. Корпус горелки на его длине, находящейся в печи, защищен от перегрева наружной тепловой изоляцией. Датчик контроля пламени горелки расположен вне горелки на ее боковой стенке. Выходной наконечник воздушного корпуса – съемный.

5.4. Горелка ГРДП-8

Горелка состоит из двух основных частей: воздушного корпуса и газовой части. Воздушный корпус состоит из цилиндрической обечайки с установочным фланцем и патрубком подвода воздуха. На выходе из горелки установлена перегородка – стенка с футеровкой, обращенной в сторону рабочего объема печи. В этой же стенке установлены шесть цилиндрических патрубков, имеющих расширяющийся входной участок.

Газовая часть состоит из коллектора, на котором крепятся все газовые элементы. Через ось коллектора проходит центральная газовая труба. Причем, полость коллектора и полость центральной трубы между собой не связаны и имеют самостоятельные патрубки для подвода и регулирования расхода газа. На входе в центральную трубу расположена подпорная шайба. На выходе труба заканчивается наконечником с пластинчатым стабилизатором пламени. В стенку газового коллектора вварены шесть труб. Каждая труба оканчивается соплом, перед которым установлен завихритель воздуха. Регулирование длины факела осуществляется за счет перераспределения расхода газа по каналам горелки. Истечение воздуха из горелки всегда происходит в виде прямоструйного потока.

Распределение газа по каналам горелки зависит от требуемого режима ее работы. Одна часть газа подается по центральной газовой трубе. Другая часть газа подается в газовый коллектор, из которого по периферийным трубам попадает в шесть наконечников сопел. Газ, вытекающий из этих сопел, интенсивно перемешивается с вихревым потоком воздуха в наконечниках. Образующаяся смесь воспламеняется на выходе из горелочных каналов. При этом около устья горелки вокруг центрального потока газозвушной смеси развиваются шесть короткофакельных вихревых пламеней. Эти вихревые короткие пламена являются поясом для зажигания основного центрального факела. Для надежной стабилизации центрального факела, работающего без отрыва от горелки, расход газа на периферийные сопла должен составлять не менее 20% от общего расхода.

При такой организации подачи энергоносителей длина пламени регулируется, но угол раскрытия его остается практически постоянным. Следует также отметить, что при установке такой горелки на вращающейся печи горение газа происходит также за счет смешения его с воздухом, подсосываемым в печь из охладителя.

5.5. Горелка ГВП-15/L

Горелочное устройство предназначено для сжигания природного газа во вращающейся трубчатой печи при обжиге пропантов и форстеритового щебня. В связи с тем, что две технологии обжига с различным теплотреблением реализуются последовательно на одной вращающейся печи, для изменения режима работы горелки предусмотрены два типоразмера газовых сопел диаметром 9 и 14 мм.

Сжигание газа производится непосредственно в объеме печи. Установка горелочного камня не требуется.

В связи с тем, что торцевые головки вращающихся печей различаются длиной разгрузочной камеры, для обеспечения одинакового расположения выходного торца горелки при входе в печь, в конструкции горелки предусмотрена переменная длина корпуса L, которую необходимо указывать при заказе. Все остальные размеры горелки и параметры работы оставлены одинаковыми.

Периферийные газовые трубы выполнены в количестве 16 шт. и имеют съемные одноструйные сопла. Сопла установлены в насадках на центрирующих ребрах без завихрителей.

Центральная труба горелки является несущей конструкцией, на которой смонтированы все ее внутренние элементы. По оси этой трубы установлен электрогазовый запальник.

Наружная поверхность корпуса горелки на длине ее, заглубляемой в головку печи, покрыта двумя слоями теплоизоляции: мулитокремнеземистые плиты МКРП-340 и Supersil Sb. Теплоизоляция крепится к корпусу клеммерами.

Горелка формирует прямоструйный факел с малым углом раскрытия. Характеристики ее факела регулируются за счет изменения соотношения газа и воздуха.

5.6. Горелка отражательной печи ГМП-12

Горелка предназначена для совместного сжигания природного газа и мазута. В режимах нагрева шихты горелка работает только при сжигании природного газа, в режимах плавления и доводки на двух видах топлива.

Горелка состоит из корпуса, газовой части, завихрителя, механизма поворота лопаток, форсунки, запального устройства и датчика контроля пламени

Корпус представляет собой камеру с патрубком подвода воздуха выходного насадка, монтажного фланца с ребрами жесткости, патрубков для установки запальника и датчика контроля пламени.

На торцевом фланце горелки выполнен смотровой патрубок для наблюдения за состоянием внутренних элементов горелки.

Газовая часть состоит из трех коаксиально расположенных труб внутренней (направляющей), малой газовой и внешней газовой труб. Каждая газовая труба имеет патрубок подвода и выходное газовое сопло.

Лопаточный завихритель воздуха смонтирован на внешней газовой трубе горелки. Каждая лопатка при помощи тяги соединена с подвижной кареткой. Приводной механизм смонтирован на торцевом фланце горелки.

Распыливание мазута производится пневматической форсункой, стационарно установленной в центральном канале по оси горелки.

Регулирование характеристик факела (его длины и угла раскрытия) выполняют за счет изменения угла поворота лопаток завихрителя и перераспределения расходов газа на выходе из сопел в осевом и радиальном направлении. Горелка работает с горелочным камнем, выполненным в футеровке торцевой стенке печи.

5.7. Горелка ГП-15

Горелка предназначена для сжигания природного газа в плавильной анодной печи, установленной на качающихся опорах.

Горелка состоит из воздушного корпуса, газовой части, завихрителя, механизма поворота лопаток и акустического дросселя-резонатора.

Особенности горелки:

- давление газа перед горелкой на максимальной нагрузке – 3,5 ати;
- температура подогрева воздуха – 300⁰С.

Горелка работает по принципу регулирования характеристик факела за счет изменения степени закрутки воздушного потока, перемешивающегося со струями радиально вытекающего в него потока газа.

Особенностью горелки является также установка на входе в ее газовый тракт акустического дросселя-резонатора. Эта особенность вызвана невозможностью у потребителя снижения давления подводимого газа.

Газ с давлением 3,5 ати подводится во входной патрубок дросселя и со сверхзвуковой скоростью вытекает в резонансную трубу. Взаимодействие газовой струи, вытекающей из сопла Лавалья, со столбом газа в резонансной трубе приводит к возникновению в ней резонансных акустических колебаний. При этом происходит снижение давления вытекающего газа до 0,3 ати, увеличение его объема и распространение по газовому потоку внутри газовой трубы горелки периодических колебаний. Расширившийся поток газа вытекает из отверстий наконечника газового сопла, в виде системы расходящихся пульсирующих струй, которые внедряются в воздушный поток с образованием газозвушной смеси.

Характеристики образующегося факела зависят от угла поворота лопаток завихрителя воздуха, от соотношения расходов газа и воздуха и от частотных характеристик акустического резонатора, которые могут настраиваться при наладке.

5.8. Горелка ГВП-30

Горелка предназначена для сжигания природного газа во вращающихся печах для кальцинации и прокаливания глинозема. Особенностью горелки является то, что в горелку подается около 70% воздух, необходимый для полного сжигания топлива. Причем, воздух подогрет до 350-400⁰С в охладителе глинозема и значительно запылен.

Горелка имеет лопаточный завихритель воздуха с приводным механизмом поворота лопаток и газовое сопло, имеющее систему периферийных отверстий для истечения газа и одно осевое отверстие, площадь истечения которого регулируется за счет изменения положения дросселя.

Все механизмы, установленные внутри горелки и которые могут подвергаться абразивному воздействию набегающим запыленным потоком, закрыты защитным кожухом. Корпус горелки, находящийся внутри печи и ее выходной торец имеют обмазку из огнеупорного бетона.

Горелка устанавливается на корпусе торцевой головки печи стационарно.

5.9. Горелка ГВП-40

Горелка ГВП-40 разработана применительно к системе отопления вращающейся трубчатой печи для обжига огнеупорной глины.

В горелке применены известные средства регулирования характеристик факела: изменение угла поворота лопаток завихрителя воздуха, отдельный подвод газа двумя потоками и истечение газа мелкими радиальными струями и регулируемой аксиальной струей. Особенностью горелки является подвод воздуха в ее корпус в количестве около 10% от необходимого для полного сгорания топлива, так как основной поток воздуха в печь входит из охладителя.

Горелка подвешена на продольной балке, установленной на рабочей площадке печи рядом с разгрузочной головкой, и может перемещаться на роликах.

Розжиг горелки осуществляется электрогазовым запальником, устанавливаемым вне горелки около ее корпуса.

Горелка находится в стадии освоения и настройке требуемого теплового режима в зависимости от типа обжигаемого сырья.

5.10. Горелка ГВПК-40

Горелка ГВПК-40 разработана применительно к вращающимся печам для обжига магнезита. Необходимость в разработке возникла в связи с требованием повышения температуры факела, его удлинения и невозможности достижения этих целей при штатных горелках ВРГ-4 конструкции САФ "ВНИИпрома". Горелка ВРГ-4 имеет один канал для подвода газа, заканчивающийся выходным наконечником с дросселем на оси и лопаточным завихрителем газа. Воздух для горения подсасывается в печь через охладитель.

Увеличение расхода газа на горелку приводит к увеличению скорости его истечения из сопла. Несмотря на наличие воздуха с температурой около 700⁰С горение газа происходит с отрывом факела от горелки. При увеличении скорости истечения газа отрыв факела увеличивается, несмотря на то, что струя газа интенсивно подсасывает воздух. После воспламенения вспыхнувшая смесь сгорает на короткой длине печи. Для расширения возможностей регулирования длины факела в качестве стабилизирующего фактора предложена подача в выходное сечение наконечника кислорода через отдельное центральное сопло.

Горелка состоит из корпуса, центрального кислородопровода с соплом, крышки, рукоятки и дополнительных элементов.

Кислородная часть горелки выполнена подвижной и состоит из ствола, подводящего патрубка, выходного сопла, хвостового винта с заглушкой и центрирующих опор со стопорными болтами. Выходное сопло выполнено съемным с возможностью изменения диаметра отверстия на выходе. Подбор сопла определяется при испытании горелки.

Горелка может работать в двух режимах: без подачи кислорода и с подачей кислорода.

При работе без подачи кислорода истечение газа происходит через кольцевой зазор между наконечником корпуса и соплом кислородной части. Площадь кольцевого зазора регулируется за счет перемещения кислородной части горелки. При заглублении кислородного сопла в корпус горелки площадь кольцевого зазора увеличивается и при постоянном расходе газа скорость его истечения уменьшается.

При выдвигании кислородного сопла из горелки площадь кольцевого зазора уменьшается и при постоянном расходе газа скорость его истечения увеличивается.

Скорость истечения газа может регулироваться также за счет изменения давления газа перед горелкой. При этом также изменяется и расход топлива.

Регулирование характеристик факела осуществляется за счет изменения расхода кислорода. При работе горелки на номинальной нагрузке и подаче кислорода в количестве не более 500 м³/ч воспламенение газа происходит непосредственно на выходе из сопла. Отрыва факела от сопла не происходит и факел удлиняется. Горелка подвергалась испытаниям. Зафиксировано увеличение температуры обжига и качества материала.

5.11. Горелка ГВП-65

Горелка ГВП-65 разработана для отопления природным газом вращающейся печи, у которой отсутствует прямой переток воздуха из охладителя. Разработано и опробовано в работе два варианта горелки, различающиеся конструктивным выполнением газовой части. При любом варианте выполнения горелка устанавливается на рабочей площадке у разгрузочной головки печи на специальной напольной опоре. Опора выполнена в виде массивного основания из швеллеров, на котором размещена поворотная площадка, способная поворачиваться вокруг вертикальной оси на роликовом подшипнике. На площадке установлена стойка с шарнирами, в которых размещены оси цапф, приваренные к корпусу горелки в месте нахождения ее центра массы. На площадке установлен также подъемный механизм горелки, выполненный в виде винтового домкрата.

Один из вариантов выполнения газовой части горелки показан на рис. 5.11. Особенностью этого варианта является то, что газовая часть выполнена неподвижной и жестко связанной с воздушным корпусом. Газовая часть состоит из двух коаксиально расположенных труб, образующих каналы для прохода газа. Каждый канал имеет отдельный входной патрубок для подвода газа и отдельное выходное сопло для его истечения. Истечение газа из периферийного сопла производится через три ряда радиальных отверстий. Истечения газа из центрального канала происходит через одно аксиальное отверстие, на оси которого установлен дроссель, имеющий привод.

У выходного торца газовой части установлен завихритель воздуха с механизмом привода.

Для удобства монтажа газовой части в корпусе горелки она имеет шарнирную опору с возможностью центровки.

Разработан вариант устройства горелки с подвижной газовой частью. Газовая часть выполнена в виде одного газового ствола, установленного на опорные ролики. На оси газового ствола установлено электрогазовое запальное устройство. На выходной стороне газового ствола выполнен сопловой наконечник, имеющий одно центральное выходное отверстие и три ряда периферийных отверстий. Кроме того, в этой части ствола у наконечника установлены два подвижных дросселя с приводами, выведенными за пределы корпуса горелки.

Центральный дроссель при своем перемещении может перекрывать частично или полностью аксиальное отверстие между направляющей трубой запального устройства и стенкой центрального отверстия наконечника.

Периферийный дроссель при своем перемещении может перекрывать частично или полностью несколько рядов отверстий в боковой стенке наконечника.

Оба дросселя имеют возможность перемещения независимо друг от друга и фиксирования в любом положении, и, тем самым, перераспределения общего расхода газа по газовыпускным отверстиям наконечника. Этим регулируется расход газа, вытекающий по оси горелки и радиально по ее сечению. Тем самым, изменяется качество смешения газа и первичного воздуха и, соответственно, последующая интенсивность горения подготовленной смеси.

В качестве дополнительной возможности регулировать качество смешения предусмотрено перемещение всей газовой части горелки вместе с завихрителем в воздушном корпусе вдоль его оси.

Для этой цели в нижней части газового ствола, находящейся за пределами воздушного корпуса, на его поверхности установлена зубчатая рейка, входящая в зацепление с шестерней, установленной на кронштейне воздушного корпуса. Между газовой трубой и торцевым фланцем воздушного корпуса выполнен кольцевой зазор с уплотнением.

При вращении приводного колеса шестерни газовая труба вместе с завихрителем и всеми находящимися на ней элементами может перемещаться вдоль оси воздушного корпуса и изменять свое положение относительно его выходного торца.

При этом возможны дополнительные режимы сжигания. Например, если газ вытекает через периферийные отверстия газового наконечника, а лопатки завихрителя воздуха установлены под углом 45° к оси и газовое сопло и завихритель находится вблизи выходного отверстия воздушного корпуса, то при этом формируется факел с большим углом раскрытия – до 90° . При этом практически все процессы смешения и горения начинаются за пределами горелки. Если при том же режиме истечения газа и при том же угле поворота лопаток вся газовая часть вместе с завихрителем максимально удалена от выходного отверстия корпуса, то все процессы предварительного смешения завершаются внутри корпуса горелки и на выходе из нее формируется короткий вихревой факел с малым углом раскрытия.

6. ГОРЕЛКИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В этом разделе собраны горелочные устройства, разработанные для специальных условий сжигания газа, определенных технологическими особенностями агрегатов.

6.1. Горелка ГПС-2,0

Для печей плавления алюминиевого лома важным фактором теплового режима является быстрый нагрев шихты до получения расплава и обеспечение полного расходования кислорода в факеле до его касания поверхности ванны. Такой режим ведения плавки существенно сокращает угар металла.

Горелка для таких целей ГПС-2,0 разработана для печей плавления алюминиевого лома.

Горелка имеет воздухоподводящий корпус, газоподводящий патрубок с соплом, стабилизатор и составной горелочный блок.

Стабилизатор выполнен в виде конической перфорированной шайбы, установленной на газовой трубе, и поджатой газовым соплом с системой радиальных отверстий. В стабилизаторе выполнены отверстия для запальника и визирной трубы фотодатчика.

Горелка имеет два огнеупорных камня: основной и вспомогательный. Основной камень выполнен как горелочный блок, являющийся неотъемлемой частью горелочного устройства. Он имеет монтажный фланец, корпус из жаростойкого металла с внутренней ошиповкой и собственно горелочный камень, выполненный из огнеупорного бетона. Внутренний канал горелочного блока выполнен в виде конфузора, покрытого глазированной обмазкой. На входной стороне горелочный блок имеет цилиндрический выступ для сочленения с корпусом горелки. Горелка и горелочный блок соединяются друг с другом монтажными фланцами. Общая конструкция устанавливается на горелочной плите печи при помощи монтажного фланца горелочного блока.

Вспомогательные камни состоят из двух частей и предназначены для установки горелочного блока в кладке печи. Наружный камень выполнен из шамота класса Б и предназначен в основном для снятия изгибающих нагрузок с горелочного блока и обеспечения требуемой направленности факела. Внутренний камень выполнен из МЛС-62 и установлен на входе газов в рабочий объем печи. Основное назначение внутреннего камня – предотвращение возможного смещения горелочного блока и исключение отрицательного воздействия на блок атмосферы рабочего объема печи.

Основной принцип работы горелки заключается в интенсивном перемешивании смеси за стабилизатором и предварительном сжигании части природного газа в горелочном блоке. Продукты неполного горения при движении в сужающемся канале на выходе из горелочного блока имеют температуру около 1100⁰С и при скорости около 100 м/с вытекают в рабочий объем печи. Догорание газа происходит в объеме печи на длине 1,5 м.

6.2. Горелка ГШМП-350

Горелка ГШМП-350 разработана применительно к шахтной медеплавильной печи с целью снижения расхода твердого топлива в шихте. Горелка разработана по заказу производства полиметаллов ОАО "Уралэлектромедь".

Горелка устанавливается на водоохлаждаемом кессоне печи и состоит из двух основных частей: корпуса и газовой части.

Корпус содержит приемную камеру с фланцем для установки газовой части, патрубок подачи воздуха, патрубок аварийного слива горячего металла и выходной ствол с монтажным фланцем, входящим в состав кессона.

Газовая часть состоит из газовой трубы со сменным соплом и установочного фланца с бойонетным затвором.

Газовая труба выполнена с возможностью перемещения ее вдоль оси воздушного корпуса. Максимальный ход газовой части – 100 мм.

Горелка работает по принципу устройств с отдельной подачей газа и воздуха, перемешиванием реагирующих потоков в рабочем объеме печи и сгоранием смеси на поверхности кусков шихты.

Режим работы горелки может изменяться за счет изменения соотношения расходов газа и воздуха, положения газового сопла относительно выходного торца корпуса и качества смешения, зависящего от типа сопла.

Горелка на печи устанавливается на уровне расплава металла. При колебании хода печи уровень расплава может также колебаться. При этом возможен заброс расплава в горелку. Для предотвращения закупоривания корпуса горелки расплавом в ней предусмотрен аварийный патрубок, в котором установлена легкоплавкая вставка. При этом место возможного слива металла из горелки закрывается защитным ограждением.

Особенностью работы горелки является ее эксплуатация при противодавлении в рабочем объеме, которое может составлять одну и более атм. Поэтому давление энергоносителей, указанное в таблице является избыточным по отношению к давлению в рабочем объеме печи.

6.3. Горелка ПГМ-Р-Б

Горелка ПГМ-Р-Б разработана по заказу ОАО "Металлургический завод им. А.К. Серова" и предназначена для раздельного и совместного сжигания природного и доменного газа в топке котельного агрегата типа Е50-14.

Горелка состоит из коаксиально расположенных труб, образующих каналы для истечения энергоносителей. На оси горелки установлена направляющая труба для размещения пневматической форсунки.

Кольцевой канал для подачи природного газа выполнен из двух коаксиальных труб, имеет радиальный газоподводящий патрубок и сопловой насадок. Насадок имеет три ряда отверстий для истечения газа, направленные в разные стороны: вдоль оси горелки, на периферию и в центр.

Воздухоподводящий патрубок горелки соединен с двумя воздушными каналами: центральным и периферийным. Центральный воздушный канал образован направляющей трубой форсунки и внутренней трубой газового канала. Периферийный воздушный канал образован наружной трубой газового канала и внутренней стенкой короба доменного газа. В каждом канале около выходного торца установлен завихритель воздуха с радиальными лопатками.

Короб доменного газа имеет коническую наружную обечайку с выходным насадком и с отклоняющим шибером.

При работе горелки воздух, подводимый в ее корпус, разделяется на два потока, каждый из которых вытекает в горелочную амбразуру через завихритель, образуя в ней общий вихревой поток.

Истечение природного газа происходит через три ряда отверстий в сопловом насадке. Через отверстия одного ряда истечение происходит струями, оси которых параллельны оси горелки. Через отверстия второго ряда истечение происходит радиальными расходящимися струями в периферийный вихревой поток воздуха.

Истечение из отверстий третьего ряда происходит наклонными струями, сходящимися на оси горелки в амбразуре.

Такая схема раздачи газа в поток воздуха обеспечивает качественное перемешивание потоков и короткофакельное сжигание.

6.4. Горелка ГГСУ-75Д

Газовая горелка ГГСУ-75Д разработана для газосбросного устройства, предназначенного для сжигания избытков доменного газа, сбрасываемого в атмосферу.

В состав газосбросного устройства входит вертикальный газоподводящий ствол высотой 60 м, на торце которого установлены четыре газовых горелки (оголовка). Каждая горелка на входной стороне имеет блок предварительного смешения, состоящий из шести сменных сопел и смесительных труб. На входе в каждый смеситель установлены поворотные жалюзи для регулирования количества подсосываемого воздуха. Над выхлопным торцом смесительных труб установлена футерованная камера горения диаметром 2,1 м и высотой 1,5 м. На выходном торце камеры горения установлены четыре камеры зажигания, оборудованные горелками для сжигания природного газа и запальными устройствами.

Вся установка ГСУ размещена на металлической этажерке, являющейся несущей конструкцией для технологических трубопроводов и горелок.

Горелка ГГСУ-75Д работает следующим образом.

При увеличении давления доменного газа в подводящем коллекторе до 12 кПа открывается автоматизированная задвижка и начинается подача газа в вертикальный ствол ГСУ, производится автоматический запуск дутьевого вентилятора и открывается клапан на газопроводе подачи природного газа в запальные горелки.

При повышении давления доменного газа до 12,5 кПа на одной из четырех факельных стволов открывается регулирующая задвижка, и газ поступает в горелку ГГСУ-75Д, установленную на этом отводе.

Одновременно включаются запально-сигнализирующие устройства, встроенные в камеры зажигания, в которые подается воздух от предварительно включенного вентилятора.

После поступления сигнала о работе запально-сигнализирующих горелок, открывается подача природного газа в камеры зажигания. Возникшие четыре дежурных факела, развиваясь по радиусам в выходном сечении камеры горения, создают зону зажигания для доменного газа.

Поток доменного газа в конце факельного ствола разделяется по шести патрубкам, оканчивающихся соплами. При истечении газа из сопла в смеситель происходит эжекция атмосферного воздуха в вытекающую струю. Количество эжектируемого воздуха регулируется цилиндрическим жалюзи.

Образовавшаяся негорючая, но частично подготовленная смесь, при истечении из смесителей перемешивается с дополнительным атмосферным воздухом, который входит в камеру горения через ее нижние открытые сечения. Общий поток смеси воспламеняется в камере горения от факелов, формируемых камерами зажигания. При этом начинается дожигание избытков доменного газа и снижение его давления в подводящем канале ГСУ.

Если давление доменного газа в подводящем канале остается предельно высоким, автоматически включается процедура подачи доменного газа во второе и последующие горелочные устройства, вплоть до пропуска максимального проектного расхода в 320 тыс. м³/ч.

При значительном уменьшении давления доменного газа в подводящем коллекторе происходит автоматическое отключение одной или нескольких горелок ГСУ-75Д. При этом камеры воспламенения отключенных горелок остаются в работе в режиме ожидания.

Указанные циклы повторяются в зависимости от режима работы доменных печей и режима работы потребителей доменного газа.

Настройка режима сжигания газа производится регулированием степени открытия жалюзи для подсоса воздуха, подбором диаметра выходных сопел и количества смесительных труб.

6.5. Горелка ветроустойчивая для мемориальных комплексов ГВД

Горелочное устройство ГВД предназначено для сжигания природного или сжиженного газа в мемориальных комплексах типа "Вечный огонь".

В состав поставляемого оборудования входит собственно горелка и камера сгорания с вспомогательными элементами. На этом же рисунке приведен пример рекомендуемого размещения горелки в пьедестале.

Горелка представляет собой устройство с частичным предварительным смешением газа с воздухом и воспламенением смеси на стабилизаторе и горением основной массы газа в диффузионном факеле. Выходные концы газовыпускных труб изогнуты и позволяют изменять форму факела. При наладке над горелкой установлены электроды розжига и контроля факела.

В связи с большим разнообразием мемориальных комплексов и условий их эксплуатации Заказчик самостоятельно выполняет проектные и монтажные работы. Изготовитель горелки оказывает только консультативную помощь.

Среди основных рекомендаций необходимо отметить следующие:

- обязательная организация доступа воздуха через тело пьедестала к месту размещения горелки;
- обязательный отвод дождевых осадков из колодца, в котором установлена горелка.

6.6. Горелка ГСМ-2,0 ("Олимпийский огонь")

Горелочное устройство ГСМ-2,0 предназначено для сжигания природного газа на спортивном монументе, типа "Олимпийский огонь" при выполнении триумфальных мероприятий.

Для обеспечения работы горелки в комплект оборудования должны входить следующие элементы:

- горелка в сборе;
- установочный комплект;
- арматурная станция;
- щит управления и контроля.

Газовая горелка состоит из ветроустойчивой смесительной части, камеры воспламенения и контроля дежурного факела, газового коллектора с ветрозащитным контуром, теплозащитного экрана и опорной рамы.

Все элементы собраны как единый узел, устанавливаемый на установочный монтажный комплекс.

В состав газозооушной смесительной части входят: корпус, коллектор, смеситель, газовые трубки и стабилизатор.

В камере горения установлен электрод контроля пламени, выполненный из нихрома, размещенного в изоляторе. На выходе из горелки располагается электрод розжига. Газозооушный смеситель устанавливается в центральной втулке камеры горения на опорном кольце и стопорится от произвольного смещения зажимами.

Газовый коллектор выполнен из трех составных частей, соединенных на сварке. Центральная часть выполнена из сегментов труб диаметром 89 мм. Периферийная часть выполнена прямоугольной из труб диаметром 57 мм. Обе части соединены радиальными переходными трубами. По всей поверхности коллектора в верхней части труб выполнены отверстия для истечения газа.

Под периферийной частью коллектора расположены опорные уголки, которые крепятся к теплозащитному экрану, закрывающему чашу монумента от излучения факела.

Экран выполнен из листовой нержавеющей стали с внутренней изоляцией из асбестового картона КАОН-1-10.

Центральная часть экрана имеет окно для размещения камеры горения и ветроустойчивой смесительной части.

Под экраном расположена опорная рама, которая крепит горелочное устройство к чаше спортивного монумента.

По всему периметру перфорированной части коллектора с обеих сторон труб выполнено защитное ограждение из листовой стали высотой 175 мм. Над трубой установлен уголкового стабилизатор пламени.

Горелка имеет два подвода газа. Один подвод выполнен к смесительной газозвоздушной части, другой – к газовому коллектору.

Все газовые коммуникации и кабели управления расположены в несущей колонне, установленной на пьедестале, в котором размещены:

- сборка газовой арматуры, обеспечивающая подачу, регулирование и отсечку подачи газа в элементы горелки;

- шкаф управления, обеспечивающий работу горелочного устройства в автоматическом и ручном режиме управления, в том числе подачу высоковольтного напряжения на электрозапальное устройство, приемку сигнала о наличии центрального пламени в камере горения, выполняющего роль дежурного пламени и отсечку подачи газа в аварийных ситуациях.

Работа горелки производится следующим образом.

При розжиге горелки включается подача электронапряжения 8-10 кВ на электрод розжига и одновременно открывается электромагнитный клапан на газопроводе, подводящем газ в центральную смесительную часть. Возникшее пламя выходит из смесительной части в виде веерообразного факела и контролируется ионизационным электродом.

Пламя короткое и не превышает высоту чаши. При этом пламя на выходе из камеры горения развивается вдоль внутренней поверхности центрального коллектора, в который начинается подача основного газа.

Вначале загораются струи газа, вытекающие радиально в сторону камеры воспламенения. Затем воспламеняются струи, вытекающие на всей его поверхности. Затем происходит переброс пламени по перекидным перфорированным трубам на основной периферийный коллектор. Пламя, защищенное от ветра, стабилизируется на уголке-стабилизаторе и развивается по периметру чаши высотой 1,5-2,0 м.

6.7. Сводовая панельная горелка зажигательного горна

Горелки разработаны в составе системы отопления зажигательного горна агломерационной машины для спекания металлургической шихты. Зажигательный горн представляет собой камерную конструкцию из сборных элементов, футерованных волокнистыми огнеупорами.

Свод горна выполнен из съемных панелей. Каждая панель является воздухоподводящим коллектором и одновременно общим воздушным корпусом для установки топливоздушных частей горелок. Количество горелок на одной панели переменное и зависит от ширины горна. Количество сводовых панелей зависит от требуемой длины горна.

Горн поставляется в разобранном виде после контрольной сборки при изготовлении.

В комплект поставки входят: металлоконструкции, включая опорные стойки, боковые, торцевые и сводовые панели, горелки, газопроводы с арматурой и опорными стойками, устройствами розжига и контроля пламени.

Для установки каждой горелки на панели предусмотрен установочный портал в виде монтажного окна с входным и выходным проемами. На нижнем проеме устанавливается горелочный камень, в центральное отверстие которого вводится топливосмесительная часть и закрепляется на фланце портала. Топливосмесительная часть имеет камеру смешения, на оси которой установлено электрозапальное устройство и визирная труба фотодатчика.

При работе горна воздух подводится в сводовые панели-коллектора и разводится равномерно по всем горелочным устройствам. На выходе из топливосмесительной части каждой горелки в горн вытекает вихревой поток воздуха. Каждая горелка горна зажигается индивидуально при открытии на ее газопроводе отсечного электромагнитного клапана и при подаче электрического напряжения на электрод розжига. Факел каждой горелки контролируется собственным фотодатчиком. При нарушениях режима работы закрывается подача газа только на ту горелку, датчик контроля факела которой сигнализирует об аварийной ситуации.

Техническая характеристика горелки:

- тепловая мощность, кВт – 400;
- топливо – смесь природного, коксового и доменного газов в различных соотношениях; газ ферросплавных печей;
- давление топлива, кПа – не более 6;
- давление воздуха, кПа – не более 3,5.

Публикации наших сотрудников

1. А.В. Арсеев. Сжигание природного газа.
2. Маслов В.И., Винтовкин А.А., Дружинин Г.М. Рациональное сжигание газообразного топлива в металлургических агрегатах. – М. Металлургия, 1987. – 112 с.
3. А.А. Винтовкин, В.М. Удилов. Горелочные устройства обжиговых агрегатов металлургического производства. Челябинск, Металлургия. Челябинское отделение, 1991. – 336 с.
4. А.А. Винтовкин, М.Г. Ладыгичев, В.Л. Гусовский, Т.В. Калинова. Горелочные устройства промышленных печей и топок. Справочник. – М., "Интермет Инжиниринг", 1999. – 560 с.
5. А.А. Винтовкин, М.Г. Ладыгичев, В.Л. Гусовский, А.Б. Усачев. Современные горелочные устройства (конструкции и технические характеристики). Справочник. Машиностроение-1, 2001. – 496 с.
6. А.А. Винтовкин, М.Г. Ладыгичев, Ю.М. Голдобин, Г.П. Ясников. Технологическое сжигание и использование топлива. – М., Металлургия, 1998. – 286 с.

Контактная информация

ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники»
(ОАО «ВНИИМТ»)

620137, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, д. 16

Генеральный директор

Зайнуллин Лик Анварович

Тел. +7 (343) 374-03-80

Email: aup@vniimt.ru

www.vniimt.ru