

Изобретение относится к области газовой сварки и резки металлов, а именно, к газовым горелкам и газовым резакам.

Известен способ работы газовой горелки, заключающийся в инъекции горючего газа потоком кислорода и их смешение с образованием горючей смеси [1].

Газовая горелка, в которой реализуется этот способ, состоит из корпуса с подводящими каналами кислорода и инжектируемого им горючего газа, инжектора с центральным соплом для истечения кислорода в камеру смешения, кольцевого, окружающего инжектор, сопла для засасывания горючего газа в камеру смешения при создании в ней разрежения за счет большой скорости истечения кислорода, сменного наконечника, внутри которого по оси выполнена камера смешения и мундштука, расположенного на выходе из наконечника.

Эти технические решения приняты за прототипы заявленных изобретений.

В охарактеризованных способе и устройстве перемешивание горючего газа и кислорода в них осуществляется только за счет вязкостного трения. При этом не удается достичь на выходе из камеры смешения достаточной гомогенизации горючей смеси, в результате чего имеют место химический и механический недожеги, приводящие к непроизводительным затратам горючего газа.

В основу настоящего изобретения положена задача создания нового способа работы и устройства газовой горелки с высокой эффективностью работы за счет улучшения качества смешения горючего газа с окислителем и получения высокогомогенизированной горючей смеси, что приводит к уменьшению расхода горючего газа.

Достижение этого путем увеличения длины камеры смешения (по сути, увеличение времени контакта при смешении) возможно, но не рационально, т.к. ведет к возрастанию массогабаритов горелки и повышению гидродинамического сопротивления ее проточной части.

Поэтому для достижения решения поставленной задачи предлагается заявляемый способ, сохраняющий инъекцию потоком кислорода горючего газа и их смешение с образованием горючей смеси, согласно изобретению, кислород для инъекции горючего газа подают со сверхзвуковой скоростью, а смешение его с горючим газом осуществляют в два этапа. На первом этапе кислород и горючий газ предварительно смешивают в потоке при постоянном давлении до получения сверхзвуковой скорости смеси, а на втором - обеспечивают переход сверхзвукового течения этого потока смеси на дозвуковое в скачке уплотнения, пройдя через который смесь одновременно сжимается и окончательно гомогенизируется на молекулярном уровне.

Для реализации заявляемого способа предлагается газовая горелка, содержащая корпус с каналами для подачи кислорода в центральное сопло инжектора и горючего газа в кольцевой канал, сообщающийся с помощью отверстий с кольцевым соплом и, расположенную за выходным сечением сопла камеру смешения, согласно изобретению, сопло в инжекторе выполнено с расширяющейся (по ходу течения газа) конической частью, а камера смешения состоит из двух участков, первый из которых выполнен конически сужающимся, а сопряженный с ним второй участок выполнен цилиндрическим.

Известно, что если сечение канала постоянно, то дозвуковой поток в нем будет ускоряться (следовательно, давление в нем будет повышаться). При этом непрерывный поток через скорость звука в канале постоянного сечения невозможен (2, с.325). Следовательно, в таком канале возможно только прерывистое (с разрывом параметров) торможение сверхзвукового потока, и это есть не что иное, как резкое сжатие потока в скачке уплотнения с переходом на дозвуковой режим (2, с.317). Это явление предусмотрено заявителем. Оно происходит во втором участке камеры смешения ~ цилиндрическом (т.е. канале постоянного сечения), в котором осуществляют переход сверхзвукового потока горючей смеси к дозвуковому в скачке уплотнения.

Возникновение такого скачкообразного изменения параметров (давления, температуры, плотности) осуществляется на очень малой длине, порядка длины свободного пробега молекул (3, с. 164), (4, с.240-241), что свидетельствует о том, что здесь имеет место внутренний молекулярный процесс, связанный с переходом кинетической энергии упорядоченного потока в энергию беспорядочного теплового движения молекул. В заявляемом способе сверхзвуковым потоком является смесь кислорода и горючего газа, которая, пройдя через скачок, дополнительно перемешивается на молекулярном уровне и, следовательно, возрастает степень ее гомогенизации.

Для достижения всего этого необходимо, как подчеркивалось выше, сверхзвуковое течение смеси на входе в цилиндрический участок камеры смешения. Очевидно, что скорость смеси газов будет иметь промежуточное значение между скоростью истечения кислорода и скоростью истечения горючего газа в камеру. Следовательно, для того, чтобы скорость смеси была сверхзвуковой, необходимо, чтобы скорость по крайней мере одного из газов (в данном случае - кислорода, т.к. он является активным, инжектирующим агентом) была также сверхзвуковой. Известно, что для получения сверхзвукового потока при истечении через сопло к соплу необходимо добавить расширяющуюся часть (2, с.313, 315). Это предусмотрено заявителем путем добавления расширяющейся конической части к сужающемуся кислородному соплу в инжекторе.

Известно, что сверхкритическое истечение приводит к более глубокому расширению газа в сопле (2, с.315). Это означает, что давление за кислородным соплом (в камере

смешения) будет ниже, чем в случае, если это сопло будет как в прототипе, сужающимся (дозвуковым). Следовательно, начальный участок камеры смешения должен быть таким, чтобы это давление, по крайней мере, не понижалось, т.е., чтобы на начальном участке камеры в процессе смешения давление оставалось постоянным. Это условие также предусмотрено заявителем: на первом этапе кислород и горючий газ смешиваются при постоянном давлении и для этого начальный участок камеры смешения выполнен конически сужающимся. Углы раскрытия расширяющейся части кислородного сопла и начального участка камеры смешения должны находиться в пределах до 15° , т.к. при больших углах имеет место отрыв потока от стенок (в сопле) и ухудшение гидродинамики течения в камере, что приводит к значительным потерям кинетической энергии потоков (5, с.371).

Сущность заявляемого технического решения иллюстрируется чертежом, на котором предстаолен общий

вид газовой горелки и в разрезе ее часть, в которой осуществляется приготовление горючей смеси.

Газовая горелка содержит корпус 1 с каналом 2 для подачи кислорода в центральное кислородное сопло 3 инжектора 4. В корпусе 1 имеется также канал 5 для подачи горючего газа, сообщенный с кольцевым каналом 6, который, в свою очередь, соединен с кольцевым соплом горючего газа 7 через отверстия 8, расположенные в сменном наконечнике 9. Кислородное сопло имеет на выходе расширяющуюся коническую часть 10 для обеспечения истечения кислорода со сверхзвуковой скоростью.

В наконечнике 9, по его центральной оси расположена камера смешения, состоящая из двух участков; первого (по ходу движения газов) конически сужающегося участка 11 и второго, сопряженного с первым по малому диаметру конуса, цилиндрического участка 12. Такой профиль участков обеспечивает, как указывалось выше, возникновение в камере скачка уплотнения и, соответственно, высокую степень гомогенизации горючей смеси. Наконечник имеет выходной канал 13, который может быть расширяющимся, сужающимся либо цилиндрическим, в зависимости от заданных для данных условий сварки параметров смеси на выходе, для чего наконечник выполняется сменным.

Горелка имеет рукоятку (держатель 14), установленную на трубках 15, 16 для подачи кислорода и горючего газа и соответствующие регулирующие элементы 17 и 18

Горелка работает следующим образом. Включают подачу кислорода и, после создания в камере смешения разрежения за счет сверхзвукового истечения кислорода, включают подачу горючего газа. В качестве горючего газа используют пропан-бутан, ацетилен, природный газ и др. Газы смешиваются в коническом участке 11 камеры при постоянном давлении (равном разрежению в камере) и в этом коническом участке образуется горючая смесь, имеющая на выходе из участка сверхзвуковую скорость. Это смесь поступает в цилиндрический участок 12 камеры, где сжимается (до давления, несколько превышающего атмосферное) в скачке уплотнения и при этом окончательно гомогенизируется. Пройдя выходной канал горелки смесь поджигается, образуя пламя, с образованием пламени, необходимого для технологии сварки.

В качестве примера конкретного выполнения заявляемых технических решений приведем результаты расчета газовой горелки, работающей на горючем газе пропан-бутане с расходом 0,13...0,15 л/ч при объемном соотношении кислорода и горючего газа $\beta = 3,8$ (3, с.24, 25). Давление кислорода на входе в горелку 0,4...0,5 МПа, пропан-бутана до 0,13 МПа.

В результате расчетов получено:

- разрежение в камере смешения составляет $P_{кс} = 0,082$ МПа (это и есть то постоянное давление, при котором происходит предварительное смешение в коническом участке камеры);

- скорость кислорода на выходе из сопла $W_k = 395$ м/с, при этом число Маха $M_k = 1,44 > 1$ (число Маха есть отношение скорости потока к скорости звука, и если оно больше 1, то мы имеем сверхзвук), следовательно кислород вытекает из сопла со сверхзвуковой скоростью. Скорость пропан-бутана на выходе из кольцевого сопла $W_r = 77$ м/с;

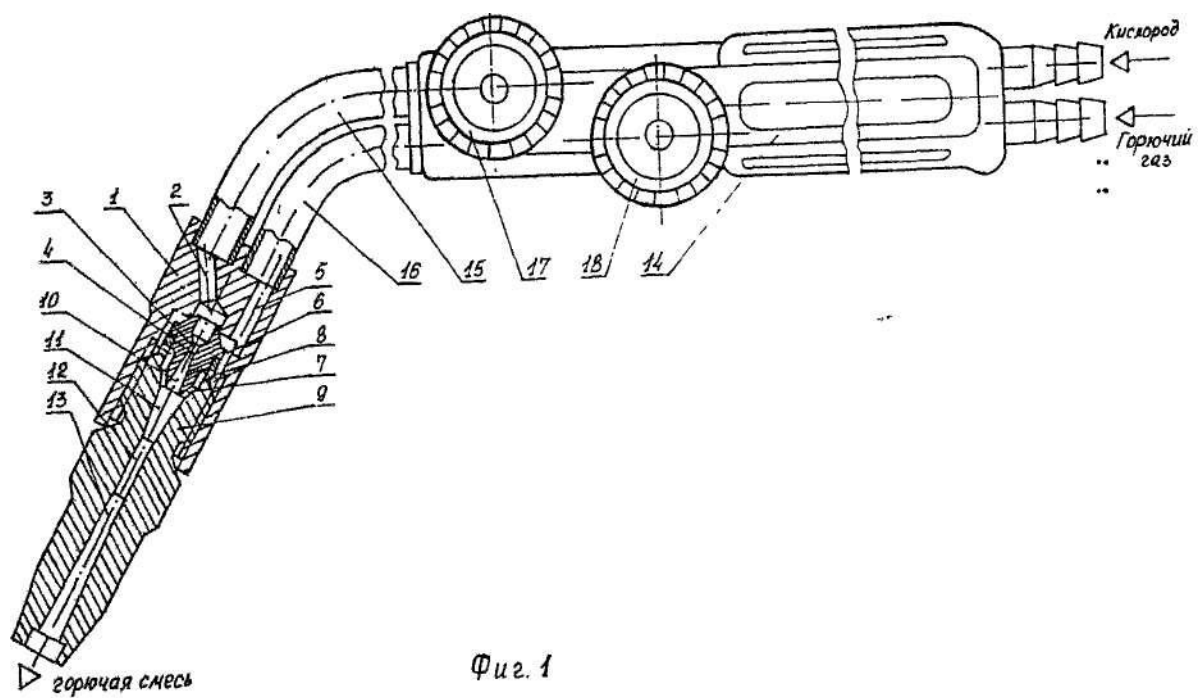
- скорость смеси на выходе из начального (конического) участка камеры смешения $W_{кс}' = 303$ м/с, число Маха $M_{кс} = 1,11 > 1$, следовательно смесь поступает во второй (цилиндрический) участок камеры со сверхзвуковой скоростью, при этом отношение выходного и входного диаметров конического участка камеры равно $0,86 < 1$, следовательно, конический участок (по ходу движения смеси) - сужающийся;

- давление смеси за скачком (в цилиндрическом участке камеры) $P_{кс}'' = 0,104$ МПа, что больше атмосферного, следовательно смесь может по выходному каналу истекать за пределы горелки для поджога;

- скорость смеси за скачком $W_{кс} = 220$ м/с, число Маха $Sh = 0,786 < 1$. следовательно, в скачке произошло сжатие горючей смеси от давления $P_{кс} = 0,082$ МПа до давления $P_m'' = 0,104$ МПа при переходе течения смеси со сверхзвукового ($M_{кс} = 1,11$) на дозвуковое ($M_{кс}'' = 0,786$) с одновременной гомогенизацией смеси на молекулярном уровне. При этом скорость за скачком $N_{кс} > 220$ м/с даже превышает рекомендованный в (1, с.31) уровень 140...160 м/с, что в еще большей степени гарантирует невозможность "обратного удара" пламени, а это в свою очередь повышает надежность работы горелки. Поскольку давление и скорость горючей смеси за скачком удовлетворяет условиям работы горелки, то выходной канал

13 может быть выполнен простейшей цилиндрической формы, как продолжение цилиндрического участка камеры, что упрощает конструкцию горелки/

Таким образом, заявляемое техническое решение позволяет создать в газовой горелке за счет ее конструктивного выполнения условия, необходимые для возникновения известного в термогазодинамике явления - скачка уплотнения и использовать его для высокой степени гомогенизации газокислородной горючей смеси и, тем самым, для сведения к минимуму недожога горючего газа, а также, для повышения надежности работы горелки и упрощения ее конструкции.



Фиг. 1