



УДК 621.791:658.562

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГАЗОПЛАМЕННОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

В. А. СЕРГИЕНКО, инж. (ООО «Завод автогенного оборудования «ДОНМЕТ», г. Краматорск),
В. И. ЮМАТОВА, канд. техн. наук (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Изложены некоторые конструктивно-технологические и нормативные аспекты обеспечения безопасной эксплуатации оборудования для газопламенной обработки металлов, учитывающие, в частности, необходимость предупреждения внутреннего горения пламени в резаках и горелках.

Ключевые слова: газопламенная обработка, оборудование, инжекция, хлопок, проскок пламени, внутреннее горение, обратный удар, огнепреградительный клапан

Обязательным и одним из главных требований нормативных документов системы стандартов по безопасности труда при эксплуатации газопламенного оборудования является обеспечение устойчивого горения пламени без хлопков и обратных ударов [1, 2]. К сожалению, требования в указанных нормативных документах не носят количественной оценки и не учитывают такой фактор, как внутреннее горение пламени в резаках и горелках.

Исследования, проведенные в испытательной лаборатории завода «ДОНМЕТ», показали, что безопасность газопламенного оборудования при его эксплуатации обеспечивается при отсутствии таких фаз горения, как хлопок пламени, внутреннее горение и обратный удар.

Хлопок пламени возникает мгновенно и заканчивается затуханием пламени либо переходом его во внутреннее горение или обратным ударом. Разрушения оборудования при этом не происходит.

Внутреннее горение представляет собой стабильное горение горючей смеси внутри наконечника горелки. При внутреннем горении в течение 5...10 с с момента проскока пламени существует вероятность разрушения (прогара) наконечника горелки в области смесительной камеры (рис. 1).

Обратный удар — это проникновение ударной волны через ствол горелки в газоподводящие рукава и в газовые баллоны. Последствием об-

ратного удара (рис. 2) могут быть разрывы или прогорание газоподводящих рукавов, выход из строя редуктора и даже взрыв баллонов.

Возникновению любой из этих фаз обязательно предшествует проскок пламени, который является моментом перехода фронта пламени с наружи во внутрь мундштука. После проскока пламени происходит взрывное горение горючей смеси внутри наконечника горелки, которое сопровождается разлетом продуктов сгорания как в атмосферу, так и в газовый, и кислородный подающие каналы

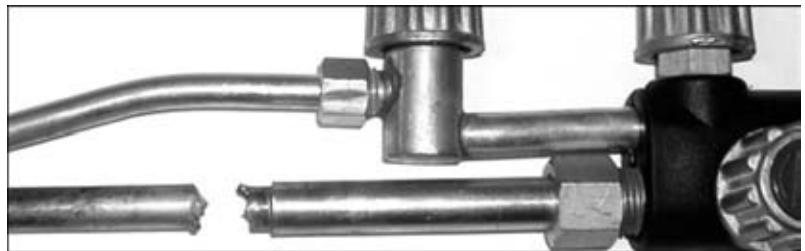


Рис. 1. Прогорание трубки наконечника в результате внутреннего горения

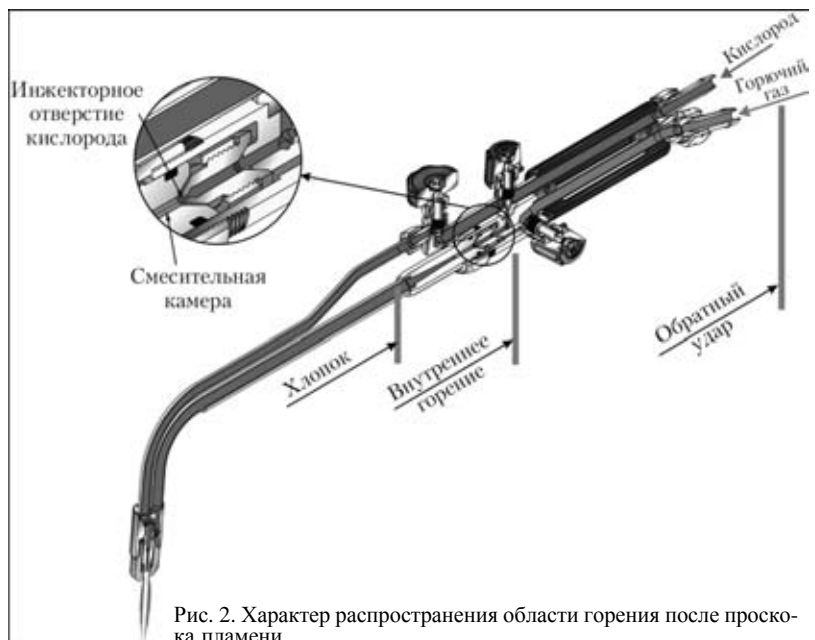


Рис. 2. Характер распространения области горения после проскока пламени

© В. А. Сергиенко, В. И. Юматова, 2006

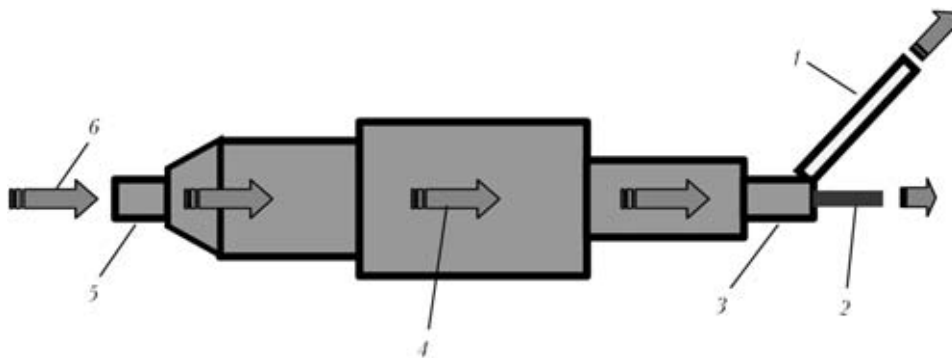


Рис. 3. Схема движения газов в каналах горелки после проскока пламени: 1 — канал горячего газа; 2 — инжекторный; 3 — смесительный; 4 — в трубке наконечника; 5 — в мундштуке; 6 — движение фронта пламени

горелки, вследствие чего кратковременно прекращается образование горючей смеси. Если к моменту образования новой горючей смеси остатки старой не успели выгореть, то вновь образовавшаяся смесь воспламеняется и горит внутри горелки с характерным свистом, что является признаком внутреннего горения. После проскока пламени развитие процесса горения условно можно разделить на указанные ниже фазы.

Фаза горения — проскок пламени в наконечник горелки происходит мгновенно с последующим взрывом горючей смеси.

Фаза расширения продуктов сгорания начинается одновременно с процессом горения и проявляется в истечении продуктов горения через три канала: канал мундштука в атмосферу 1 (не прекращается в течение всего процесса горения); центральное отверстие инжектора в канал подачи кислорода (идет противоток) 2; через боковые отверстия инжектора в канал подачи горячего газа (идет противоток) 3 (рис. 3). Изотермическое расширение газов с их истечением по указанным каналам продолжается до тех пор, пока давление продуктов горения в наконечнике горелки превышает давление в любом из газоподающих каналов.

Фаза возобновления образования горючей смеси характеризуется тем, что давление продуктов сгорания в наконечнике горелки после их расширения уменьшается и восстанавливается направление движения газов в каналах горелки. Инжектирующей струей кислорода в смесительную камеру всасывается смесь продуктов сгорания с кислородом, к которой подмешивается горючий газ, и только после этого горючий газ поступает в чистом виде; затем образуется горючая смесь и происходит заполнение полости наконечника горелки, сопровождающееся вытеснением остатков продуктов сгорания. Горение вновь образующейся смеси может начаться еще и до полного вытеснения продуктов сгорания при наличии в смеси их остатков.

Исследования параметров, влияющих на переход от проскока пламени ко внутреннему горению или обратному удару, и разработка на их основе конструктивных и технологических рекоменда-

ций, снижающих вероятность появления внутреннего горения или обратного удара после проскока пламени, должны стать основным направлением при производстве газопламенного оборудования для обеспечения его безопасной эксплуатации.

По результатам исследований, проведенных в испытательной лаборатории завода «ДОНМЕТ», уточнены требования, предъявляемые к конструкции резака.

Причины возникновения и способы предотвращения хлопков общеизвестны — это скорость истечения горючей смеси из мундштука, чистота внутренней поверхности мундштука и его температура, а также конструктивные особенности узла смешения газов.

Возникновение обратных ударов происходит вследствие наличия в рукавах или баллонах горючей смеси (горючий газ + кислород). Выявлены следующие причины попадания горючей смеси в рукава и баллоны:

баллон после заправки горючим газом заправили кислородом или после кислорода — горючим газом;

рукава, используемые ранее для подачи горючего газа или жидкого топлива, применили для подачи кислорода;

имеет место противоток кислорода в газовый канал, а затем в рукав и пр.

Первые две причины являются следствием грубого нарушения правил эксплуатации оборудования для газопламенной обработки металлов, их можно предотвратить с помощью организационно-технических мер.

Во избежание противотока кислорода в газовый канал необходимо применять обратные клапаны. Однако их конструкция не позволяет задерживать обратный удар пламени.

Для гашения пламени при обратном ударе с целью недопустить его попадания в баллоны применяются огнепреградительные клапаны, в состав которых, помимо обратного клапана, входит металлокерамическая пламегасящая вставка.

К сожалению, в нормативных документах по безопасности труда [1, 2] не содержится требований к обязательному применению огнепрегради-



тельных клапанов, они отсутствуют и в межгосударственных стандартах.

Основным способом обеспечения безопасной эксплуатации горелок и резаков являются конструктивные особенности их каналов, по которым газ и кислород движутся до и после смешивания. Учитывая физические особенности процесса горения с помощью конструктивных мер можно управлять последствиями проскока пламени для предотвращения перехода хлопка пламени в устойчивое внутреннее горение.

Специалистами завода «ДОНМЕТ» разработана методика количественной оценки безопасности горелок и резаков, которая позволяет оценить технические решения, обеспечивающие стойкость к проскоку пламени и внутреннему горению во всем диапазоне рабочих давлений горючего газа и кислорода в соответствии с требованиями ГОСТ 5191–79.

Выводы

1. Оборудование для газопламенной обработки металлов (резаки и горелки) с целью его безопасной эксплуатации должно иметь конструктивную защиту, благодаря которой предотвращается вероятность появления внутреннего горения или обратных ударов после проскока пламени.

2. Нормативными документами не предусмотрены количественная оценка степени безопасности горелок и резаков, а также обязательный учет всех факторов, обеспечивающих безопасность труда при эксплуатации газопламенного оборудования. Так, применение огнепреградительных клапанов носит рекомендательный характер. Требуется корректировка действующих нормативных документов.

1. *ГОСТ 12.2.008–75. ССБТ. Оборудование и аппаратура для газопламенной обработки металлов и термического напыления.* — Введ. 01.01.82.
2. *ГОСТ 5191–79. Резаки инжекторные для ручной кислородной резки.* — Введ. 01.01.77.

Some design and technological aspects of ensuring safe operation of the equipment for flame metal treatment are described.

Поступила в редакцию 03.08.2006

ПРОИЗВОДСТВО СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРАНАХ СНГ В 2005 г.*

Оценивая состояние производства сварочных материалов в 2005 г., следует отметить положительные тенденции, обусловленные в первую очередь общим увеличением объемов производства конкурентоспособных сварочных материалов, созданием и внедрением новых сварочных материалов и технологического оборудования, расширением прогрессивных технологических процессов и др.

Рост объемов производства сварочных материалов в значительной мере определяется выпуском промышленной и строительной продукции, стали и проката прежде всего в России и Украине. Так, металлурги России произвели в 2005 г. 64,87 млн т стали, 54,4 млн т проката. Увеличение по сравнению с 2004 г. незначительное: стали на 1, проката на 1,5 %. Украина выпустила 38,6 млн т проката (объем производства стали составил 99,8 % по сравнению с 2004 г., а проката — 100,5 %).

Общий объем производства покрытых сварочных электродов в 2005 г. в странах СНГ составил 305,9 тыс. т из них 79 % приходится на предприятия Российской Федерации, 17 % Украины и

4 % остальные страны СНГ. Это свидетельствует об общем увеличении объема производства на 5 %, в том числе в Российской Федерации на 7 %, а в Украине на 3 %. Объем производства электродов по виду покрытия составил: с рутильменитовым покрытием — 174,6 тыс. т, с основным — 108,1 тыс. т. Выпуск электродов специального назначения для сварки высоколегированных сталей и цветных металлов составил 23,8 тыс. т, т. е. увеличился на 48 %.

В Российской Федерации объем производства электродов в 2005 г. составил 240,4 тыс. т, в том числе с рутильменитовым покрытием 120,1 тыс. т с основным — 97,5 тыс. т, специальных электродов — 22,8 тыс. т. В Украине соответственно выпущено 53 тыс. т, из них с рутильменитовым покрытием 42,0 тыс. т, с основным — 10,3 тыс. т, специальных электродов — 1,0 тыс. т.

Наметилась положительная тенденция увеличения производства электродов малого и среднего диаметра (2...4 мм). Их выпуск суммарно составил 270,1 тыс. т, т. е. увеличение по сравнению с 2004 г. составило 4,6 %. Электродов диаметром 5,0 и 6,0 мм изготовлено соответственно 36,3 тыс. т и 25 тыс. т.

* Подготовлено по материалам работы расширенного заседания Совета Ассоциации «Электрод» предприятий стран СНГ (3–6 мая 2006 г., г. Бор, Нижегородская обл.).