



К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИНОВ ПРИ ГАЗОВОЙ РЕЗКЕ И СВАРКЕ

В. А. СЕРГИЕНКО, инж. (НПП «Донмет», г. Краматорск, Украина)

Уточняются особенности применения отдельных специальных терминов в процессах газопламенной обработки металлов, такие, как *проскок пламени*, *хлопок пламени*, *обратный удар*, *обратное возгорание* и *противоток*.

Ключевые слова: газовая резка и сварка, проскок пламени, хлопок пламени, обратный удар, обратное возгорание и противоток

При газопламенной обработке металлов используется оборудование (группа 364500 по ОКП) для процессов резки (газокислородные резаки) и сварки/пайки (газокислородные горелки), а также нагрева и напыления. Кроме того, применяется запорно-регулирующая арматура и оборудование для газопитания и техники безопасности.

Основными конструктивными элементами газокислородных резаков и горелок являются ствол (рукоятка) с вентилями для регулировки подачи горючего газа и кислорода, а также наконечник, состоящий из смешительного устройства (для смешивания горючего газа с кислородом), который соединен с мундштуком, где формируется газокислородная струя (рис. 1, а). На выходе из мундштука газокислородная струя сгорает, образуя рабочее пламя. В общем случае резак можно рас-

сматривать как горелку, пригодную для резки металла, благодаря дополнительному кислородному каналу во внутреннем мундштуке, который проходит по оси рабочего (подогревающего) пламени, формируемого наружным мундштуком (рис. 1, б). При этом нет принципиального различия между способами подготовки и формирования рабочего пламени. Соответственно все термины, рассматриваемые в статье, характерны как для газокислородных резаков, так и для горелок. Поэтому в дальнейшем будем говорить только «горелка», понимая при этом одновременно и «резак».

Разработка, изготовление и использование газопламенного оборудования для ручной резки, сварки и нагрева регламентируется целым рядом нормативных документов, основными из которых являются следующие: ГОСТ 12.2.008-75. «Оборудование и аппаратура для газопламенной обработки металлов и термического напыления покрытий»; ГОСТ 1077-79. «Горелки однопламенные

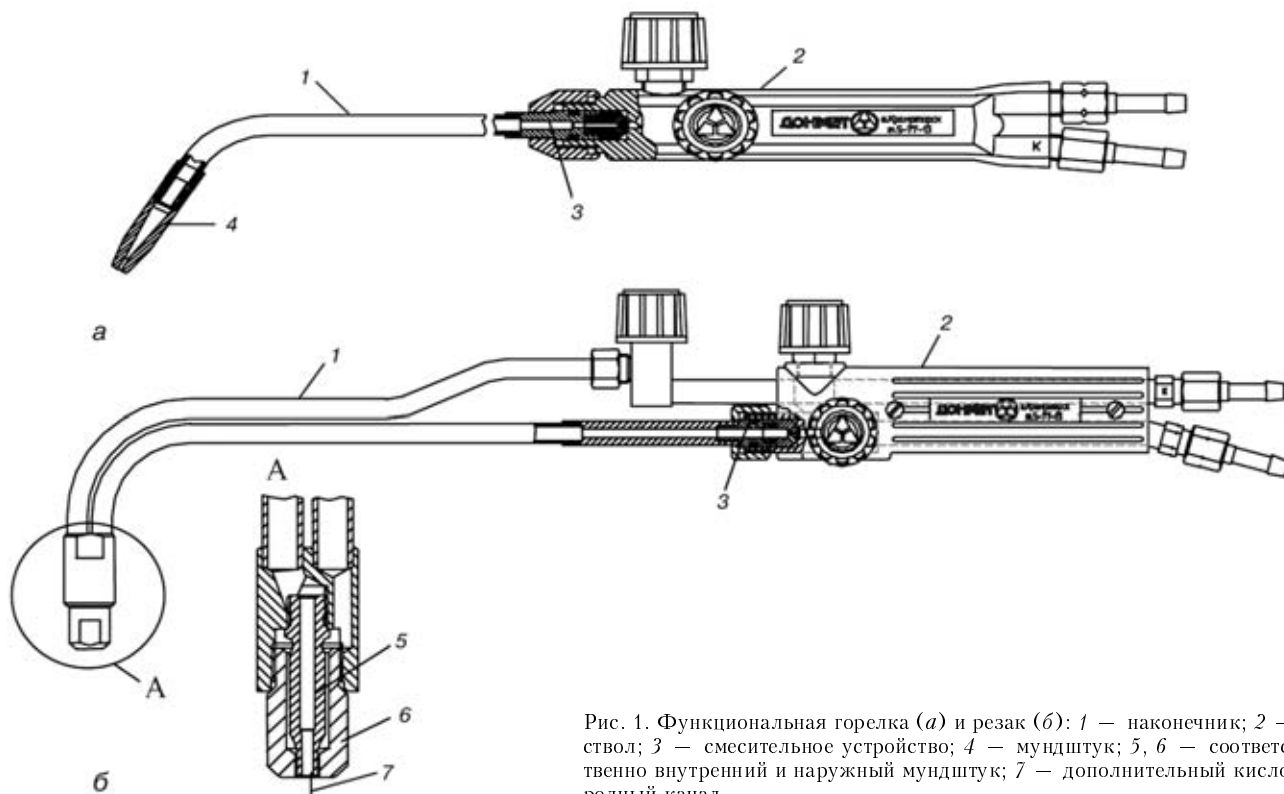


Рис. 1. Функциональная горелка (а) и резак (б): 1 — наконечник; 2 — ствол; 3 — смешительное устройство; 4 — мундштук; 5, 6 — соответственно внутренний и наружный мундштук; 7 — дополнительный кислородный канал

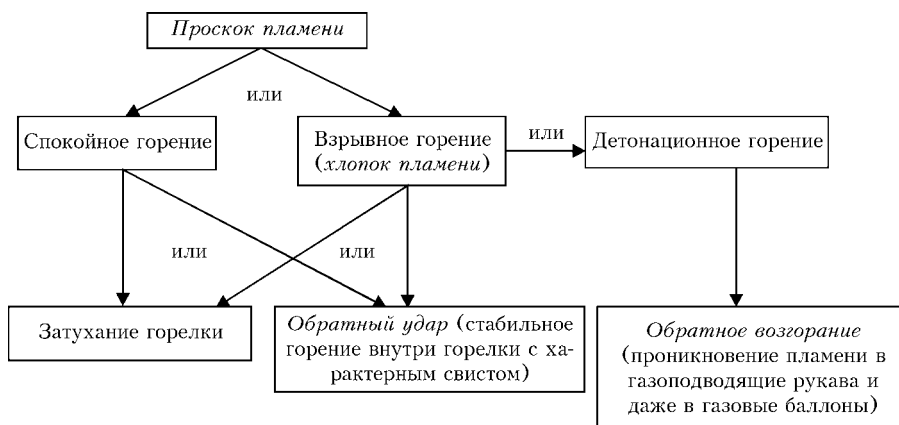


Рис. 2. Развитие процессов, происходящих в горелке при проскоке пламени

универсальные для ацетиленокислородной сварки, пайки и подогрева»; ГОСТ 5191–79. «Резаки инжекторные для ручной кислородной резки»; ГОСТ 29091–91. «Горелки ручные газозвушительные инжекторные»; ДСТУ 2448–94. «Кисневе різання. Вимоги безпеки».

Последний на сегодня является единственным национальным стандартом Украины в данной области. Он обобщает требования более семидесяти нормативных документов, действовавших в СССР, и вводит ряд новых требований к эксплуатации оборудования и аппаратуры кислородной резки. Так, в п. 7.8 впервые введена периодичность выполнения испытаний, ремонтных работ оборудования и аппаратуры кислородной резки и указан их перечень.

На территории Евросоюза руководствуются следующими нормативными документами: ISO 5172–1992. «Горелки ручные газовые для сварки и резки»; ISO 9012–1988. «Газозвушительные горелки»; DIN EN 874: 1995. «Газосварочное оборудование — резак, горелки газокислородные машинные».

В действующих нормах и правилах Украины и России не определены такие термины, как: *проскок пламени, хлопок пламени, непрерывный хлопок, пламя взрывной волны обратного удара, обратный удар, обратное возгорание, противоток*. Эти термины в научно-технической литературе употребляются достаточно давно, одни из них изменили свое первоначальное значение, другие вышли из употребления, третьи зачастую используются с другой смысловой нагрузкой.

Согласно ряду нормативных документов термин *обратный удар пламени* определяется следующим образом: «*Обратным ударом* называется воспламенение горючей смеси в каналах резака или горелки и распространение пламени навстречу потоку горючей смеси. *Обратный удар* характеризуется резким хлопком и исчезновением пламени».

В ГОСТе 29091–91 в п.3.2 дано такое определение: «*Проскок пламени* в горелку — распространение пламени внутри горелки через мундштук с продолжающимся горением внутри горелки... ».

В п.3.2 ГОСТа 5191–79 и ГОСТе 1077–79 термин *обратный удар пламени* используется в следующем контексте: «Конструкция каналов мундштука и смесителя должна препятствовать распространению *обратного удара пламени* в ствол резака и газоподводящие рукава». В п.3.5 ГОСТа 12.2.008–75 — «Конструкция горелок и резаков должна обеспечивать устойчивое горение пламени *без хлопков и обратных ударов* в любом пространственном положении при правильной эксплуатации». В п. 7.10.2 ДСТУ 2448–94

отмечено, что: «Резаки в процессе эксплуатации должны обеспечивать устойчивое горение пламени в любом положении *без хлопков и обратных ударов*».

В проекте ISO 5172–77, изданном на русском языке в 1978 г., были даны несколько другие определения перечисленных выше терминов:

«4.5. Хлопок, обратный удар, противоток

4.5.1. *Хлопок* — проникание пламени внутрь горелки с отрывистым звуком, когда пламя гаснет или возникает вновь у сопла.

4.5.2. *Непрерывный хлопок* — проникание пламени внутрь горелки с непрерывным горением около сопла или ручки. Это сопровождается начальным отрывистым звуком и последующим шипящим звуком от непрерывного горения внутри горелки.

4.5.3. *Обратный удар* — проникание пламени через горелку внутрь рукавов и даже в редуктор. Оно может достигнуть ацетиленового баллона и стать причиной нагрева и разложения содержимого.

4.5.4. *Противоток* — проникание потока газа, находящегося при более высоком давлении, в рукава (меньшее давление). Это может быть вызвано тем, что выходное сопло мундштука закрыто.

Наиболее точные определения, по мнению автора, даны в ISO 5172–1992 (который, к сожалению, не имеет ни официального статуса, ни официального перевода в Украине). В соответствии с ним:

«4.5. Хлопок пламени, обратный удар, обратное возгорание и противоток

4.5.1. *Хлопок пламени* — возврат пламени к резаку, который сопровождается одиночной стрельбой, пламя остается потушенным или заново появляется на выходе из мундштука.

4.5.2. *Обратный удар* — возврат пламени к резаку и его продолжительное горение внутри смесительной трубки или смесителя, причиной которого могут служить начальные одиночные выстрелы, после которых наступает свист (шипение), происходящий от продолжительного горения смеси внутри резака.



4.5.3. *Обратное возгорание* — возврат пламени через резак к шлангам или редукторам. Пламя может пойти и до ацетиленового баллона, что приведет к его нагреву и разложению содержимого.

4.5.4. *Противоток* — возврат газа высокого давления в шланги с газом низкого давления. Это может быть вызвано тем, что входное отверстие сопла может быть заблокировано или закрыто».

Для того чтобы правильно определить указанные выше термины, необходимо рассмотреть физическую сущность процессов, происходящих в горелке при проникновении пламени в ее внутренние каналы. Как известно, в нормальном (рабочем) положении пламя газокислородной смеси горит вне горелки в непосредственной близости на выходе из мундштука. Причины, приводящие к проскоку пламени в горелку, могут быть следующие:

- уменьшение средней скорости (40...200 м/с) истечения газокислородной смеси до критической (15...40 м/с) вследствие частичного или полного перекрытия выхода из мундштука. При этом фронт пламени проникнет в канал мундштука по тонкому ($\cong 0,1$ мм) ламинарному, пристеночному слою газокислородной смеси. На практике перекрытие выхода из мундштука часто происходит из-за сложности (при ручном способе резки и сварки) поддерживать требуемый зазор между торцом мундштука и обрабатываемой поверхностью;

- нагрев мундштука отраженным пламенем горелки до температуры вспышки газокислородной смеси (200...300 °С). Перегрев мундштука характерен при работе в труднодоступных местах или закрытых полостях;

- попадание внутрь мундштука посторонних частиц (брызги металла, окалина), раскаленных до температуры вспышки. Это зачастую происходит при резке загрязненного металла с внутренними порами и полостями.

В общем случае под *проскоком пламени* следует понимать момент воспламенения газокислородной смеси внутри горелки (рис. 2).

После *проскока пламени* возможны следующие пути развития процесса горения внутри горелки: спокойное, взрывное и детонационное горение.

В данной статье не рассматриваются причины, приводящие к тому или иному пути развития процесса горения газокислородной смеси внутри горелки, а описываются лишь их характерные признаки и следствия.

При спокойном горении фронт горения распространяется послонно, с небольшой скоростью, 5...10 м/с. Причем продукты горения движутся в обратную сторону от движения фронта горения. Спокойное горение может либо быстро прекратиться без заметного внешнего проявления, либо пламя стабилизируется внутри смесительного устройства и горит с характерным свистом. Для первого случая нет специального термина и можно говорить о затухании горелки, для второго случая следует говорить об *обратном ударе*.

Взрывное горение сопровождается характерным резким звуковым хлопком (выстрелом). Этот звук раздается от вырывающихся из мундштука продуктов сгорания газокислородной смеси, запол-

нявшей наконечник горелки в момент проскока пламени. Таким образом, под *хлопком пламени* следует понимать взрывное сгорание горючей смеси внутри горелки в пределах ее наконечника. Вследствие *хлопка* пламя может либо погаснуть внутри горелки, либо стабилизироваться внутри смесительного устройства горелки и гореть с характерным свистом (*обратный удар пламени*). Таким образом, под *обратным ударом* следует понимать стабильное горение горючей смеси внутри смесительного устройства горелки.

В случае развития обратного удара существует большая вероятность разрушения (прогара) наконечника горелки в месте смесительной камеры через 5...10 с с момента проскока пламени. Для предотвращения прогара горелки газосварщик должен сразу после обнаружения обратного удара пламени перекрыть кислородный, а затем и газовый вентили.

Взрывное горение (*хлопок пламени*) в длинных трубках (длиной более 10 диаметров) может перерасти в детонационное горение, которое характеризуется тем, что продукты горения движутся в ту же сторону, что и фронт пламени. При этом появляется волна сжатия, повышающая температуру горючей смеси до температуры вспышки. Это приводит к тому, что процесс горения распространяется со скоростью волны сжатия (ударной волны), измеряемой тысячами метров в секунду, а давление повышается в десятки раз. В случае развития детонационного горения ударная волна распространяется через смесительное устройство в рукоятку горелки и далее в газоподводящие рукава, зажигая и разрывая их, и даже может достигнуть газовых баллонов. Такое аварийное развитие ситуации следует классифицировать как *обратное возгорание*.

Фаза горения, называемая *хлопком пламени*, носит моментальный характер и либо заканчивается затуханием горелки, либо переходит в *обратный удар*, либо переходит в *обратное возгорание*. Под *обратным возгоранием* следует понимать детонационное горение с проникновением ударной волны через ствол горелки в газоподводящие рукава и даже в газовые баллоны.

И, наконец, понятие *противоток* не вызывает сложности с его определением и указывает на перетек одного газа в каналы (газовые рукава) с другим газом. На практике *противоток* может возникать или при эксплуатации неисправной горелки с негерметичным прилеганием инжектора к стволу горелки или при засорении мундштука. Явление *противотока* представляется очень опасным, так как в случае проскока пламени существует большая вероятность развития детонационного горения (*обратного возгорания*) с последующими разрушениями оборудования и коммуникаций.

По своей природе не существует конструкции горелок, исключающих возможность *проскока пламени*. Однако можно обеспечить конструктивными мерами заданную вероятность развития процесса *хлопка пламени* по пути прекращения горения внутри горелки. Установка обратных клапанов в газоподводящие рукава позволит исключить *про-*

тивоток, но не защитит при обратном возгорании и не предотвратит *обратный удар пламени*. Сухие пламегасители защищают газоподводящие рукава и газовые баллоны от обратного возгорания, но не предотвращают *обратный удар*.

Из приведенного выше следует, что вместо требования п.7.10.2 ДСТУ 2448–94 и п.3.5 ГОСТ 12.2.008–75 о том, что резаки и горелки в процессе эксплуатации должны гореть «без хлопков и обратных ударов», следует ввести требование, определяющее вероятность наступления обратного удара (стойкость к обратному удару), после определенного количества хлопков. При этом методика испытания на соответствие требованию стойкости от обратного удара приведена в ISO 5172–1992.

Features of application of some special terms in flame processing of metals are determined more precisely, such as *blowback*, *flame kick*, *backflash*, and *backfire and back flow of gas*.

Выводы

1. Необходимо ДСТУ 2448–94 дополнить такими определениями, как *проскок пламени*, *хлопок пламени*, *обратный удар*, *обратное возгорание* и *противоток*, а также дать количественные оценки критерия стойкости к обратному удару пламени резаков и горелок.

2. Целесообразно дополнить п. 3.6 ГОСТа 12.2.008–75 требованием о применении пламегасителей для защиты от обратного возгорания.

3. Представляется целесообразным подвергнуть пересмотру действующие ГОСТ 1077–79 на однопламенные горелки для сварки и ГОСТ 5191–79 на резаки для ручной резки прежде всего в части требований безопасности и определения терминов.

Поступила в редакцию 05.03.2002

Информационная поддержка:

Журналы

«Сварочное производство»

«В мире неразрушающего контроля»

«Сварщик»

«Автоматическая сварка»

«Безопасность труда в промышленности»



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СВАРОЧНЫЙ ФОРУМ

V Международная специализированная выставка

II Международная научно-техническая конференция

I Конкурс сварщиков СНГ

СВАРКА. КОНТРОЛЬ. РЕНОВАЦИЯ

V Международная специализированная выставка

МЕТАЛЛООБРАБОТКА

29 октября–1 ноября 2002 года г. Уфа

Республиканский выставочный комплекс ул. Менделеева, 158

Одновременно пройдут специализированные выставки

«Нефтегаз» и «Химиндустрия»

Тел.: (3472) 52-53-86, 53-41-10, факс: 52-55-93

E-mail: bashexpo@ufanet.ru