УДК 121.791:622.691.4.053

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА РАСХОДА ПРОПАНА НА РАЗОГРЕВ ТОРЦА ТРУБЫ И КРОМОК ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ ПЕРЕД СВАРКОЙ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДАХ

Кузнецов В.Н.

ВолгГАСУ «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», Волгоград, e-mail: vnk3@yandex.ru

В статье освещаются исследования расхода пропана при разогреве стыков труб и технологических отверстий, проведённые на магистральных газопроводах, в результате которых были определены зависимости расхода пропана от температуры окружающей среды, выведена формула расчёта коэффициента, учитывающего изменение температуры воздуха и предложена методика расчёта расхода пропана на разогрев стыков труб и заплат технологического отверстия.

Ключевые слова: торец трубы, кромка технологического отверстия, кольцевые стыковые соединения

DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR CALCULATION OF CONSUMPTION OF PROPANE TO HEAT THE PIPE END AND EDGES TECHNOLOGICAL HOLES BEFORE WELDING IN GAS PIPELINES

Kuznetsov V.N.

Civil engineering «Volgograd state architectural University of civil engineering», Volgograd, e-mail: vnk3@yandex.ru

The article highlights the study of consumption of propane when heating pipe joints and technological holes spent on gas pipelines, to determine the dependence of rate of propane from the ambient temperature, the formula for calculating the coefficient, taking into account the changes in air temperature and methods of calculation of consumption of propane to heat the pipe joints and patches holes technology.

Keywords: butt-end of the pipe, flange holes technology, ring-joiners

Порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву кольцевых стыковых соединений труб и других сварных соединений газопроводов определяются нормативным документом [1].

Согласно пункта 10.3.2 [1] при ручной дуговой сварке электродами с основным видом покрытия для предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева кромок свариваемых соединений следует применять:

– при толщинах стенки до 17,0 мм – газопламенные нагревательные устройства (кольцевые и плоские газовые подогреватели, однопламенные горелки и др.), а также установки индукционного нагрева, радиационного нагрева способом электросопротивления или нагрева с применением электронагревателей комбинированного действия;

– при толщинах стенки св. 17,0 до 22,0 мм при температуре воздуха выше 0 °С – установки индукционного нагрева, радиационного нагрева способом электросопротивления, нагрева с применением электронагревателей комбинированного действия или газопламенные нагревательные устройства (кольцевые газовые подогреватели, однопламенные горелки и др.).

Подогрев не должен нарушать целостность изоляции. Максимальная температура нагрева трубы в месте начала заводского изоляционного покрытия труб не должна превышать +100 °С.

Время горения горелки зависит от нескольких основных факторов:

– объема нагреваемого металла;
– давления газа на выходе из баллона;
– температуры воздуха.

Предварительный нагрев стыка трубы до необходимой температуры, зависит от диаметра трубы, толщины стенки трубы и ширины разогреваемой поверхности. При проведении экспериментальных исследований, замеры времени горения горелки с тремя переменными величинами требует очень большого расхода материалов и времени, что в производственных условиях не возможно. Таким образом, возникла необходимость в объединении трех переменных величин в одну. Эта величина – объем нагреваемого металла.

Согласно пункта 10.3.3 [1] ширина зоны разогрева стыка трубы должна быть не менее 150 мм (т.е. не менее 75 мм в каж-

дую сторону от свариваемых кромок). При экспериментальных замерах было установлено, что пламя горелки захватывает в среднем 250 мм ширины нагреваемой поверхности.

Таким образом, для прогрева торца трубы ручной горелкой с выходным отверстием 2 мм, ширина прогреваемой поверхности составляет 250 мм, для прогревания стыка трубы – 120 мм в каждую стороны от стыка трубы.

Так же было установлено, что при нагреве одной горелкой труб, диаметром 1020 мм и более, в условиях низких температур (ниже –5 °С), можно прогреть трубу максимум до 100-130 градусов, потратив на это более часа времени.

Расчет объема нагреваемого металла торца или стыка трубы осуществляется по формуле:

$$V = [\pi(D/2)^2 - \pi((D-2h)/2)^2]\cdot b,$$

где V – объем разогреваемой трубы (торца или стыка), м^3; D – наружный диаметр трубы, м; h – толщина стенки трубы, м; b – ширина зоны разогрева торца или стыка трубы, м.

Выбор оборудования для предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева выполняется производителями сварочных работ.

Перед вырезкой технологических отверстий на магистральных газопроводах, независимо от температуры окружающего воздуха, должна проводиться просушка и разогрев газопламенными нагревательными устройствами поверхности ремонтного участка до температуры от 50 °С до 70 °С.

Вырезка технологических отверстий выполняться кислородной (газовой), воздушно-плазменной, гидроабразивной резкой с применением специальных устройств типа эллипсограф, «овал», «круг», конструкции которых позволяют вырезать отверстия с заданным углом скоса и размерами с последующей механической зачисткой кромок под сварку.

Размеры технологического отверстия овальной формы должны быть не более 250 х 350 мм (ширина х длина) и не менее 100 х 50 мм, при этом:

– ширина отверстия не должна превышать половину диаметра трубы;

– разница между шириной и длиной отверстия должна быть не менее 50 мм;

– большая ось отверстия должна располагаться вдоль оси трубы;

– рекомендуемая длина большой оси овала на трубах диаметром:

1420 мм – 350 мм,
1220 мм – 300 мм,
1020 мм – 250 мм,
720 мм – 200 мм,
530 мм – 150 мм,
426 мм – 150 мм.

В результате экспериментальных исследований расхода пропана на единицу времени горения горелки, при просушке и нагреве технологических отверстий на магистральных газопроводах, была выведена формула расчета расхода пропана при температуре окружающей среды $T = 0$ °С.

$$R_0 = 0{,}0403\, p^{0{,}3347},$$

где R_0 – расход газообразного пропана, кг/мин; p – давление пропана на выходе, кг/см^2

Исследования изменения времени горения горелки от изменения температуры окружающей среды показали, что время горения горелки изменяется пропорционально изменению температуры окружающей среды и имеет линейную зависимость. На основании полученных данных была выведена зависимость, позволяющая рассчитать коэффициенты, учитывающие изменение температуры воздуха, при постоянном давлении на выходе горелки и постоянным объемом нагреваемого металла до температуры 100^{+3} °С.

$$K_t = -0{,}0068t + 1{,}0056,$$

где t – температура окружающей среды, град.

На основании экспериментальных исследований была разработана программа расчета расхода пропан-бутановой смеси и времени на разогрев торца или стыка трубы. Алгоритм расчета приведен в табл. 1.

Исходными данными расчета расхода пропан-бутановой смеси и времени на разогрев торца или стыка трубы являются:

– наружный диамтр (D), мм;

– толщина стенки (h), мм;

– ширина разогрева торца или стыка трубы (b), мм;

– давление на выходе горелки (p), кг/см^2;

– температура воздуха, (t), °С.

На основании анализа полученных результатов, при исследовании работ по заварке технологических отверстий на магистральных газопроводах различного диаметра, была разработана методика расчета расхода пропана на разогрев заплат технологических отверстий, исходными данными которой являются:

– больший диаметр эллипса технологического отверстия (b), мм;

– меньший диаметр эллипса технологического отверстия (a), мм;

– толщина стенки трубы (h), мм;

– давление на выходе горелки (p), кг/см^2;

– температура воздуха, (t) °С.

Таблица 1

Пример расчета расхода пропана на разогрев одного торца или стыка трубы

Наименование показателей	Расчет	Расчетные формулы
Наружный диаметр (F), мм	1000	Прямым замером
Толщина стенки (h), мм	12	Прямым замером
Ширина разогрева торца или стыка трубы (b), мм	250	Прямым замером
Объем металла для разогрева (V), м^3	0,0292	$V = (3{,}14 \cdot (0{,}0005F)^2 - 3{,}14 \cdot (0{,}0005(F-2h))^2)\ 0{,}0001b$
Время горения горелки с выходным отверстием 2 мм, при температуре воздуха 0 °С и давлением на выходе 0,75 кг/см.кв. (T_0), мин	24,2428	$T_0 = 28{,}389 \cdot \ln(V) + 167{,}13$
Давление на выходе горелки (p), кг/см^2	0,75	Прямым замером
Температура воздуха, (t) °С)	0	Прямым замером
Коэффициент, учитывающий влияние изменения температуры воздуха на расход пропана (K_t)	1,0056	$K_t = -0{,}0068 \cdot t + 1{,}0056$
Расход пропана, при нагреве торца или стыка трубы до 100^{+30} град.при температуре воздуха 0 °С (R_0), кг/мин	0,0366	$R_0 = 0{,}0403 \cdot p^{0{,}3347}$
Время горения одной горелки с выходным отверстием 2 мм, при температуре воздуха t °С и давлением на выходе p кг/см.кв. (T_{t1}), мин	24,3786	$T_{t1} = T_0 \cdot K_t$
Расход пропана на нагрев одной горелкой торца или стыка трубы при температуре воздуха t °С (R_{t1}), кг	0,8923	$R_{t1} = T_{t1} \cdot R_0$
Время горения двух горелок с выходным отверстием 2 мм, при температуре воздуха t °С и давлением на выходе p кг/см.кв. (T_{t2}), мин	11,0812	$T_{t2} = T_{t1} : 2{,}2$
Расход пропана на разогрев двумя горелками одного торца или стыка трубы при температуре воздуха t °С (R_{t2}), кг	0,8112	$R_{t2} = T_{t2} \cdot R_0 \cdot 2$

Пример расчета расхода пропана на разогрев технологического отверстия размером 350 х 250 мм, представлен в табл. 2.

Таблица 2

Пример расчета расхода пропана на разогрев заплаты технологического отверстия перед сваркой

Наименование показателей	Расчет	Расчетные формулы
Больший диаметр эллипса технологического отверстия (b), мм	350	Прямым замером
Меньший диаметр эллипса технологисческого отверстия (а),мм	250	Прямым замером
Толщина стенки трубы (h), мм	11	Прямым замером
Площадь разогреваемой поверхности заплаты технологического отверстия (S), м^2	1,12255	$S = 3{,}14 \cdot (a+300) \cdot (b+300) : :1000000$
Объем металла для разогрева (V), м.куб	0,0123	$V = S \cdot h : 1000$
Время горения горелки с выходным отверстием 2 мм, при температуре воздуха 0 °С и давлением на выходе 0,75 кг/см.кв. (T_0), мин	9,1271	$T_0 = 9{,}463 \cdot \mathrm{Ln}(V) + 50{,}71$
Давление на выходе горелки (p), кг/см^2	0,75	Прямым замером
Температура воздуха , (t^0С)	0	Прямым замером
Коэффициент , учитывающий влияние изменения температуры воздуха на расход пропана (K_t)	1,0056	$K_t = -0{,}0068 \cdot t + 1{,}0056$
Расход пропана, при нагреве торца или стыка трубы до 100^{+30} град.при температуре воздуха 0 °С (R_0), кг/мин	0,0366	$R_0 = 0{,}0403 \cdot p^{0{,}3347}$
Время горения горелки с выходным отверстием 2 мм, при температуре воздуха t °С и давлением на выходе p кг/см.кв. (T_{t1}), мин	9,1783	$T_{t1} = T_0 \cdot K_t$
Расход пропана на один торец или стык трубы при температуре воздуха t°С (R_{t1}), кг	0,3359	$R_{t1} = T_{t1} \cdot R_0$

Данная методика расчета, в электронном виде, позволит быстро и качественно вести учет расхода пропана на выполнение данных видов работ и планировать выдачу необходимого объёма пропана для работы на трассе.

Список литературы

1. Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов. Часть I. СТО Газпром 2-2.2-136-2007. ООО «ВНИИГАЗ», 2007 г. 241 с.